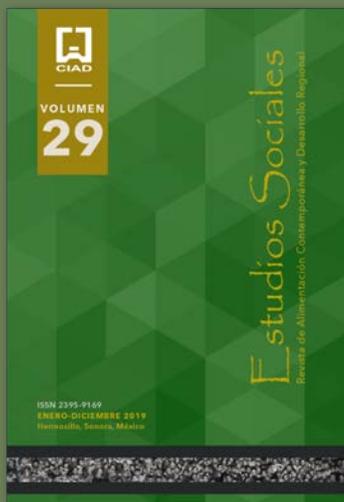


# Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 29. Enero - Diciembre 2019

Revista electrónica. ISSN: 2395-9169



Resiliencia del Sistema Socio-Ecológico  
en la región subcuenca baja Río Sonora

Resilience of the Socio-Ecological System  
in the sub-basin region of the Sonora River

DOI: <https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i53.698>

PII: e19698

Hugo César De La Torre Valdez\*  
[orcid.org/0000-0002-5819-7702](https://orcid.org/0000-0002-5819-7702)

José Luis Moreno Vázquez\*\*  
[orcid.org/0000-0001-8770-434X](https://orcid.org/0000-0001-8770-434X)

Fecha de recepción: 16 de marzo de 2018

Fecha de envío a evaluación: 10 de abril de 2018

Fecha de aceptación: 09 de mayo de 2018

\*Universidad Estatal de Sonora.  
Licenciatura en Nutrición Humana  
Ley federal del trabajo.  
Colonia Apolo. C. P. 83100  
Tel. (662) 6 89 01 00  
Hermosillo, Sonora, México  
Dirección para correspondencia:  
[huguete80@gmail.com](mailto:huguete80@gmail.com)  
\*\*El Colegio de Sonora.

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.  
Hermosillo, Sonora, México



## Resumen / Abstract

Objetivo: Identificar las respuestas del Sistema Socio-Ecológico (SSE) de la subcuenca baja Río Sonora ante distintas expresiones territoriales que marcan cada uno de los regímenes de aprovechamiento a partir de tres perspectivas: (a) escala ecológica, (b) alcance de las políticas de conservación y (c) contexto social. Metodología: Descripción del contexto; identificación de la dinámica territorial a través de un Sistema de Información Geográfica, en un periodo de cuarenta años por medio de la técnica superposición geométrica de información vectorial. Resultados: Interrelación territorial entre distintos vínculos productivos del SSE, alteración hidrológica, incremento sucesivo de usos de suelo y cambios de vegetación; se identifica el exíguo alcance de políticas de regulación ecológica; así como la tendencia demográfica decreciente en áreas rurales y niveles significativos de marginación. Limitaciones: Se asume el margen de error de los insumos cartográficos oficiales. Conclusiones: Las distintas perturbaciones por uso de suelo, la limitada regulación ecológica y el contexto demográfico del SSE generan una resiliencia cíclica y reducida, donde los cambios adaptativos se han traducido en una prolongación de la misma in/sustentabilidad de la subcuenca a través del tiempo.

Palabras clave: desarrollo regional; sistemas socioecológicos; resiliencia; Subcuenca Baja Río Sonora; cambios de uso de suelo; territorio.

Objective: Identify how the Socio-Ecological System (SES) of the Sonora River sub-basin responds to different territorial expressions that mark each of the exploitation regimes based on three perspectives: ecological scale, scope of conservation policies and social context. Methodology: Description of the context; identification of territorial dynamics through a Geographic Information System in a period of 40 years through the geometric superimposition of vector information technique. Results: Territorial interrelation between different production links of SSE, hydrological alteration, successive increase of land uses and vegetation changes; there is a limited scope of ecological regulation policies; as well as decreasing demographic trend in rural areas and significant levels of marginalization. Limitations: The margin of error of the official cartographic inputs is assumed. Conclusions: The different disturbances due to land use, the limited ecological regulation and the demographic context of SES generate a cyclical and reduced resilience, where adaptive changes have resulted in a prolongation of the same in / sustainability of the sub-basin through time.

Key words: regional development; Socio-Ecological Systems; resilience; sub-basin baja Sonora river; changes in land use; territory.

## Introducción<sup>1</sup>

Los SSE comprenden vínculos complejos entre un sistema ecológico y la interacción dinámica de uno o más sistemas sociales, los cuales propician, con el tiempo, una adaptación intrínseca a partir de distintas escalas genéricas por medio del aprovechamiento de sus recursos y la autoregulación de sus ecosistemas (Gallopín, 2006; Guzmán y Gonzáles 2008; Martín-López y Montes, 2011). Los distintos modos de producción agraria, así como sus procesos de apropiación del entorno natural, caracterizan y desarrollan una expresión territorial (Guzmán y González 2008) y, en espacial, en los Sistemas Socio-Ecológicos (SSE) (García y Toledo, 2008).<sup>2</sup>

La resiliencia de un SSE se define como la tolerancia adversa o restauración ante distintas perturbaciones (absorberlas, utilizarlas o incluso llegar a beneficiarse de ellas) por medio de mecanismos de autoorganización y adaptación (Rescia, Fungairiño y Dover, 2010; Young et al., 2006). Presenta características como la habilidad de reorganizarse, capacidad de adaptarse y cantidad de cambio sin colapsar (Escalera y Ruiz 2011; Guzmán y Gonzales, 2008). A partir de distintas perturbaciones, los SSE experimentan cambios adaptativos que propician el desarrollo de varios puntos de equilibrio; es la resiliencia la propiedad generadora de su sustentabilidad (Salas, Ríos y Álvarez, 2012).<sup>3</sup>

En zonas áridas, los SSE son dinámicos y, una vez que presentan degradación, requieren de la restauración a través de una intervención externa. No obstante, dentro de su escala social se presentan: movimientos migratorios, pérdida de conocimiento ecológico tradicional, pérdida de estructuras agrícolas tradicionales y cambios en los patrones de uso de la tierra. En su escala ecológica se generan: modificación de la geomorfología, aumento de la acumulación de sedimentos en



lagos, disminución de la cobertura vegetal y reducción en la resiliencia del ecosistema (Reynolds, Maestre, Huber, Herrick y Kemp, 2005, p. 9-11).

La región subcuenca baja Río Sonora, localizada en el estado de Sonora, abarca elementos territoriales que comprenden un SSE. Su resiliencia se debilita en la mayor parte del área de estudio a partir de la interacción de distintas formas de producción agraria (agricultura, producción de carbón, pesca y acuicultura) y fenómenos demográficos (crecimiento urbano). Cada uno de los aprovechamientos de la subcuenca genera niveles de perturbación complejos sobre el SSE, los cuales se manifiestan en las últimas décadas a través de cambios de uso de suelo. Asimismo, se identifican políticas públicas por parte de organismos gubernamentales orientadas a responder al contexto de presión ecológica a través de planes de ordenamiento y programas de conservación, los cuales enfrentan revertir el contexto de in/sustentabilidad. (Martínez y Moreno, 2016; De La Torre y Sandoval, 2015b)

Este artículo se propone identificar cómo responde el SSE ante las distintas expresiones territoriales que marcan cada uno de los regímenes de aprovechamiento a partir de tres perspectivas: la escala ecológica, la efectividad de las políticas de conservación y el contexto social. El nivel de transformación de los atributos de la subcuenca baja Río Sonora mostrará el grado de resiliencia que contiene y, por consiguiente, su contexto de in/sustentabilidad, tal como lo plantean, a nivel teórico, Salas et. al. (2012). Para ello se presenta una breve descripción del área de estudio indicando los procesos de apropiación ecológica registrados en la subcuenca y la identificación de vínculos en el SSE. Se realiza, también, un análisis de información cartográfica extraída de indicadores territoriales correspondientes a la escala ecológica, analizando usos de suelo y cambios ecológicos en las áreas perturbadas. Asimismo, se expone el alcance de las principales políticas públicas de regulación ecológica y, finalmente, se analiza el contexto social a través de su tendencia demográfica, marginación y dependencia socioeconómica.

## **Metodología**

La generación de indicadores para determinar la resiliencia, establece la identificación de propiedades acerca del estado que tiene un SSE, se calculan a partir de técnicas de sensoría remota y el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG), los cuales permiten identificar y comparar atributos del SSE (Gallopín 2006). De esta manera se establecen dos criterios definidos por Vilarity (2009): 1) Identificación de escalas espaciales y definición de fronteras 2)



Identificación de componentes del sistema (interrelaciones-transformación) y sus respuestas a través del tiempo. Lo anterior permite distinguir las expresiones territoriales de cada régimen aprovechamiento a través de la selección de indicadores y técnicas; lo cual queda plasmado en la operacionalización metodológica de variables (Tabla 1).

Tabla 1.  
*Operacionalización técnica metodológica*

| Var                    | Indicador  | Descripción  | Técnica   | Fuente                              |
|------------------------|--|--|---|-------------------------------------|
| Escala Ecológica       | Cambios de vegetación  | Variación en tipos de vegetación entre distintos periodos disponibles con cartografía digital  | Superposición geométrica de información vectorial digital de inventarios nacionales forestales Serie I, II, III, IV y V | INEGI                               |
|                        | Cambios de usos de suelo   | Variación en tipos de uso de suelo identificados en periodos seleccionados   | Digitalización de áreas productivas en cada uso de suelo mediante imágenes satelitales                                  | Imágenes Landsat, Aster, Quick bird |
|                        | Vegetación secundaria en zonas agrícolas, cambios en agostaderos y desmontes acuícolas | Cambio de tipos de vegetación a partir de usos de y vegetación   | Superposición geométrica de información vectorial. Digitalización de áreas acuícolas y agostaderos.                     | INEGI, imágenes de satélite y RAN   |
| Política de regulación | POET Costero   | Aptitud y política ambiental de la franja costera  | Superposición geométrica de datos con polígono de la subcuenca  | CEDES                               |
|                        | Degradación de suelos  | Áreas prioritarias de protección   | Superposición geométrica de datos con polígono de la subcuenca  | CONABIO                             |
|                        | Áreas de conservación y regulación ecológica   | Áreas de interés para conservación de las aves, Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias, Unidades de Manejo Ambiental | Superposición geométrica de datos con polígono de la subcuenca  | SEMARNAT                            |



|                 |                             |  |  |        |
|-----------------|-----------------------------|--|--|--------|
| Contexto social | Marginación                 | Grado de marginación de las localidades                  | Superposición geométrica de datos con polígono de la subcuenca | CONAPO |
|                 | Dependencia y participación | Relación existente entre la población inactiva y la PEA. | Superposición geométrica de datos con polígono de la subcuenca | INEGI  |
|                 | Tendencia demográfica       | Distribución de la población                             | Superposición geométrica de datos con polígono de la subcuenca | INEGI  |

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis del estudio se eligió la delimitación de la subcuenca baja Río Sonora, la cual se obtuvo de datos cartográficos vectoriales de la Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO, 2018).<sup>4</sup> Los factores inductivos significativos son: suelo urbano, agricultura, actividad maderable y acuicultura. La interrelación figura a partir de su ciclo de aprovechamiento. Se identifican como componentes de escala ecológica los atributos expresados en las cartas de vegetación y la digitalización del uso de suelo. Como formas de intervención en el SSE, se analiza el alcance de las políticas de regulación ecológica, y por último el contexto social por medio de indicadores socio-territoriales.



*Figura 1.* Esquema de las variables a analizar que componen el Sistema Socio-Ecológico Fuente: elaboración propia a partir de Guzmán y González (2008) y García y Toledo (2008).



Para ello se utilizó el SIG ArcGis 10.2, con el cual se realizó superposición geométrica de toda información vectorial correspondiente a la superficie de la Subcuenca Baja Río Sonora. Se reclasificó la cartografía correspondiente a vegetación e hidrología superficial con el apoyo de imágenes satelitales en distintas escalas (1:50, 000 y 1:250, 000). Se elaboraron mapas de uso de suelo para distintos periodos y los atributos correspondientes a contexto social y políticas de conservación se delimitaron en función del área de estudio, de la cual, su alcance geográfico queda representado en la Figura 2.

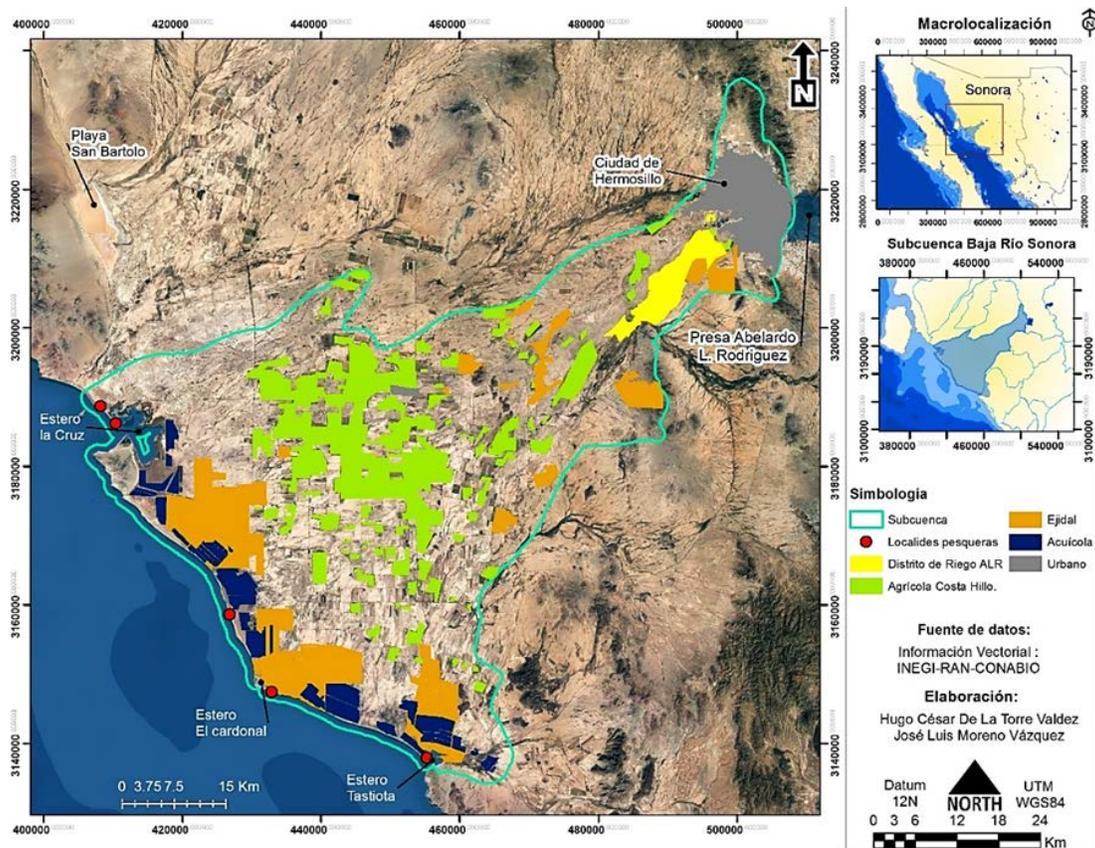


Figura 2. Localización de la subcuenca baja Río Sonora y aprovechamientos. Fuente: elaboración propia con información vectorial de INEGI, RAN y Conabio.



### *Descripción del área de estudio*

El área de la subcuenca baja Río Sonora abarca un área de 349,825 hectáreas,<sup>5</sup> se localiza en las coordenadas geográficas 453,813 y 3,179,298. Tiene un alcance completo sobre el acuífero Costa de Hermosillo (clave 2619), el cual presenta una recarga anual de 250.0 Mm,<sup>3</sup> descarga natural comprometida de 0.0 Mm,<sup>3</sup> y extracciones de 430.4 Mm,<sup>3</sup> para un déficit (disponibilidad) de -97.62 Mm,<sup>3</sup> lo que implica una condición geohidrológica de sobreexplotación, asociada a un proceso de intrusión salina según la Conagua (2015). Abarca el sistema de cuencas del río Bacoachi y río Sonora y también comprende el distrito de riego de la presa Abelardo L. Rodríguez, así como el distrito de la Costa de Hermosillo.

### *Formación del Sistema Socioecológico en la subcuenca baja Río Sonora*

#### Procesos de apropiación ecológica y modos de producción agraria

Desde la primera mitad del siglo XX, la subcuenca baja Río Sonora, como SSE, desarrolló regímenes de aprovechamiento vinculados a partir de la construcción de la presa Abelardo L. Rodríguez (ALR), la formación del Distrito de Riego de Hermosillo en 1948 y la creación del Distrito de Riego de la Costa en 1953. Lo anterior condicionó un contexto delimitado por el área norte con aprovechamiento de agua superficial y la parte centro-sur dedicada a la extracción de agua subterránea (Moreno, 2006). La Presa ALR redujo aportaciones de agua provenientes de la cuenca del Río Sonora hacia la parte baja, sobre todo en la zona de abanico aluvial, llanuras salinas y cuerpos de agua (Salazar, Moreno y Lutz, 2012).

El contexto agrícola sentó las bases para que la región atrajera nuevos asentamientos humanos, una parte de ellos fueron comunidades ribereñas vinculadas al aprovechamiento de pesquerías, localizadas en esteros y frentes de playa<sup>6</sup> (De La Torre y Sandoval 2015a; Moreno et al., 2005; WWF, 2005). Asimismo, se establecieron núcleos ejidales vinculados a actividades agropecuarias a pequeña escala, algunos en condiciones limitadas al ser localizados en llanuras ensalitradas, sin acceso a recursos hídricos (Moreno, 2006), vinculándose a la extracción de mezquite para la elaboración de carbón vegetal y a la ganadería en pequeña escala (Pérez y Cañez, 2003). Una parte de ellos complementó su ingreso



empleándose de manera temporal en la pesca o en campos agrícolas (De La Torre y Sandoval, 2014, 2015a).

*Contexto crítico ecológico, nuevos elementos de perturbación y vínculos del SSE*

En el periodo 1970-1980, los ritmos de crecimiento agrícola comienzan a declinar como consecuencia del uso desmedido por extracción de agua del acuífero. El sector agrícola se reestructuró en la década posterior a través de reformas al sector y conversión de cultivos. A nivel ecológico se presentó un deterioro que fomentó el cierre y abandono de campos de cultivo a partir de la intrusión salina (Moreno, 2006; Castellanos et al., 2010). Este contexto desencadenó una serie repercusiones en el resto de las actividades productivas.

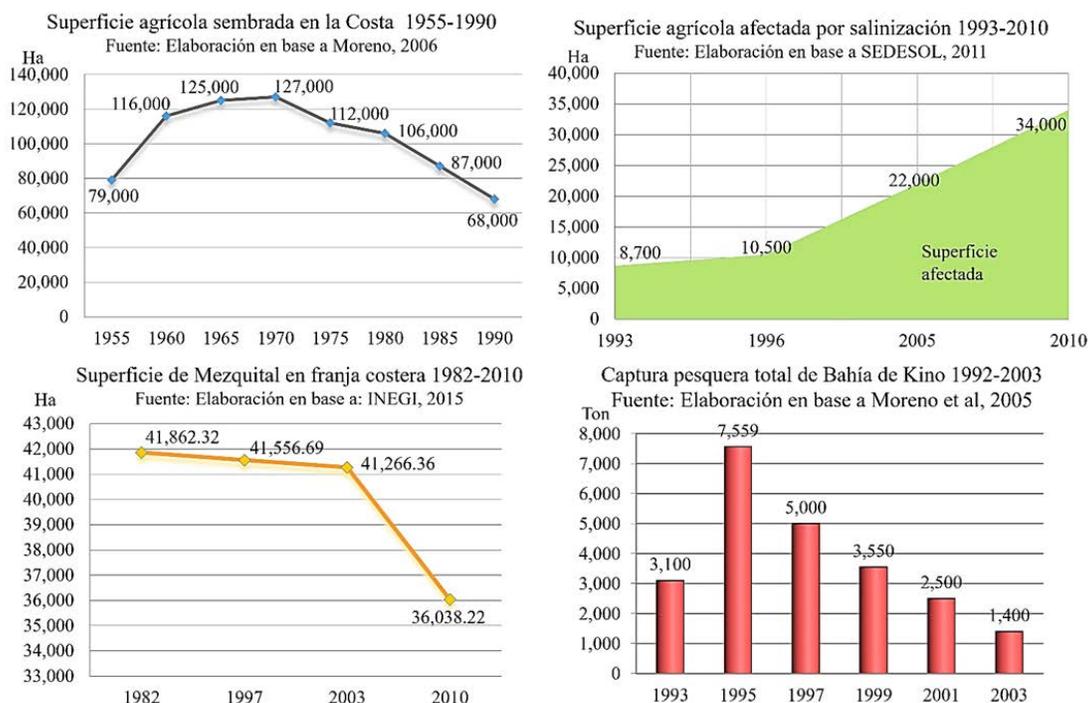


Figura 3. Esquema del contexto agrícola, el aprovechamiento maderable y la pesca ribereña. Fuente: elaboración propia con base en Moreno (2006); Sedesol (2011); INEGI (2015); Moreno et al., (2005).



El aprovechamiento maderable en ejidos y la pesca ribereña presentaron síntomas de agotamiento. La crisis agrícola contribuyó de manera indirecta a la intensificación de la tala de mezquite a consecuencia de la falta de ingresos que se obtenían fuera del ejido (De La Torre y Sandoval 2014). Aunado a lo anterior, el sector ribereño incrementó el esfuerzo pesquero, provocando agotamiento de pesquerías ante la falta de regulación normativa, rezago de infraestructura y falta de organización (Doode y Wong, 2001; Cisneros, 2001).

Para 1980, el crecimiento demográfico en la ciudad de Hermosillo incrementó la demanda de agua,<sup>7</sup> lo cual provocó que autoridades priorizaran el uso doméstico de la presa ALR, anteriormente empleado por la agricultura. Posteriormente, el abasto comenzó a ser efectuado con líquido de la presa y agua subterránea, pero este abasto se vio mermado para agricultores del distrito de riego, aunque fue compensado con agua residual (De La Torre, 2007; Pallanez, 2002). Así comenzó el uso de aguas negras por cuatro ejidos pequeños productores particulares usuarios del Distrito de Riego de la Presa ALR. A finales de la década de 1980, en la parte baja de la subcuenca se desarrolló la acuicultura dedicada al cultivo de camarón. Su dinámica se configuró en el SSE a partir de vínculos que estableció con el resto de las actividades: se construyeron estanques y canales de riego en áreas sin uso aparente y en agostaderos ejidales (De La Torre y Sandoval, 2015b). Asimismo, se edificaron diques para toma de agua al mar, drenes en esteros y frentes de playa con aprovechamiento pesquero (De Walt, 2000; Nava, 2003).

La actividad acuícola presentó un crecimiento acelerado de 1990 a 2010. No obstante, en los últimos años su dinámica se vio restringida a partir del desarrollo de patógenos que incidieron en la mortalidad de siembra. Su extensión física se vio detenida ante la saturación de espacios con aptitud y densidades de cultivo fuera de normatividad, ello ocasionó su decrecimiento productivo (Peralta 2018; De La Torre y Sandoval, 2015b). En la Tabla 2 se presenta un resumen de los elementos de perturbación y los daños ecológicos que causan.



Tabla 2.

*Características principales de los elementos de perturbación del SSE*

| Perturbación              | Actores sociales/servicio ambiental                                      | Factores de presión ecológica                                    | Implicaciones ecológicas y sociales  |
|---------------------------|--|--|--|
| Crecimiento urbano        | Habitantes de la ciudad/ Agua y superficie                               | Cambio de uso de suelo, uso de agua proveniente de presa y pozos | Incremento en la demanda de agua, desmontes de vegetación.   |
| Agricultura               | Grupos de colonos, pequeños propietarios, ejidatarios/ Agua y superficie | Cambio de uso de suelo, uso de agua proveniente de presa y pozos | Sobre explotación del manto acuífero, desertificación, desmontes de vegetación                       |
| Aprovechamiento maderable | Ejidatarios costeros/ Vegetación y superficie                            | Uso de agostadero, deforestación.                                | Desertificación, presión urbana, despoblamiento, conflictos internos.                                |
| Pesca ribereña            | Pescadores, libres, permisionarios, cooperativas. / Fauna marina         | Esfuerzo pesquero, uso de esteros y frentes de playa.            | Agotamiento de especies, conflictos internos   |
| Acuicultura               | Productores particulares/ Superficie y agua marítima                     | Cambio de uso de suelo, modificación hidrológica.                | Azolvamiento de cuerpos de agua, sedimentación, desmontes de vegetación, conflictos intersectoriales |

Fuente: elaboración propia con base en De La Torre y Sandoval (2015b), Moreno (2006), Moreno et al. (2005), Pallanez (2002), Rosas (1992).

El SSE presenta un conjunto de interrelaciones entre vínculos caracterizado por atributos ecológicos de la subcuenca, comprende cinco sistemas sociales vistos como regímenes de producción. Los distintos tipos de perturbación que genera son concebidos elementos fundamentales para estimar el nivel de resiliencia y determinar el grado de sustentabilidad.

El primer vínculo identificado fue crecimiento urbano y agricultura articulados por la presa ALR, el proceso redujo la aportación de agua en la parte baja, propició la apertura de pozos y el uso de aguas residuales en actividades agropecuarias.

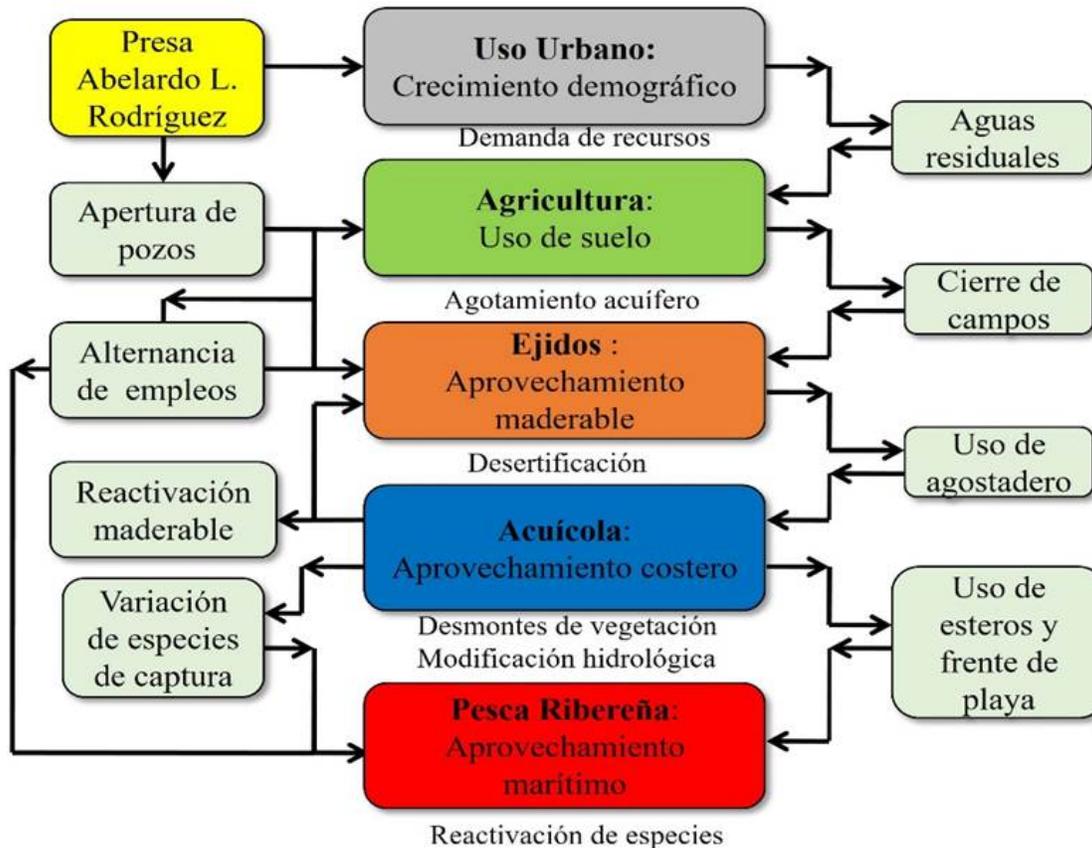


Figura 4. Vínculos e interrelaciones entre cada elemento de perturbación del SSE. Fuente: elaboración propia.

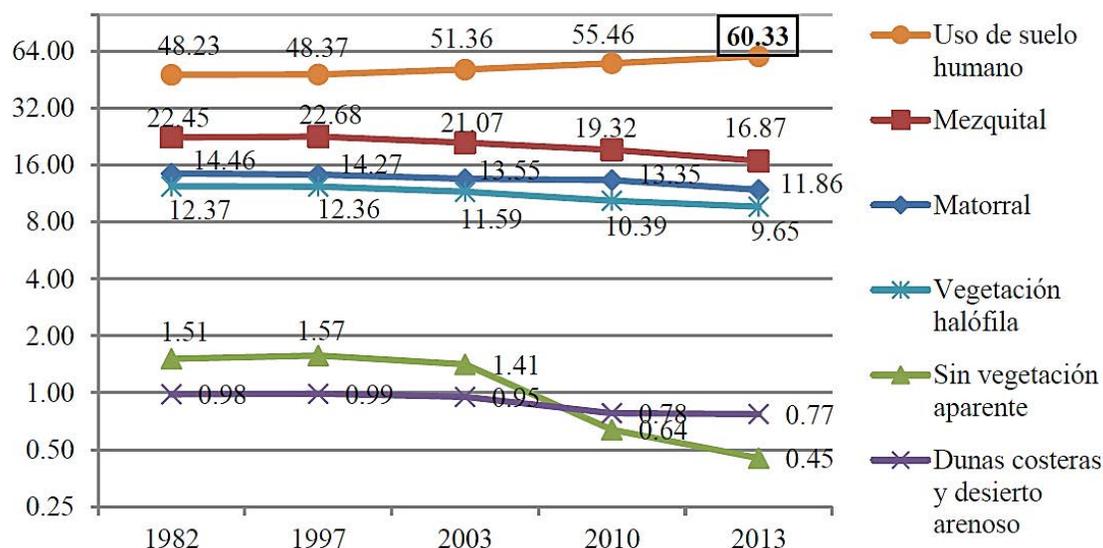
Los ejidos costeros quedaron vinculados a la agricultura por su participación en empleos temporales y al proceso de desertificación regional relacionado al aprovechamiento forestal. La acuicultura generó enlaces con ejidos con el uso de agostaderos y la reactivación de producción de carbón,<sup>8</sup> así como uso de áreas de pesca para tomas de agua y drenes, con eso se provocaron cambios hidrológicos. La pesca ribereña, vinculada en un periodo a empleos agrícolas, tuvo incursión marítima y ocasionó el agotamiento de algunas especies, pero se benefició de la reactivación de pesquerías, producto de la modificación hidrológica de las obras acuícolas.<sup>9</sup> El aprovechamiento de cada uno se traduce en un conjunto de perturbaciones plasmadas territorialmente en distintos cambios de uso de suelo que a continuación se analizarán.



### Escala ecológica del SSE

#### Cambios en las coberturas de vegetación y usos de suelo

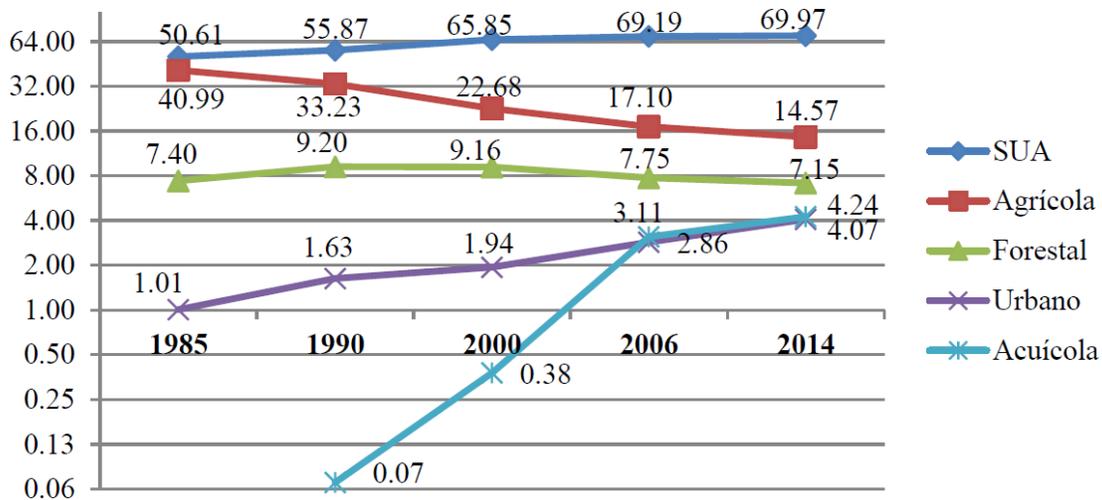
La transformación que presentan las coberturas de vegetación se encuentra vinculada, principalmente, al aprovechamiento de cada uso de suelo en la región<sup>10</sup>.



Gráfica 1. Superficie ocupada (porcentajes) por tipo de vegetación y clases agrupadas. Fuente: elaboración propia con base en Cartas de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI.

De las seis clases analizadas,<sup>11</sup> la principal está asociada a uso de suelo humano; comprende áreas agrícolas, zonas urbanas, pastizales (inducidos y cultivados) y áreas acuícolas. Su ocupación registra 240,019 hectáreas (60.3 %) en 2013; presenta así, la mayor extensión. Su crecimiento implica pérdidas significativas de coberturas de zonas de mezquital, matorrales y vegetación halófila. Lo anterior revela que la actividad humana, ha ocupado una parte mayoritaria de la subcuenca, acumulando usos de suelos activos e inactivos.<sup>12</sup>

Los mapas de uso de suelo indican que, de 1985 al 2014, las áreas sin uso aparente alcanzaron 70 % de ocupación en la subcuenca en detrimento de la actividad agrícola y forestal. Para que un área, sin uso aparente, se incremente requiere que un uso de suelo decrezca, lo que implica que en los últimos treinta años se ha desarrollado una transformación continua.<sup>13</sup>



Gráfica 2. Superficie ocupada (porcentajes) por uso de suelo. Fuente: elaboración propia con base en imágenes satelitales.

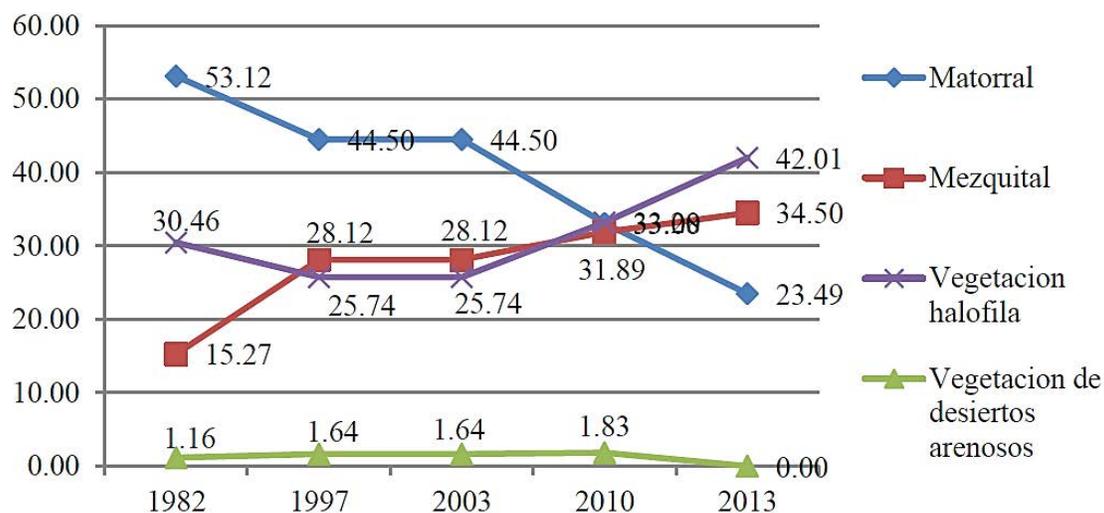
El uso de suelo forestal (7.15 %) se mantuvo a medida que se dio un crecimiento significativo en los años ochenta con la formación del ejido Puerto Arturo. El suelo acuícola, al no existir al inicio del periodo, culmina con una ocupación del 4.2 % y el suelo urbano en 4.07 % como resultado del crecimiento de la ciudad de Hermosillo. Al comparar mapas de vegetación con usos de suelo tenemos dos valores representativos: a) la información vectorial indica que el uso de suelo humano es creciente y ocupa el 60.33 %, b) la digitalización, arroja áreas sin uso aparente en aumento y representan 69.97 %.<sup>14</sup> Por ello, el incremento de las dos clases con mayor cobertura se aproxima más a un fenómeno de desertificación que de ocupación, representa un antecedente de una sucesión ecológica y productiva. De este modo, es necesario identificar los tipos de vegetación en las áreas de uso de suelo, para ver su incidencia particular en los cambios ecológicos de la región.

### *Vegetación en campos agrícolas*

Los registros históricos señalan que antes del desarrollo agrícola, la superficie se componía de zonas de aluvión arenoso y áreas extensas de bosques de mezquites robustos (Moreno, 2000). Al crecer la agricultura, los servicios ambientales



protección a la cuenca, conservación de biodiversidad y captura de carbono (Pagiola, Bishop y Mills, 2003) se vieron reducidos.

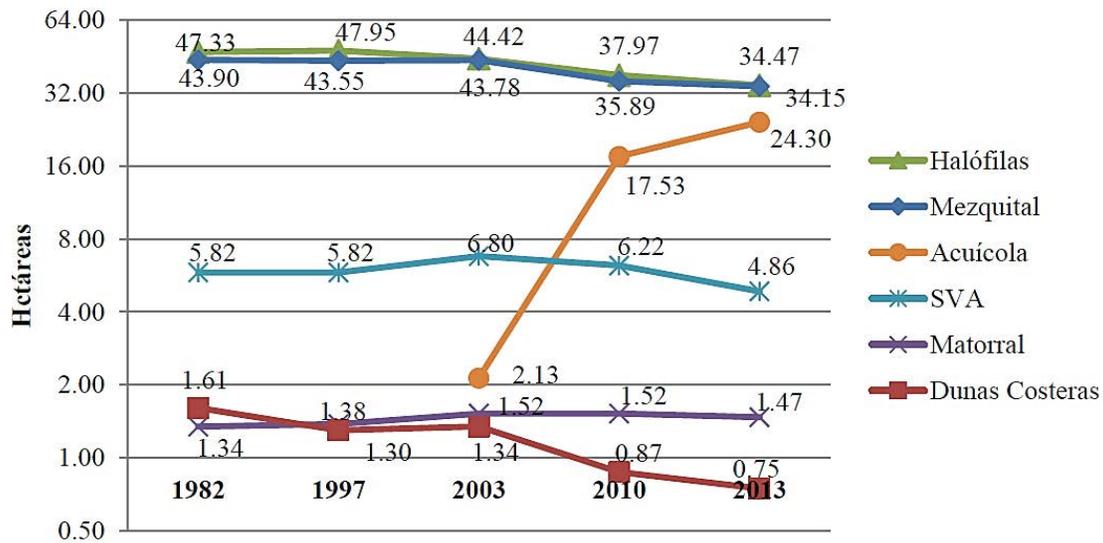


Gráfica 3. Vegetación (porcentaje) en campos agrícolas inactivos. Fuente: elaboración propia con base en Cartas de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI.

Para 1983 la superficie agrícola abarcó 158,055 hectáreas correspondiente al 40 % de uso de suelo. Se identifican tipos de vegetación que se desarrollaron posterior al declive productivo,<sup>15</sup> son representativos el mezquital y las halófilas. Matorral se redujo a consecuencia de pastizal inducido, así como áreas sin uso aparente. El contexto propicia un fenómeno de vegetación sucesional, que obstruye su regeneración y estimula la aparición de especies exóticas introducidas por la agricultura (Castellanos et al., 2010).<sup>16</sup>

### *Cambios de vegetación en las áreas de agostadero ejidal.*

La vegetación de agostadero ejidal<sup>17</sup> comprende ambientes de mezquites (*Prosopis* spp.) y arbustos en superficies de suelo profundo con aproximación a escorrentías; representa alimento de ganado, madera utilizada por comunidades y carbón vegetal (INEGI, 2015).



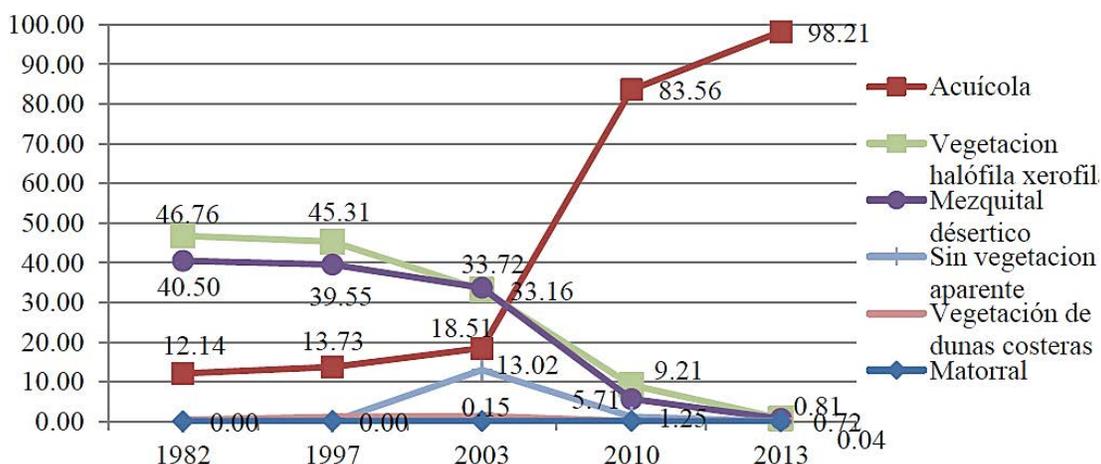
Gráfica 4. Cambios de vegetación en agostaderos costeros (porcentajes). Fuente: elaboración propia con base en Cartas de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI (2015) y polígonos ejidales del Registro Agrario Nacional.

De 1982 a 2013 se redujo 22% ambientes de mezquital correspondientes a 3,522 ha en áreas de agostadero asociado directamente con la intensificación maderable. Se incrementaron áreas sin vegetación aparente (desertificadas) y áreas de halófilas presentan descenso ante el uso creciente de suelo acuícola a partir de los desmontes cercanos a la línea de costa.

La complementariedad de ingresos de ejidatarios con la producción de carbón responde a un fenómeno regional y una alternativa a medida que sus procesos agrarios concluían (Castellanos et al., 2010; Pérez y Cañez, 2003; Rosas, 1992). Su prolongación coincide con la crisis agrícola hasta llegar al periodo de los desarrollos acuícolas, los cuales generaron cambios de uso de suelo total (De La Torre y Sandoval, 2015, p. 166).

#### *Vegetación desmontada por los desarrollos acuícolas*

Los ambientes desmontados por usos de suelo acuícola<sup>18</sup> incluyen halófila, compuesta por comunidades arbustivas o herbáceas desarrolladas sobre suelos salinos localizados en partes bajas de cuencas de zonas áridas y semiáridas, cercanas a cuerpos de agua (INEGI, 2015).



Gráfica 5. Vegetación desmontada por desarrollos acuícolas (porcentajes). Fuente: elaboración propia con base en Cartas de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI e imágenes satelitales.

Los ambientes de halófilas presentan una reducción de 22,112 hectáreas. Otra clase con remoción representativa es Mezquital con 19,649 ha, impactadas anteriormente por ejidos.<sup>19</sup> De acuerdo con el Dictus-Unison (2008), la vegetación no halófila, afectada corresponde a asociaciones de comunidades de mezquite con cactáceas columnares, incluyendo sahuaro y cardón. La actividad se desarrolló en planicies costeras y no sobre áreas de mangle, los principales impactos son fragmentación de dunas y playa por construcción de canales. Su crecimiento contribuyó a la reactivación parcial de la producción de carbón, a medida que la extracción de mezquite fue aprovechada por ejidatarios (De La Torre y Sandoval 2015).

### *Políticas de regulación ecológica*

#### POET Costero

El Programa de Ordenamiento Ecológico Costero elaborado por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES, 2008), contempló la aptitud ante diversos usos de suelo, analizó las actividades productivas, ecosistemas y estableció una estrategia consensada con actores sociales. Las unidades



de gestión ambiental se ubican en una distancia de 15 km entre línea de costa y zona terrestre, ocupando 33 % del área de la subcuenca.

Como decreto oficial, el POET se tradujo en el principal lineamiento del uso del suelo en función de una política central dividida en: aprovechamiento, conservación y restauración. La política con criterio de mayor extensión corresponde a áreas de aprovechamiento que abarcan 90.5 % (119,255 hectáreas), divididas en 73 % para actividades productivas (acuícolas y agrícolas), en conjunto con aves residentes, y el 16.6 % restante corresponde a proyectos turísticos de sol y playa, fauna de mamíferos y aves residentes. La política de conservación abarca 5.5 % (7,248 hectáreas), está dirigido a preservación de cactáceas columnares, ecosistemas de sierras, humedales y fauna; permite actividades de turismo de aventura en dunas e inmobiliaria. La política de restauración correspondiente a 3.9 % (5,253 hectáreas), comprende rehabilitación de humedales, aves residentes y migratorias.<sup>20</sup>

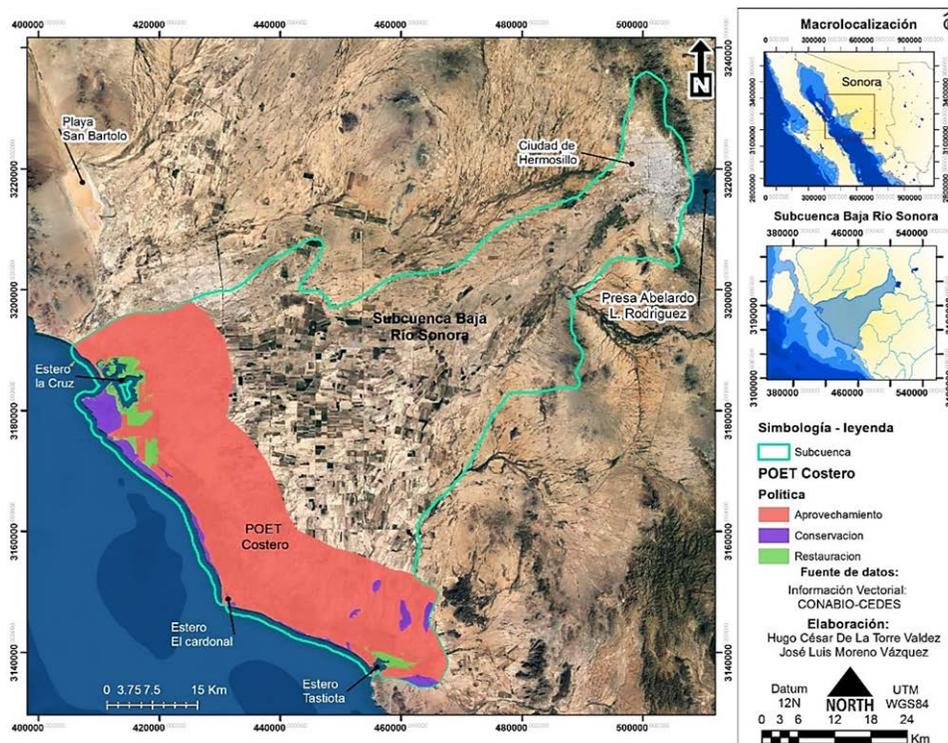
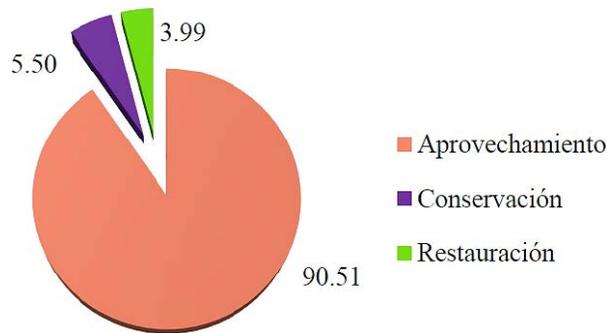


Figura 5. Superficie ocupada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero. Fuente: elaboración propia con base en Conabio y CEDES.



Gráfica 6. Política territorial del POET Costero en la subcuenca (porcentaje de ocupación).  
Fuente: elaboración propia con base en polígonos de CEDES.

A partir de ello, existe un debate en torno al papel de los programas de ordenamiento; en el caso de México, se presenta una vinculación sectorial, la cual no se traduce en una política de desarrollo territorial sustentable, sino en un reto de planeación regional (Wong, 2009). Por tanto, al describir la política y el alcance geográfico del POET costero, podemos identificar que se basa en un marco de aprovechamiento parcialmente sustentable.

### *Degradación de suelos*

La degradación de suelos identifica áreas con procesos de perturbación. Si bien el contexto nacional es crítico (45 % del suelo nacional presenta deterioro) la información sirve de referencia oficial sobre el estado edafológico y las implicaciones de los usos de suelo.<sup>21</sup>

Tabla 3.  
*Características y superficie de la degradación de suelos en la subcuenca*

| Tipo                     | Grado    | Hectáreas   | %     |
|--------------------------|----------|-------------|-------|
| Degradación física       | Extremo  | 20,651      | 5.2   |
| Degradación física       | Fuerte   | 4,654       | 1.17  |
| Erosión eólica           | Ligero   | 176,950     | 44.5  |
| Erosión eólica e hídrica | Moderado | 86,741.6    | 21.8  |
| Sin degradación          |          | 108,755.261 | 27.34 |

Fuente: elaboración propia con base en polígonos de Conabio.



La superficie con grado crítico es de tipo degradación física por pérdida de función productiva del suelo, abarca 25,306 hectáreas (6.4 %). Su principal causa es la expansión de la ciudad de Hermosillo.<sup>22</sup> El área con degradación de suelo más extensa abarca 176,950 hectáreas (44.5 %); causada por actividades agrícolas y sobrepastoreo en el distrito de riego de la Costa de Hermosillo, así como en algunos ejidos.<sup>23</sup>

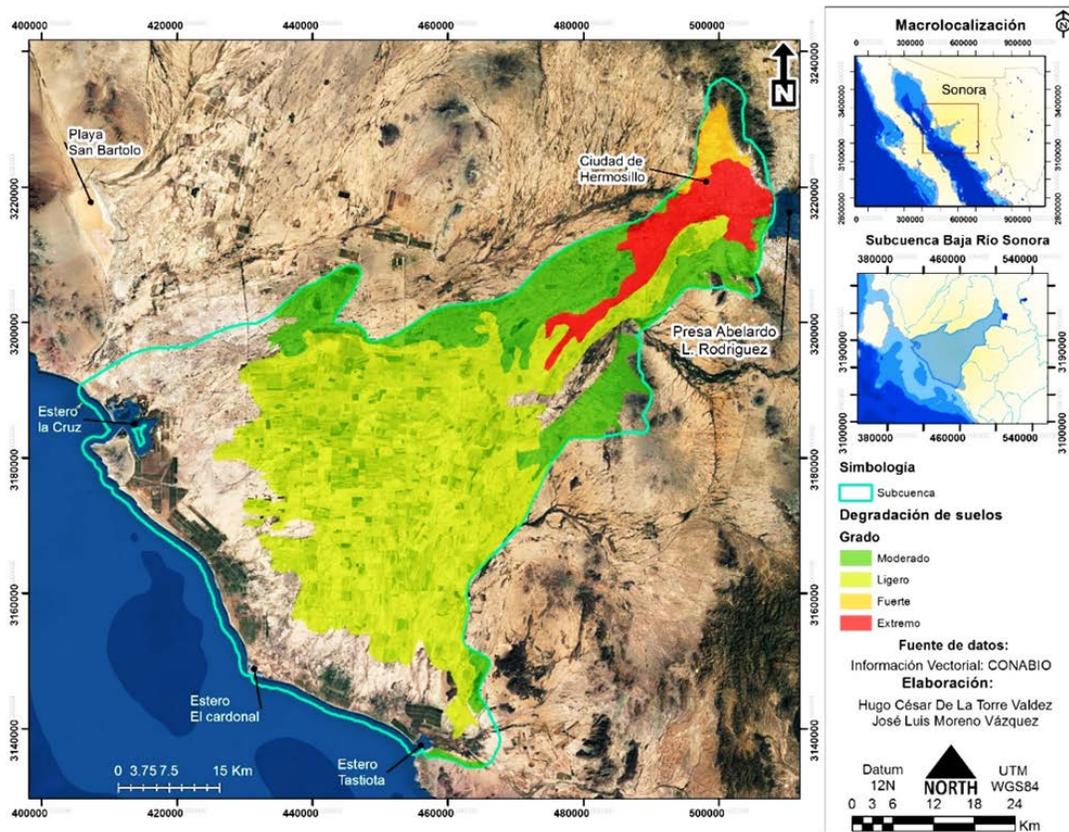


Figura 6. Áreas delimitadas por grado de degradación de suelos. Fuente: elaboración propia con información vectorial Conabio.

La degradación ligera se manifiesta en el Distrito de Riego de Hermosillo en zonas de riego con agua residual, mientras que el nivel de degradación moderada alcanza 86,741 hectáreas (21,8 %), localizadas en las corrientes tributarias de la subcuenca.

### Áreas de conservación

Las áreas de conservación responden a distintos lineamientos dirigidos a preservar sitios con importancia ecológica y regular el uso sustentable de los recursos. Para ello se identificaron polígonos con algún decreto o norma establecida por autoridades correspondientes.

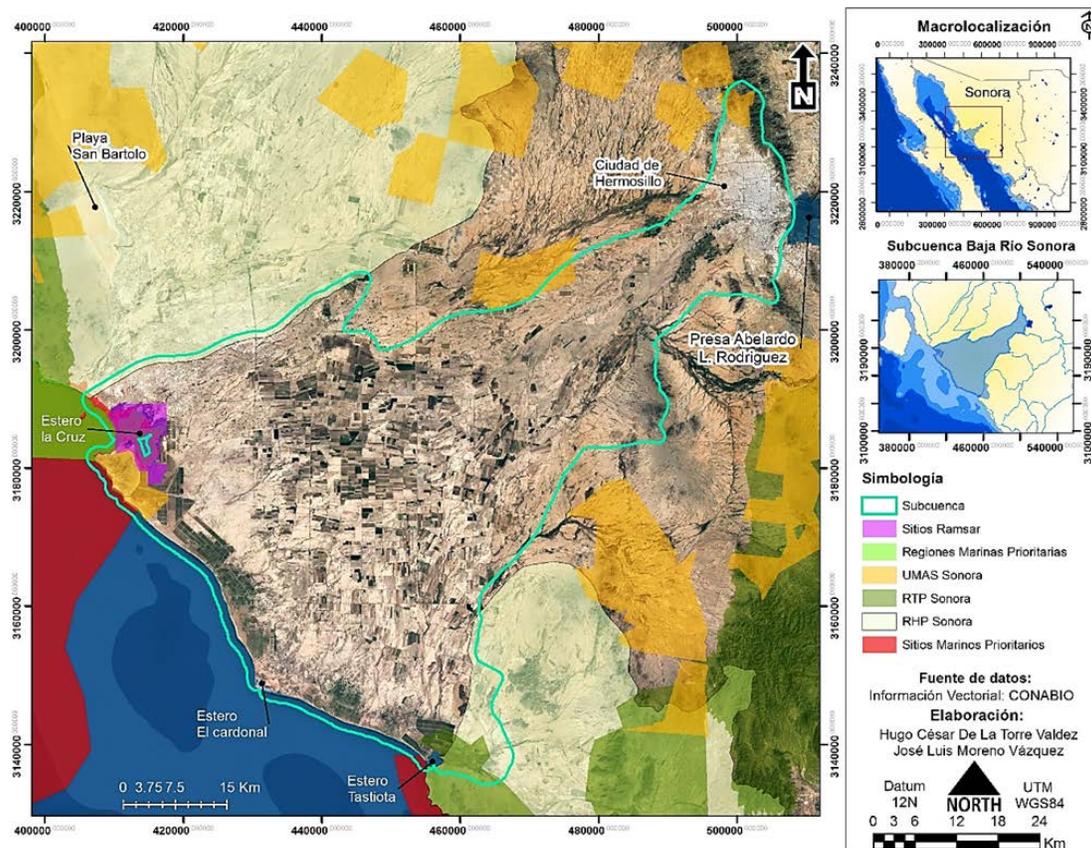


Figura 7. Áreas de conservación en el área de estudio. Fuente: elaboración propia con información vectorial Conabio.

Se identificó una cobertura de 62,742 hectáreas (15.77 %) asociadas a lineamientos de conservación.<sup>24</sup> La principal cobertura es Regiones Marinas Prioritarias (RMP), comprende la RMP Canal del Infiernillo y el estero La Cruz, abarca al poblado de Kino Viejo, una parte del desarrollo acuícola del estero y una fracción de agostadero del ejido Narciso Mendoza. Las Regiones Hidrológicas



Prioritarias (RHP) se ubican en el área buffer.<sup>25</sup> Sitios Ramsar se localizan en inmediaciones del estero La Cruz, destinados a conservación de manglar y humedales. La Región Terrestre Prioritaria (RTP) Cajón del Diablo abarca el estero Tastiota y Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) se encuentran en los límites de la subcuenca.<sup>26</sup>

Tabla 4.  
*Superficie ocupada por tipo de lineamiento de conservación y características*

| Lineamientos                             | Características   | Ha     | %     |
|--|---|--------|-------|
| Regiones Marinas Prioritarias            | Alta biodiversidad, sitios con amenazas al medio marino y lineamientos de gestión sustentable   | 27,940 | 44.53 |
| Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) | Conservación y manejo sustentable de los ambientes oceánico, costero y de aguas epicontinentales  | 15,723 | 25.06 |
| Unidades de Manejo Ambiental (UMAs)      | Sitios orientados a la protección y conservación de vida silvestre a través de lineamientos de manejo de fauna y flora con fines sustentables | 7,824  | 12.47 |
| Sitios Ramsar                            | Humedales en los cuales el agua contribuye a un nivel amplio de modificación al ambiente en conjunto con la flora y la fauna del ecosistema   | 6,455  | 10.29 |
| Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)   | Áreas con riqueza ecosistémica y con integridad biológica   | 4,797  | 7.65  |

Fuente: elaboración propia con base en polígonos de Conabio.

En general, las políticas públicas destinadas a regulación y preservación ecológica representan un área menor de la subcuenca y se localizan principalmente en desembocaduras extremas, protegiendo humedales y áreas susceptibles de manglar,<sup>27</sup> no obstante, fuera de la subcuenca se aprecia un alcance más representativo, tal como se aprecia en la Figura 7.

*Contexto social*

Tendencia demográfica

El desarrollo de las actividades productivas sentó las bases para una dinámica demográfica a partir de la formación de nuevos asentamientos.<sup>28</sup> De 1990 a 2000 la población rural creció 2.81 % y el número de localidades menores a 2,499 personas se amplió en 62 %. Del 2000 al 2010 la población rural se redujo -2.82 % así como sus asentamientos en -17.9 %. El crecimiento de la población propició nuevas localidades, pero en 20 años el contexto rural se dispersó, quedando deshabitadas o con el mínimo de habitantes para ser considerados localidades.

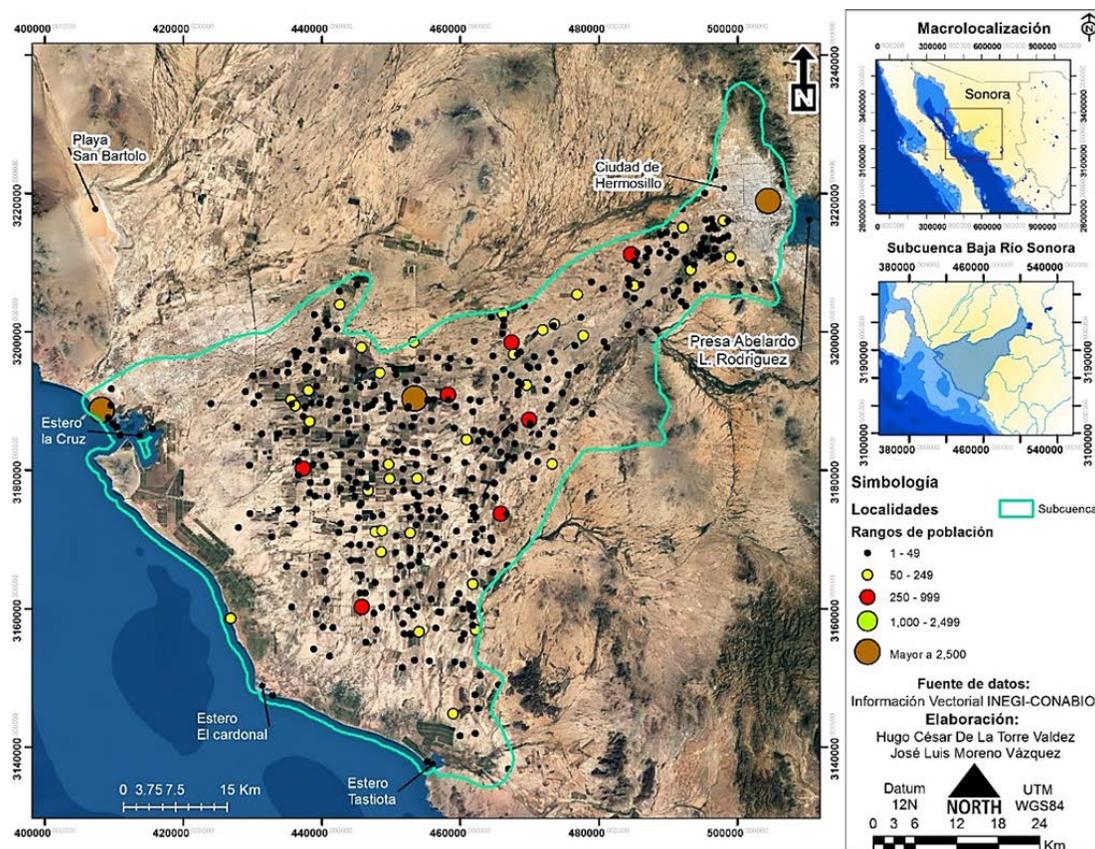


Figura 8. Distribución de las localidades de las subcuenca. Fuente: elaboración propia con información vectorial INEGI-Conabio.



Por su parte, la población urbana de la subcuenca concentra las localidades de Hermosillo, Miguel Alemán y Bahía de Kino. Su tasa de crecimiento en el periodo 1990-2000 fue de 3.10 %, mientras que para el periodo 2000-2010 su crecimiento fue de 2.92 %, una diferencia mínima porcentual con la tendencia anterior. Los poblados urbanos presentan un crecimiento constante y se vuelven receptores de población en la subcuenca.<sup>29</sup>

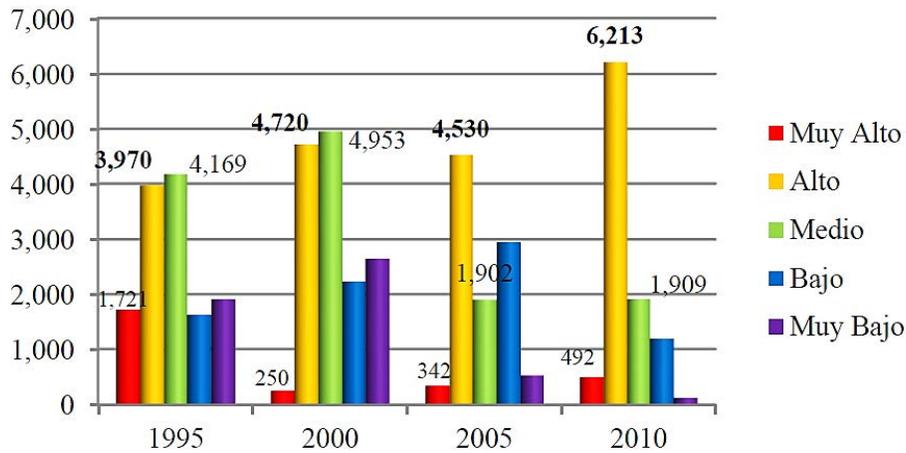
Tabla 5.  
*Comportamiento demográfico por población, localidad y género*

| Año  | Localidades Rurales | Población Rural | Hombres | Mujeres | Población urbana | Hombres | Mujeres |
|------|---------------------|-----------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
| 1990 | 336                 | 11,356          | 5,785   | 4,862   | 422,678          | 209,750 | 212,928 |
| 1995 | 625                 | 13,722          | 7,436   | 6,286   | 527,115          | 262,273 | 264,842 |
| 2000 | 545                 | 14,980          | 7,299   | 6,394   | 573,337          | 283,792 | 289,545 |
| 2005 | 479                 | 11,327          | 5,660   | 4,589   | 672,519          | 333,532 | 338,987 |
| 2010 | 447                 | 11,259          | 5,384   | 4,541   | 751,980          | 374,867 | 377,113 |

Fuente: elaboración propia con base en datos de INEGI.

### *Marginación*

La población rural que vive en contextos desfavorables para su desarrollo (marginación muy alta)<sup>30</sup> se redujo en el periodo 1995-2010 a partir de la desaparición de asentamientos en situación más crítica. Sin embargo, la población con grado de marginación alta se incrementó extendiéndose también el total de asentamientos rurales en el área.



Gráfica 7. Población rural y grados de marginación. Fuente: elaboración propia con base en datos de Conapo.

En las zonas urbanas, los niveles de marginación son reducidos por acceso a servicios básicos e infraestructura, por ello el 95 % de la población (715,061) vive en condiciones favorables. Sin embargo, el 4.11 % de los habitantes (30,899) habita en contextos urbanos precarios, incrementándose a categoría de marginación alta. La cantidad de personas que habitan entornos de oportunidades limitadas es mayor en zonas urbanas que en áreas rurales.

Tabla 6.  
*Población urbana y grado de marginación*

| Población | Total Urbana | Muy Alto | Alto   | Medio | Bajo  | Muy Bajo |
|-----------|--------------|----------|--------|-------|-------|----------|
| 1995      | 527,115      | -        | 19,068 | -     | 4,038 | 504,009  |
| 2000      | 573,337      | -        | 22,505 | 4,904 | -     | 545,928  |
| 2005      | 672,519      | -        | 25,738 | -     | 4,990 | 641,791  |
| 2010      | 751,980      | -        | 30,869 | 6,050 | -     | 715,061  |

Fuente: elaboración propia con base en datos de CONAPO.



A nivel espacial, no existe una concentración específica de las localidades con marginación alta, éstas se presentan dispersas en toda la subcuenca.<sup>31</sup> La tendencia general en zonas rurales es incremento de precariedad con grado alto,<sup>32</sup> y en áreas urbanas, el contexto de marginación se extiende en los tres cascos urbanos. La distribución de marginación por áreas de usos de suelo, se presenta diferente, 60 % de la población rural vive en condiciones de precariedad, de la cual 36% se concentra en zonas agrícolas, 12.3 % en áreas sin uso aparente y 10.86 % en suelos ejidales. Este fenómeno tiende a agudizarse en un contexto de deterioro de las condiciones sociales al mismo tiempo que una actividad económica decae territorialmente en el sistema socioecológico.

Tabla 7.  
*Grado de marginación en población que habita áreas de aprovechamiento (porcentaje)*

|          | Muy Alto | Alto  | Medio | Bajo | Muy bajo |
|----------|----------|-------|-------|------|----------|
| SUA      | 1.81     | 12.33 | 2.85  | 3.84 | 0.34     |
| Agrícola | 0.94     | 36.66 | 7.76  | 6.95 | 0.87     |
| Ejidal   | 1.85     | 10.86 | 10.20 | 0    | 0.46     |
| Pesca    | 1.85     | 0.43  | 0     | 0    | 0.0      |

Fuente: elaboración propia con base en datos de CONAPO.

*Relación de dependencia, tasa de partición económica y medidas de mitigación*

En localidades rurales existe una relación de dependencia alta, toda vez que la población dependiente (de 0 a 14 y de 65 años y más) supera al segmento de personas en edad de trabajar. Este contexto se debe a la migración de personas independientes y el incremento de personas de tercera edad. En zonas urbanas este contexto también se presenta, llegando a una relación de dependencia de 58 por cada 100 personas en el 2010.



Tabla 8.  
*Relación de dependencia y participación económica según población rural y urbana.*

| Relación de dependencia <sup>33</sup>         | 1990  | 2000  | 2010  |
|---|-------|-------|-------|
| Rural   | 57.42 | 54.70 | 67.07 |
| Urbana  | 43.14 | 36.84 | 58.05 |
| Tasa de Participación económica <sup>34</sup> | 1990  | 2000  | 2010  |
| Rural   | 53.00 | 58.06 | 59.89 |
| Urbana  | 47.73 | 53.16 | 57.66 |

Fuente: elaboración propia con base en datos de INEGI.

La población económicamente activa de 1990 a 2010, supera el segmento de población en edad de trabajar, muestra que la mayoría presenta una relación alta, pero su entorno de dependencia es muy alto en relación con personas sin condiciones de ejercer una ocupación. Cabe destacar que, en la Costa de Hermosillo, los altibajos del contexto socio productivo y ecológico han generado menos incentivos socio territoriales, que puedan atender las necesidades de ingreso de su población.

## **Resultados y discusión**

La Tabla 9 presenta un concentrado de los resultados obtenidos a partir de los indicadores territoriales calculados, los cuales reflejan el nivel in/sustentabilidad y resiliencia que se presenta en cada escala de análisis.



Tabla 9.  
*Indicadores territoriales y nivel de Resiliencia (in/sustentabilidad) del SSE*

| Var                    | Indicador   | Principales resultados  | In/Sustentabilidad-Resiliencia  |
|------------------------|---|---|---|
| Escala Ecológica       | Cambios de vegetación en la subcuenca                                     | Transformación significativa del SSE a través de usos de suelo  | Negativa, subcuenca ocupada en su mayoría por actividad humana                            |
|                        | Cambios de Usos de suelo en la subcuenca                                  | Transformación significativa del SSE a través de incremento de áreas sin uso aparente   | Negativa, subcuenca ocupada en su mayoría por áreas sin uso aparente                      |
|                        | Cambios de vegetación en zonas agrícolas, agostaderos y granjas acuícolas | Zonas agrícolas sin recuperación, reducción de ambientes de mezquite en agostaderos. Desarrollos acuícolas con pérdidas de ambientes halófilos y de mezquiales. | Negativa, no existen indicios de recuperación   |
| Política de regulación | POET Costero en subcuenca   | Visión sectorial de aprovechamiento en la franja costera  | Limitado, la mayor parte del área con lineamiento ecológico proyectado a transformación   |
|                        | Degradación de suelos en subcuenca  | Prescinde de la franja costera como área de degradación de suelos   | Negativo, exclusión de zonas fuertemente degradadas                                       |
|                        | Áreas de conservación y regulación ecológica en subcuenca                 | Excluidas en su totalidad de la subcuenca, localización solo en sitios de importancia ecológica marina  | Limitada, mínima participación en toda la subcuenca                                       |
| Contexto social        | Tendencia demográfica   | Despoblamiento de localidades, migración a zonas urbanas  | Vulnerable, desaparición de localidades   |
|                        | Marginación   | Mayor concentración en zonas agrícolas y ejidales   | Marginación alta, aún en zonas urbanas existe una reproducción significativa de carencias |
|                        | Dependencia y participación   | Alto segmento de la población dependiente no existe una sostenibilidad en la estructura poblacional   | Vulnerable, mayor prevalencia de población dependiente                                    |

Fuente: elaboración propia.



Para Salas et al. (2012), la resiliencia está asociada a la sustentabilidad del SSE, donde un sistema ante una perturbación retorna a su punto de equilibrio. No obstante, la subcuenca baja Río Sonora presenta una prolongación de su insustentabilidad, la cual genera una resiliencia cíclica y reducida. En ella, las superficies con uso de suelo y sin uso aparente son crecientes. Por tanto, los puntos de equilibrio se ubican en cada ciclo productivo, siendo transitorios y perecederos con tendencia hacia el agotamiento de un recurso ecológico central.

Reynolds et al. (2005) establecieron que los SSE en zonas áridas, una vez que presentan degradación requieren intervención externa, su escala social se debilita con migración, pérdida de conocimiento ecológico, quebranto de estructuras agrícolas y cambios en los patrones de uso de suelo. Con base en lo anterior, las premisas coinciden en torno al contexto de la subcuenca baja Río Sonora, su tendencia decreciente ecológica se agudiza a través de sus procesos migratorios y cambios de estructuras agrarias, lo cual requiere replantear y revertir el alcance limitado de las políticas públicas de intervención ecológica identificadas.

## **Conclusiones**

El sistema sociológico de la subcuenca baja Río Bajo Sonora, no presenta elementos que se traduzcan en una resiliencia que amortigüe la incidencia de las actividades agroproductivas. Los antecedentes y el análisis territorial describen un contexto crítico sin compensación.

La escala ecológica presenta una transformación severa a medida que predomina las áreas con actividades antropogénicas, expresadas en el nivel de ocupación, principalmente en usos de suelo con 60.33 % y sin uso aparente con 69.97 % dentro de la superficie total. Las áreas sin vegetación se incrementan y no presentan elementos de recuperación.

En la escala de políticas de regulación, la conservación ecológica muestra una participación mínima sin compensar el alto grado de predominio de las actividades productivas. Las áreas identificadas con degradación de suelos, no consideran a la franja costera como elemento de perturbación, lo que provoca la ausencia de cualquier tipo de regulación. Las directrices del POET Costero revelan una visión productivista con proyección hacia una transformación continua de aprovechamiento.

Finalmente, en el contexto social, la población rural presenta una creciente marginación concentrada en áreas agrícolas abandonadas, donde resto de las



actividades productivas no han servido de soporte, y aun cuando la acuicultura se presentó como un aprovechamiento territorial tecnificado y “sustentable”,<sup>35</sup> no ha logrado compensar su participación dentro del SSE.

Notas al pie:

<sup>1</sup> Los autores agradecen las aportaciones del Dr. Sergio A. Sandoval Godoy al tema abordado.

<sup>2</sup> Para el presente análisis se retomó la relación elementos simplificada de la siguiente forma: (Modos de producción agraria) + (Procesos de apropiación) = (Expresión territorial en SSE).

<sup>3</sup> La población de un SSE puede encontrar una dinámica equilibrada en función del conocimiento empírico como regulador de la gestión (cogestión adaptativa), así como de su cohesión social, la cual pueda contrarrestar las políticas públicas con visiones sectoriales (Albalá, 2007; Berkes y Turner, 2005; Folke, 2004).

<sup>4</sup> Su característica principal es que abarca el área superficial del acuífero de la Costa de Hermosillo y el conjunto de actividades productivas con más incidencia dentro del sistema hidrológico. La información digital vectorial de subcuencas hidrológicas se encuentra disponible en el Sistema nacional de información sobre biodiversidad

<sup>5</sup> Comprende gran parte de abanico aluvial y la llanura deltáica salina, con una predominancia edafológica en Yermosol, así como rasgos geológicos de aluvión del cuaternario. El tipo de clima es árido-cálido con precipitaciones entre verano e invierno mayores al 18 % anual y temperaturas máximas de 38° a 44°.

<sup>6</sup> Correspondientes al poblado de Kino Viejo, Tastiota, Cardonal y Sahuimero

<sup>7</sup> De acuerdo con Pallanez (2002), ese año, la ciudad de Hermosillo era abastecida de agua para uso doméstico por veinticinco pozos, debido a la proximidad de su localización y la reducida capacidad del acuífero. Ello provocó un abatimiento progresivo en los niveles freáticos que afectaron el rendimiento de la captación.

<sup>8</sup> Se identificó esta relación debido a que el crecimiento de las granjas implicó grandes cantidades de desmonte a una profundidad de diez metros; con ello se extrajo materia del subsuelo como raíces de mezquites, que fueron aprovechadas por ejidatarios para la elaboración de carbón (De La Torre y Sandoval, 2014, p.291).

<sup>9</sup> De acuerdo con la percepción de pescadores, el crecimiento y operación de las granjas acuícolas contribuyeron a que se reactivaran especies como la jaiba (*Callinectes bellicosus*) (De La Torre y Sandoval, 2015, p. 65).

<sup>10</sup> La referencia de la cartografía abarca el periodo 1982-2013, con distintos intervalos, y comprende información de la reclasificación elaborada de usos de suelo y tipos de vegetación.

<sup>11</sup> Mezquital, matorral, halófila, sin vegetación aparente, dunas costeras-desiertos arenosos y uso humano.

<sup>12</sup> Con base en lo anterior, se realizaron mapas de uso de suelo con imágenes de 1985, 1990, 2000, 2006 y 2014. Se delimitaron cinco clases correspondientes a los tres modos de producción agraria: agricultura, aprovechamiento maderable, acuicultura, así como suelo urbano y áreas sin uso aparente.



<sup>13</sup> Las áreas “sin uso aparente” comprenden sitios donde no existe uso de suelo o donde en algún tiempo lo hubo pero que en el momento del análisis no se encontró activo; éstas fueron tierras ociosas y/o transformadas.

<sup>14</sup> Lo anterior se explica de la siguiente manera: los datos vectoriales de vegetación indican una parte de áreas de uso de suelo que en algún tiempo registraron actividad, pero que en la actualidad no se encuentran activas y continúan señalándose con uso, acumulándose en el cálculo. Mientras que, en los mapas de uso de suelo, las áreas “Sin uso aparente”, reflejan tanto sitios sin intervención humana como usos de suelos inactivos.

<sup>15</sup> A partir del fenómeno de campos abandonados y de agotamiento del manto acuífero, los tipos de ambientes predominantes corresponden a matorral desértico micrófilo, que de acuerdo con INEGI (2009) es el tipo de matorral de zonas áridas y semiáridas que se caracteriza por desarrollarse en superficies de aluviales drenados y presentar asociaciones con cactáceas y gramíneas.

<sup>16</sup> El disturbio ecológico a gran escala y la ausencia de cubierta vegetal en las áreas agrícolas abandonadas fomentan la presencia de tolvaneras, pérdida de suelo y erosión, y afecta la salud de núcleos poblacionales cercanos (Castellanos et al., 2010)

<sup>17</sup> Se determinaron seis clases, cuatro de vegetación y dos correspondientes a uso acuícola y área sin vegetación aparente.

<sup>18</sup> Área digitalizada de estanquería y canales, se identificó tipos de ambientes desmontados.

<sup>19</sup> Las superficies de vegetación en 2013 se ven reducidas a una mínima proporción a consecuencia de que el desarrollo acuícola alcanza su máxima expresión territorial a través del cambio de uso suelo.

<sup>20</sup> Los lineamientos mantienen la influencia de las actividades productivas en un contexto de fuerte presión sobre los recursos naturales, sin incluir al sector social como actor clave dentro del área de estudio.

<sup>21</sup> La degradación de suelos comprende la localización de tipos de erosión como son: eólica, por viento; déficit de humedad e hídrica, causada por factores de inundación, sedimentación, escurrimiento, entre otros. Los tipos de degradación química por salinización, contaminación, eutrofización, pérdida de nutrientes. Se registra también degradación física que distingue la compactación de la estructura del suelo, encostramiento y sellamiento, hundimiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva. Información disponible en el Sistema nacional de información sobre biodiversidad de Conabio.

<sup>22</sup> En la zona norte de la ciudad se encuentran sitios de confinamiento de basura, así como extracción de minerales, considerada con el grado de degradación fuerte. La degradación extrema se presenta en áreas del distrito de riego de la presa Abelardo L. Rodríguez, sobre predios de pequeña propiedad, zona de riego del ejido La Manga y franjas sedimentadas del cauce del Río Sonora.

<sup>23</sup> El Guayparín, Hércules, La Peaña, La Habana y Zaragoza. Los ejidos con degradación corresponden a áreas de agostadero de los ejidos Villa de Seris y La Yesca, así como los ejidos La Habana, El Refugio, Carrillo Marcor y Salvador Alvarado, todos ellos vinculados a actividades agrícolas y ganaderas.

<sup>24</sup> Algunos polígonos se presentan sobrepuestos entre decretos, lo cual reduce el área a 12.6 % (sitio Ramsar Humedales de la Laguna Cruz, Región Marina Prioritaria Canal del Infiernillo y UMA San Nicolás de Kino).



<sup>25</sup> El área buffer es el margen de área adicional que se le otorga al polígono de la subcuenca para poder abarcar aquellos rasgos que pueden quedar fuera del área de estudio por la escala de medición o por error geodésico.

<sup>26</sup> Contemplan cacería y extracción de ejemplares, se encuentran reguladas por la Ley General de Vida Silvestre. Algunas de ellas corresponden a La Caridad, Montecarlo, San Francisco y San Nicolás de Kino.

<sup>27</sup> Aproximadamente, en los últimos diez años, las áreas prioritarias de reforestación a nivel federal se han proyectado fuera del área de estudio, mientras que en la actualidad sólo proyectos de compensación ambiental se presentan como medidas de intervención reciente. Las áreas elegibles de Conafor 2018 pueden consultarse en <http://www.conafor.gob.mx/apoyos/>

<sup>28</sup> En la década de los ochenta, y principios de los noventa, se concretaron procesos agrarios en quince ejidos, la mayoría de ellos vinculados al aprovechamiento del agostadero (Pérez y Cañez, 2003, p. 117-118). Sin embargo, estos ejidos recibieron tierras abandonadas con problemas de salinización, escasez de agua, expropiación o adeudos (Cañez y Tarrío, 2007, p. 110), excluidos de la dinámica agrícola. No fue hasta avanzada la década posterior que los estragos generados por el agotamiento de los recursos naturales en conjunto con otros factores se vieron reflejados en el número de población y en la desaparición de algunas localidades rurales.

<sup>29</sup> El índice de género en la población rural oscila en promedio en 119 hombres por cada cien mujeres. No obstante, la situación de género contrasta con la tendencia rural al existir una relación de 102 mujeres por cada cien hombres en las poblaciones urbanas.

<sup>30</sup> “El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar entidades y municipios según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas” (Conapo, 2012, p. 9).

<sup>31</sup> Para entender este panorama se calculó el índice Demangeon. Los resultados indican una dispersión mínima de 6.69 en los asentamientos rurales correspondientes a la subcuenca; se descarta la posibilidad de altos valores de concentración o dispersión.

<sup>32</sup> La disminución de población que habita localidades con grado “Muy Alto” corresponde a procesos migratorios y desaparición de localidades

<sup>33</sup> La relación de dependencia mide el grado promedio que tiene que afrontar cada persona disponible para la producción de bienes a partir de un segmento de población dependiente.

<sup>34</sup> La tasa de actividad es una relación específica que indica el grado de participación en la actividad económica. Representa la población económicamente activa respecto a la población de doce años y más.

<sup>35</sup> Fue con el desarrollo acuícola de la Costa de Hermosillo, que los lineamientos jurídicos ambientales en materia de cambio de uso de suelo comenzaron a ser aplicados y supervisados de manera más frecuente, como lo son Manifestaciones de Impacto Ambiental y Estudios Técnicos Justificativos.



## Bibliografía

- Albalá, M. A. (2007). *Elementos institucionales en las zonas rurales: una propuesta metodológica para su identificación y valoración en comarcas de Andalucía y Nicaragua*. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba, España.
- Berkes, F. y Turner, N. (2005). Conocimiento, aprendizaje y la flexibilidad de los sistemas socioecológicos. *Gaceta ecológica*, (77).
- Cañez, G. M. y Tarrío, G. M. (2007). Limitaciones para la acción colectiva: el ejido Cruz Gálvez de la Costa de Hermosillo, Sonora (1964-2000). *Región y sociedad*, 19(40), 107-128.
- Castellanos, A. E., Bravo, L. C., Koch, G. W., Llano, J. M., López, D., Méndez, R. y Yanes, G. (2010). *Impactos ecológicos por el uso del terreno en el funcionamiento de ecosistemas áridos semiáridos de Sonora*. *Diversidad biológica del Estado de Sonora*. México: Conabio-UNAM, pp. 157-186.
- CEDES (Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora) (2008). *Programa De Ordenamiento Ecológico Territorial De La Costa De Sonora*. Reporte final. Hermosillo Sonora. México.
- Cisneros, M. A. (2001). Pesca y manejo pesquero en el Golfo de California. *Estudios sociales*, 11, 57-69.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) (2018). Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Conapo (Consejo Nacional de Población) (2012). Índice de marginación por localidad 2010. Consejo Nacional de Población. Primera edición: enero de 2012. ISBN: 978-607-427-128-7
- Conagua (Comisión Nacional del Agua) (2015) *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Costa de Hermosillo (2619), Estado de Sonora*. CONAGUA Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de evaluación y ordenamientos acuíferos.
- De La Torre, V. H. C. y Sandoval, S. (2015a). Resiliencia socio-ecológica de las comunidades ribereñas en la zona Kino-Tastiota del Golfo de California. *Ciencia Pesquera*, 23(1), 53-71.
- De La Torre, V. H. C. y Sandoval, S. (2015b). Ecological Transformation and Territorial Synergies in the Hermosillo, Sonora Coastal Strip. *Frontera Norte*, 27(54). Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/136/13640682007/>
- De la Torre, V. H. C. y Sandoval, S. (2014). Cambios territoriales, producción de carbón vegetal y situación social de los ejidos de la franja costera de Hermosillo, Sonora: una discusión acerca de la importancia del capital social. En: P. Wong, L. Núñez y V. Salazar. *Desarrollo económico territorial: visión y experiencias desde la región norte de*



- México (269-308). CLAVE.
- De La Torre, V. H. (2007). *Nueva ruralidad y estrategias de sobrevivencia: el caso del ejido La Yesca*. Tesis de Maestría, Hermosillo, Sonora: CIAD, A. C.
- De Walt, B. (2000). Camaronicultura, sociedad y ambiente en el Golfo de California. *Informe para el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF)*. Pittsburgh, EUA.
- Dictus-Unison (Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora) (2008) *Estudio de daños ambientales derivados de la construcción y operación de la granja camarónica M&M en la región del estero La Cruz, municipio de Hermosillo Sonora México*. Laboratorio de Manejo Costero. Universidad de Sonora. Hermosillo Sonora.
- Doode, S. y Wong, P. (2001). El Golfo de California: surgimiento de nuevos actores sociales, ambientalismo y región. *Estudios Sociales*, 11, 25-56.
- Escalera, R. J. y Ruiz, B. E. (2011). Resiliencia socioecológica: aportaciones y retos desde la Antropología. *Revista de Antropología Social*, 20. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/838/83821273005/>
- Folke, C. (2004). Traditional knowledge in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(3), 7.
- Gallopín, G. (2006). Los indicadores de desarrollo sostenible: aspectos conceptuales y metodológicos. *Seminario de expertos sobre indicadores de sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas (4-6 de octubre, 2006, Santiago)* Memorias. Santiago de Chile.
- García, F. E. y Toledo, V. M. (2008). Evaluación de sistemas socioecológicos en áreas protegidas: un instrumento desde la economía ecológica. *Argumentos* (México, D. F.), 21(56), 103-116. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59505606>
- Guzmán, G. y González, M. D.M. (2008). Transición socio-ecológica y su reflejo en un agroecosistema del sureste español (1752-1997). *Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica*, 7, 81-96.
- INEGI (2015). *Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación Escala 1:250 000 Serie V*.
- Martín-López, B. y Montes, C. (2011). Biodiversidad y servicios de los ecosistemas. *Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE)*, 444-465.
- Martínez, C. y Moreno, J. L. (2016). Análisis de diseño institucional de las reglas génesis de la Asociación de Usuarios del DR 051-Costa de Hermosillo. *Estudios sociales*, 47, 41-69.
- Moreno, C., Weaver, A., Bourillón, L., Torre, J., Égido, J. y Rojo, M. (2005). Diagnóstico ambiental y socioeconómico de la región marina-costera de Bahía de Kino, Isla Tiburón, Sonora, México: documento de trabajo y discusión para promover un desarrollo sustentable. *Comunidad y Biodiversidad, Asociación Civil, Guaymas, Sonora, México*.
- Moreno, J. L. (2006). *Por abajo del agua: sobreexplotación y agotamiento del acuífero de la Costa de Hermosillo, 1945-2005*. Hermosillo, México: Editorial El Colegio de Sonora.

- Moreno, J. L. (2000). Conocimiento y estudios sobre el agua subterránea en la Costa de Hermosillo. *Región y sociedad*, 12(20), 75-110.
- Nava, A. (2003). *Evaluación del potencial de desarrollo camaronícola en la región costera de Bahía Kino-Tastiota, Sonora*. Tesis de maestría, Hermosillo, México: Dictus-Unison.
- Pagiola, S., Bishop, J. y Mills, N. L. (Eds.). (2003). *La venta de servicios ambientales forestales: Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo*. México: INE-Semarnat.
- Pallanez, M. (2002). *Valoración económica de los servicios ambientales sustentados por la presa Abelardo Luján Rodríguez los casos del agua y la fauna, 1990-2000*. Tesis maestría, Hermosillo, México: El Colegio de Sonora.
- Peralta, Y. (2018). *Factores que determinan la competitividad en el parque acuícola Cruz de Piedra, Empalme, Sonora, México*. Tesis de licenciatura, Universidad Estatal de Sonora. Hermosillo, Sonora.
- Pérez, E. P. P. y Cañez, G. M. (2003). Ganadería en el desierto: estrategias de sobrevivencia entre los ejidatarios de la Costa de Hermosillo, Sonora, México. *América Latina en la Historia Económica*, 10(2), 113-128.
- Rescia, A. J., Fungairiño, S. G. y Dover, J. W. (2010). Reactivación del sistema socioecológico ganadero de Picos de Europa (norte de España). *Revista Ecosistemas*, 19(2).
- Reynolds, J. F., Maestre, F. T., Huber-Sannwald, E., Herrick, J., y Kemp, P. R. (2005). Aspectos socioeconómicos y biofísicos de la desertificación. *Revista Ecosistemas*, 14(3).
- Rosas, O. J. L. B. (1992). *La producción de carbón vegetal en el estado de Sonora*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco. México.
- Salas, Z. W. A., Ríos, O. L. A. y Álvarez, D. C. J. (2012). Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos. *Ecología austral*, 22(1), 74-79.
- Salazar, A., Moreno, J. L y Lutz, A. (2012). Agricultura y manejo sustentable del acuífero de la Costa de Hermosillo. *Región y sociedad*, 24, 155-179.
- Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social) (2011). *Diagnóstico situacional del poblado Miguel Alemán*, Hermosillo, México, Coordinación Estatal de Microrregiones-Sedesol Sonora, abril.
- Vilardy, S. (2009). *Estructura y dinámica de la ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta: una aproximación desde el marco conceptual de los sistemas socio-ecológicos complejos y la teoría de la resiliencia*. Tesis doctoral, Ecología y Medio Ambiente, Univ. Autónoma de Madrid, Madrid.
- Wong, P. (2009). Ordenamiento ecológico y ordenamiento territorial: retos para la gestión del desarrollo regional sustentable en el siglo XXI. *Estudios sociales*, 17, 11-39.
- WWF (World Wild Found) (2005) *Diagnóstico de la pesca ribereña del estado de Sonora, México (2004)*. Editado Rodríguez-Valencia, J. A., Rodarte-Harispuru M. y Cisneros-Mata M. A., 32 p.



Young, O. R., Berkhout, F., Gallopín, G. C., Janssen, M. A., Ostrom, E. y Van der Leeuw, S. (2006). The globalization of socio-ecological systems: an agenda for scientific research. *Global Environmental Change*, 16(3), 304-316.