

# Propuesta metodológica para medir la sostenibilidad costera local en zonas áridas: su aplicación en la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno.

Magdalena Lagunas-Vázquez\* Marco Antonio Almendárez-Hernández\*  
Luis Felipe Beltrán-Morales\* Alfre y Magdalena Lagunas-Vázquez\*  
Marco Antonio Almendárez-Hernández\* Luis Felipe Beltrán-Morales\*  
Alfre.

Cita:

Magdalena Lagunas-Vázquez\* Marco Antonio Almendárez-Hernández\*  
Luis Felipe Beltrán-Morales\* Alfre y Magdalena Lagunas-Vázquez\* Marco  
Antonio Almendárez-Hernández\* Luis Felipe Beltrán-Morales\* Alfre  
(2017). *Propuesta metodológica para medir la sostenibilidad costera  
local en zonas áridas: su aplicación en la Reserva de la Biósfera El  
Vizcaíno. Estudios Sociales Revista de Alimenta, 27 (50).*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/magdalena.lagunas.vazques/40>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/p4kA/Hfp>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.  
Para ver una copia de esta licencia, visite  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

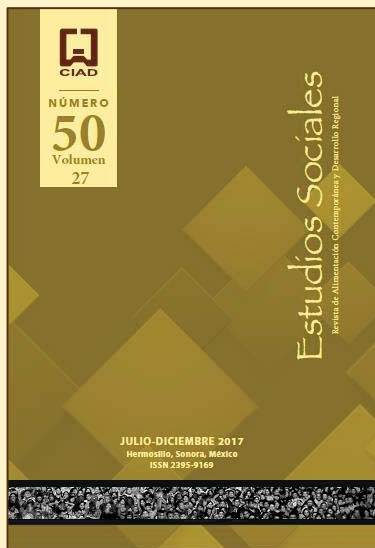
*Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.*

# Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo regional

Número 50, volumen 27. Julio-diciembre de 2017

Revista electrónica. ISSN: 2395-9169



## Propuesta metodológica para medir la sostenibilidad costera local en zonas áridas: su aplicación en la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno

### Methodological proposal to measure local coastal sustainability in arid zones: Its application in the Vizcaino Biosphere Reserve

DOI: <http://dx.doi.org/10.24836/es.v27i50.422>

Magdalena Lagunas-Vázquez\*

Marco Antonio Almendárez-Hernández\*

Luis Felipe Beltrán-Morales\*

Alfredo Ortega-Rubio\*

Fecha de recepción: 16 de diciembre de 2016.

Fecha de envío a evaluación: 30 de enero de 2017.

Fecha de aceptación: 12 de febrero de 2017.

\*Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. (CIBNOR).

Programa de Planeación y Conservación Ambiental.

Av. Instituto Politécnico Nacional No. 195

Col. Playa Palo de Santa Rita Sur.

Apdo. Postal 128. La Paz, B. C. S., 230906, México

Tel:(52) (612) 123-8484 Fax:(52) (612) 125-3625, ext. 3714

Autora para correspondencia: Magdalena Lagunas Vázquez

Dirección electrónica: [mlagunas@cibnor.mx](mailto:mlagunas@cibnor.mx)

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

# Propuesta metodológica para medir la sostenibilidad costera local en zonas áridas: su aplicación en la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno

Methodological proposal to measure local coastal sustainability in arid zones: Its application in the Vizcaino Biosphere Reserve

*Magdalena Lagunas-Vázquez\**  
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C.  
(CIBNOR), México  
mlagunas@cibnor.mx

DOI: <http://dx.doi.org/10.24836/es.v27i50.422>  
Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41751187014>

*Marco Antonio Almendárez-Hernández\*\**  
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C.  
(CIBNOR), México

Recepción: 16 Diciembre 2016  
Aprobación: 12 Febrero 2017

*Luis Felipe Beltrán-Morales\*\*\**  
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C.  
(CIBNOR), México

*Alfredo Ortega-Rubio\*\*\*\**  
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C.  
(CIBNOR), México

## RESUMEN:

El objetivo principal del presente análisis fue utilizar el paradigma de zonas secas (DDP por sus siglas en inglés) como herramienta metodológica en la medición de la sostenibilidad en un estudio de caso costero en un ecosistema desértico. La información social y ambiental del área de estudio se obtuvo a través de revisiones bibliográficas especializadas y toma de datos de campo, con apoyo de herramientas etnográficas, etnoecológicas y de investigación participativa. Metodología. La propuesta metodológica se basó en el marco conceptual del paradigma de desarrollo de zonas secas (DDP). Resultados. Se observa que más del 50% de los sistemas socioecológicos identificados en la ZPN se ubican dentro de los rangos de insostenibilidad y sostenibilidad lejana, que la proporción sostenible, aproximadamente el 20% en este sistema ZPN tienen que ver con procesos sociales y muy locales. Limitaciones. La limitación es que el trabajo solamente puede ser útil para analizar procesos de sostenibilidad en sistemas socioecológicos que cumplan con elementos que maneja la teoría del paradigma de zonas secas. Conclusiones. El estudio se considera una aportación novedosa a las diversas herramientas de medición de la sostenibilidad que actualmente se manejan en la ciencia de la sostenibilidad.

**PALABRAS CLAVE:** Desarrollo regional, medición de sostenibilidad, manejo costero desiertos, paradigma de desarrollo de zonas secas, Zona Pacífico Norte Baja California Sur.

## ABSTRACT:

## NOTAS DE AUTOR

\* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. (CIBNOR) Programa de Planeación y Conservación Ambiental. Av. Instituto Politécnico Nacional No. 195 Col. Playa Palo de Santa Rita Sur. Apdo. Postal 128. La Paz, B. C. S., 230906, México Tel:(52) (612) 123-8484 Fax:(52) (612) 125-3625, ext. 3714

\*\* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. (CIBNOR) Programa de Planeación y Conservación Ambiental. Av. Instituto Politécnico Nacional No. 195 Col. Playa Palo de Santa Rita Sur. Apdo. Postal 128. La Paz, B. C. S., 230906, México Tel:(52) (612) 123-8484 Fax:(52) (612) 125-3625, ext. 3714

\*\*\* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. (CIBNOR). Programa de Planeación y Conservación Ambiental. Av. Instituto Politécnico Nacional No. 195 Col. Playa Palo de Santa Rita Sur. Apdo. Postal 128. La Paz, B. C. S., 230906, México Tel:(52) (612) 123-8484 Fax:(52) (612) 125-3625, ext. 3714

\*\*\*\* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. (CIBNOR). Programa de Planeación y Conservación Ambiental. Av. Instituto Politécnico Nacional No. 195 Col. Playa Palo de Santa Rita Sur. Apdo. Postal 128. La Paz, B. C. S., 230906, México Tel:(52) (612) 123-8484 Fax:(52) (612) 125-3625, ext. 3714

Autora para correspondencia: Magdalena Lagunas Vázquez Dirección electrónica: mlagunas@cibnor.mx

The main objective of the present analysis was to use the paradigm of dryland development (DDP) as a methodological tool in the measurement of sustainability in a coastal case study in a desert ecosystem. The social and environmental information of the study area was obtained through specialized bibliographical reviews and field data collection, with the support of ethnographic, ethnoecological and participatory research tools. Methodology. The methodological proposal for the analysis of the sustainability of coastal management in the Northern Pacific Zone (ZPN), in the Vizcaino Biosphere Reserve in Southern Baja California (BCS) was based on the conceptual framework of the DDP. Results. In the results of the study, it is observed that more than 50% of the socioecological systems identified in the ZPN are located within the ranges of unsustainability and distant sustainability, that the sustainable proportion, approximately 20% in this ZPN system have to do with Social and very local processes. Limitations. From the experience with the implementation of the DDP we consider that one of the main limitations of its use is that it can only be useful to analyze sustainability processes in socioecological systems that comply with the elements that the paradigm of dryland development theory, such as Case of this marine-coastal management system of the ZPN. Conclusions. The present study is considered a novel contribution to the various sustainability measurement tools currently being used in the science of sustainability.

**KEYWORDS:** Regional development, socio-ecological systems, sustainability, Pacific Ocean Coastal Management, Dryland Development Paradigm.

## INTRODUCCIÓN

La noción de desarrollo sostenible tiene sus orígenes mundiales en un documento internacional que se presentó en 1987 en Oslo, Noruega, titulado Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Nuestro Futuro Común, por parte de la Dra. Gro Harlem Brundtland en su calidad de Presidenta de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas. Las palabras que más han resonado en la esfera mundial son: *Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, duradero, o sea, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias* (ONU, 1987:23)

Dicho esto, se ha venido manejando que desarrollo sostenible significa que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (ONU, 1987). El surgimiento del desarrollo sostenible, como movimiento social y político de la humanidad, ha promovido la orientación de esfuerzos científicos hacia la búsqueda de la transición de las sociedades hacia trayectorias sostenibles. Esta actividad científica se ha denominado ciencia de la sustentabilidad o sostenibilidad (Gallopín et al., 2001; Clark y Dickson, 2003; Martens, 2006; Salas-Zapata et al., 2011; Lang et al., 2012). Mundialmente, han surgido diversas herramientas metodológicas para medir la sostenibilidad, entre ellas destaca, para América Latina, la Guía metodológica para el diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible (Schuschny y Soto, 2009), donde la información medular es la propuesta de tres premisas básicas para indicadores compuestos de desarrollo sostenible: sustento conceptual, validez científica y sustento técnico.

De acuerdo con algunos especialistas del tema el concepto de sostenibilidad sólo tiene sentido cuando se relaciona con determinados sistemas de referencia (Gallopín, 2006; Jiménez, 2008) especificando claramente el sistema al que se está aplicando el concepto (Gallopín, 2006). La unidad de análisis apropiada para la ciencia de la sostenibilidad debe ser el Sistema SocioEcológico (SSE) (Gallopín, 2001). El SSE está compuesto por cuatro subsistemas principales: el social, el económico, el institucional y el ambiental (Gallopín, 2006). De acuerdo con Martens (2006), la ciencia de la sostenibilidad debe abordar diferentes magnitudes de escala (tiempo, espacio y función), equilibrios y balances, múltiples actores (intereses) y fallas sistémicas.

## Medición de la sostenibilidad

La medición del desarrollo sostenible no está exenta de dificultades considerables (Pearce y Atkinson, 1993). La mayoría de las herramientas y metodologías para medir la sostenibilidad han sido propuestas a partir de la

Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992 (Saldívar et al., 2002). Existen numerosas iniciativas sobre indicadores y marcos para el desarrollo sostenible (Singh et al., 2009). En una revisión general de metodologías de evaluación de la sostenibilidad desarrollada por Singh et al., en el 2009, se describen, al menos, 17 herramientas como indicadores e índices que incluyen aspectos económicos, ambientales y sociales para la medición de la sostenibilidad.

Se han desarrollado diversos esfuerzos a nivel mundial para evaluar la sostenibilidad desde diferentes contextos conceptuales y con enfoques diferentes. De este modo, se tienen algunas herramientas que están evaluando la sostenibilidad con un enfoque más social (es decir, incluyen en sus indicadores y variables mayormente información y elementos sociales), en otras predomina el aspecto ambiental y algún son más economicistas. Se observa que algunos índices son más útiles en una evaluación global o regional y otros pueden ser útiles también en una evaluación de la sostenibilidad en un ámbito local. A continuación se describen los más reconocidos a nivel internacional.

## Huella ecológica

Los principales elementos que utiliza esta herramienta son los requerimientos del hombre sobre la naturaleza. Una huella ecológica de una población equivale al área biológicamente productiva requerida para producir los recursos utilizados y absorber los residuos generados por dicha población (Badii, 2008). Debido a que la gente utiliza los recursos de todo el planeta, la huella ecológica calcula el tamaño combinado de estas áreas donde quiera que estén ubicados los recursos. Se puede comparar las huellas ecológicas que representan la demanda del hombre, con la capacidad biológica (representando suministro ecológico) en una región particular o para todo el planeta (Badii, 2008). De acuerdo con Van den Bergh y Verbruggen (1999) esta herramienta podría ser útil para determinar la apropiación humana de la productividad ecológica medida en unidades, más no para indicar la sostenibilidad global de una región o lugar.

## Barómetro de la sostenibilidad

El Método de Evaluación de la Sostenibilidad de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN por sus siglas en inglés) conocido como barómetro de la sostenibilidad combina dimensiones o categorías con sus respectivos subelementos de dos grandes ámbitos: humano (salud, población, riqueza, conocimiento, cultura, comunidad, equidad) y ambiental (ecosistemas, tierra, agua, aire, especies, poblaciones, uso de recursos) (Prescott-Allen, 1997). El índice expresa sus resultados utilizando mapas y así como las mediciones obtenidas a través de los indicadores para establecer la interacción entre la información que maneja.

## Índice de Desarrollo Humano

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) tiene un fuerte componente social; se diseñó a partir de 1990 bajo el amparo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El índice intenta hacer una medición del desarrollo humano, de carácter multidimensional, combinando aspectos de desarrollo económico y calidad de vida (Mancero, 2001). Sin embargo, este índice no considera los derechos humanos ni referencias al medio ambiente.

## Índice de bienestar económico sostenible

La principal idea del índice es sustituir al PIB como un indicador general económico de un espacio determinado. Por lo tanto su cálculo parte de una lógica contable. Considera al consumo personal como variable inicial de evaluación, algunas variables económicas, sociales y ambientales valoradas en torno a una escala única (Daly y Cobb, 1993). Este índice pretende sintetizar íntegramente y en una única variable el impacto del desempeño económico de determinada unidad espacial analizada sobre el bienestar social y el ambiental (Daly y Cobb, 1993). El principal cuestionamiento que puede realizarse al índice es que parte del supuesto inicial de que el nivel de ingresos (y su expresión bajo la forma del consumo) genera *per se* un nivel determinado de bienestar.

## Indicador de progreso genuino

El Índice del Progreso Genuino (IPG) surge como alternativa al PIB en calidad de indicador de bienestar social, a diferencia del PIB, distingue entre las actividades económicas que producen beneficios y las que causan daño. La herramienta intenta combinar lo mejor de varios índices para medir el bienestar y el desarrollo sostenible, entre ellos: el Índice de Desarrollo Humano de la ONU, el Índice de Sostenibilidad Ambiental, la riqueza total del Banco Mundial (ahorros genuinos) contabilidad, modelos de contabilidad de recursos naturales, huella ecológica e índices de calidad de vida como el Índice para la Salud Social de Miringoff et al., citados en Anielski (2001). Para realizar el cálculo se toma como punto de partida los datos de consumo personal, cuidados familiares, voluntariado, en total 26 variables de carácter social, económico y ambiental (Anielski, 2001).

## Índice de sostenibilidad ambiental

El Índice de Sostenibilidad Ambiental 2005 (ESI por sus siglas en inglés) es una medida del progreso general hacia la sostenibilidad ambiental, desarrollado para 146 países. El índice proporciona un perfil compuesto de la gestión ambiental nacional basado en una compilación de 21 indicadores derivados de 76 conjuntos de datos subyacentes (YCELP, 2005).

La versión 2005 del ESI representa una actualización y mejora significativa en versiones anteriores; las puntuaciones o clasificaciones del ESI por país no deben compararse con versiones anteriores debido a cambios en la metodología y los datos subyacentes. El índice fue presentado en la reunión anual del Foro Económico Mundial, en enero de 2005, en Davos, Suiza. El ESI de 2005 es un producto conjunto del Centro Yale de Derecho y Política Ambiental (YCELP siglas en inglés) y el Centro de la Universidad de Columbia para la Red Internacional de Información Científica de la Tierra (CIESIN siglas en inglés), en colaboración con el Foro Económico Mundial y el Centro Común de Investigación (CCI), Comisión Europea.

Un trabajo reciente que presenta, Estoque y Murayama (2017), incluye el conocimiento del estado de un sistema socio-ecológico, un sistema que incluye subsistemas humanos y ambientales que interactúan juntos; dicho indicador está constituido sobre los tres pilares de la sostenibilidad (la prosperidad económica, la justicia social y la calidad del medio ambiente), llamado el Índice de Estatus Social-Ecológico (siglas en inglés SESI, social-ecological status index).

### *El paradigma de las zonas secas (DDP por sus siglas en inglés)*

El DDP es una herramienta conceptual que vincula aspectos socio-económicos y biofísicos y la sostenibilidad de los SSE, y consta de cinco principios básicos (Reynolds et al., 2011): 1) las variables biofísicas y socio-económicas son interdependientes y dinámicas; 2) un conjunto de variables clave lentas (factores o elementos que se involucran o participan en las causas de degradación o desertificación del suelo, pueden ser variables directas o indirectas) que determinan la dinámica de los SSE; 3) cruzar los umbrales de las variables lentas cambia la estructura y la función de los SSE; 4) las variables lentas están vinculadas en escalas espacio-temporales; y 5) para su coadaptación funcional los SSE deben integrar los conocimientos local y científico (Reynolds et al., 2007; Reynolds et al., 2011; Martínez-Peña et al., 2012). De acuerdo con Stafford y Reynolds (2002) el DDP, considerado como un paradigma, ofrece ideas que al reunir las revelan una nueva opinión de una problemática permitiendo profundizar el conocimiento de la misma.

Según lo planteado por Reynolds et al., (2007), la investigación y la acción en estos campos han coincidido en forma creciente con la condición y la dinámica de los sistemas humanos ecológicos H-A (o sistemas socioecológicos) y su aplicación al desarrollo sostenible de las zonas secas: (i) tanto los investigadores como los ejecutores necesitan adoptar un enfoque integrado en el cual los aspectos ecológicos y sociales estén íntimamente ligados; (ii) se requiere dar mayor atención a las condiciones de cambio lento; (iii) los procesos no-lineales necesitan ser reconocidos: los ecosistemas de áreas secas no están en equilibrio, tienen múltiples umbrales y por lo tanto tienen múltiples estados ecológicos y sociales; (iv) las interacciones entre las escalas deben ser anticipadas: los problemas y las soluciones son inter escala; (v) un mayor valor debe ser dado al conocimiento ambiental local. Conexiones clave (ver anexo 1).

Las zonas secas, las cuales incluyen las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas, son por definición zonas en donde la precipitación es escasa e impredecible hasta cierto punto (ds-1: alta variabilidad). Las altas temperaturas del aire, baja humedad relativa y radiación solar abundante dan como resultado una potencial pérdida máxima de agua por evaporación del suelo o transpiración vegetal. Generalmente las poblaciones de las zonas secas suelen estar dispersas, alejadas de grandes mercados (ds-4: zonas distantes) e instancias de gobierno (ds-5: voz distante) (Reynolds y Stafford-Smith, 2002; Reynolds et al., 2011).

El DDP ha tenido diversos usos como marco conceptual de investigación. Un aspecto relevante en la versatilidad de su uso es el análisis simultáneo de la dimensión biofísica y socioeconómica; así, por ejemplo, ha sido utilizado en estudios sobre cambio de uso de suelo en el sur de la Huasteca, México: factores y consecuencias de los medios de vida y los servicios de los ecosistemas (Ribeiro-Palacios, 2012). En un trabajo donde se ha examinado el uso del agua en un sistema humano-ambiental como estudio de caso (García de Alba, 2008). Así como en un análisis del concepto de sostenibilidad en la legislación mexicana (Martínez-Peña et al., 2012).

El objetivo principal del presente análisis fue utilizar el paradigma de zonas secas (DDP) como herramienta metodológica en la medición de la sostenibilidad en un estudio de caso costero en un ecosistema desértico, Zona Pacífico Norte, (ZPN). Demarcando, geográficamente, los límites de los sistemas socioecológicos analizados a través de la conceptualización y caracterización de las actividades antropogénicas y económicas muy localmente a nivel de la ZPN. Algunas reflexiones intelectuales como el trabajo desarrollado por Lynch y Mosbah (2017) documentan la dificultad de que indicadores o índices de sostenibilidad desarrollados a nivel global o regional puedan proporcionar información robusta sobre el progreso local hacia la sostenibilidad.

### *Sostenibilidad costera: manejo costero integrado*

El desarrollo sostenible en la zona costera es una meta de valor estratégico para cualquier gobierno y requiere algo más que un proyecto de Manejo Costero Integrado (MCI), en un sitio determinado (Clark, 1996;

Vallega, 1999; Olsen, 2003, citados en Caviedes, Arenas-Granados y Carrasco, 2014). En los años recientes se ha empezado a incluir en MCI los procesos y mecanismos gubernamentales y no gubernamentales necesarios para tomar responsabilidad por los cambios que buscan los proyectos (Ochoa et al., 2001:14). Gobernanza en el manejo costero no es un proyecto específico, es el modo en el que la sociedad produce su vida y guía sus cambios en los ambientes costeros, con miras al desarrollo sostenible (Fraga et al., 2008:32).

Generalmente, los índices miden o señalan cuál es el estado o nivel de sostenibilidad de acuerdo a sus propias premisas teóricas, no establecen cuáles serían los límites a las actividades antropogénicas y del crecimiento económico de manera tal que sean respetados y reconocidos los umbrales y la propia capacidad de carga de los ecosistemas (Saldívar et al., 2002). La aplicación del paradigma de zonas secas nos da una representación local muy concreta al observar la caracterización de sus sistemas socioecológicos permitiendo un seguimiento o rastreo local hacia los objetivos de la sostenibilidad. Por lo tanto el uso de la metodología DDP aplicado en la ZPN permite cumplir con el objetivo principal de este trabajo: el uso de una herramienta que posibilite medir la sostenibilidad a nivel local en un ecosistema desértico. Por lo tanto, este estudio se considera una aportación novedosa a las diversas herramientas de medición de la sostenibilidad que actualmente se manejan en la ciencia de la sostenibilidad para entornos locales.

## METODOLOGÍA

La obtención de la información socioambiental se basó, principalmente, en la revisión de literatura especializada, consulta de fuentes primarias y toma de datos de campo, con apoyo de herramientas etnográficas, etnoecológicas y de investigación participativa. El trabajo de campo se desarrolló en ocho localidades costeras, durante el 2008 y 2009. En toda la ZPN se aplicaron 86 entrevistas semiestructuradas a pescadores de las ocho comunidades incluidas en el estudio, 20 entrevistas a mujeres adultas, esposas y madres de pescadores. Se utilizaron, además, las siguientes herramientas de la investigación participativa: 30 mapas participativos, 105 relojes participativos en toda la zona, 15 calendarios estacional o línea de tiempo, 8 transectos comunales, uno por cada localidad, 3 entrevistas a profundidad, y se registraron notas de charlas informales y un diario de campo (Taylor y Bogdan, 1987:122-123, Lagunas-Vázquez, 2010:35).

El análisis de la sostenibilidad costera a través del DDP se desarrolló de la siguiente manera: se analizaron los principales elementos del sistema costero ZPN, describiéndolos como SSE identificados, utilizando los principios del DDP (ver anexo 1).

A). Se dividió el sistema costero ZPN en cuatro SSE principales: 1. biofísico, 2. social, 3. económico y 4. manejo marino-costero. En total se identifican y se describen 14 subsistemas socioecológicos SSE.

B). Se elaboró una taxonomía de los tipos de cambio de los SSE, en términos de causas-efectos, y escalas de interés ilustrando la diversidad de combinaciones que son posibles. Se identificaron en el análisis: variables lentas biofísicas y socioeconómicas (cuadro 1). Se implementó un análisis de la sostenibilidad de los procesos de manejo costero que se dan en la ZPN, respecto a escalas geográficas y temporales (cuadro 2).

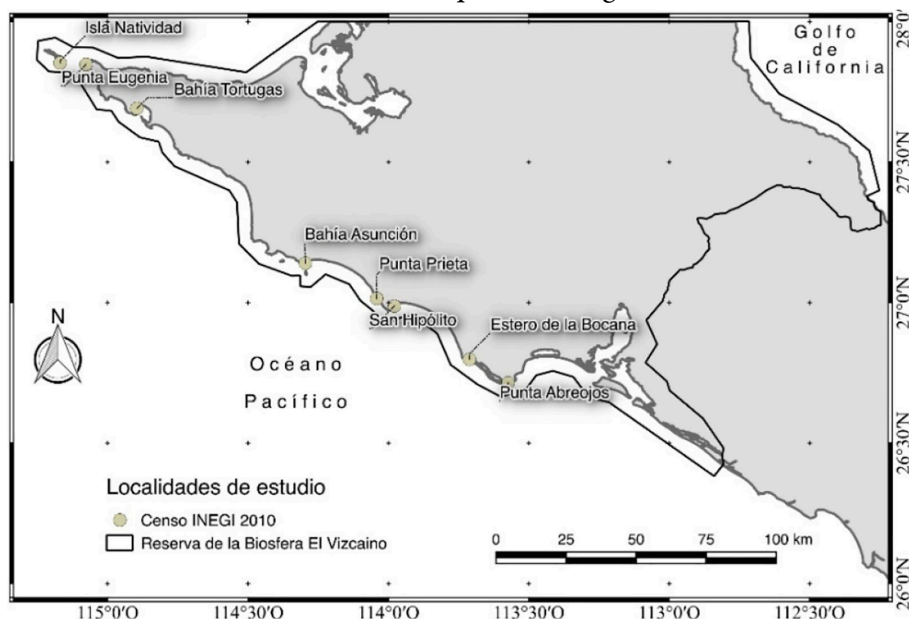
C). Cada SSE identificado es analizado con los principios del paradigma (DDP), describiendo y ubicando sus conexiones (ds1-ds5) y sus implicaciones clave (*ki*) para su manejo y gestión de acuerdo a lo establecido en el DDP (Reynolds et al., 2007). Se consideraron resultados intermedio y finales en el proceso y su respectivo nivel de integración del conocimiento local y científico en la funcionalidad de los SSE identificados-analizados. En este último paso se le asigna un valor a cada indicador arriba mencionado, para cada SSE analizado (gráficas 1 y 2) (ver anexo 1).



## Área de estudio

La ZPN se ubica en la costa del océano Pacífico del municipio de Mulegé, área geográfica inmersa dentro de la reserva de la biósfera El Vizcaíno. Sus principales localidades son: Isla Natividad, Punta Eugenia, Bahía Tortugas, Bahía Asunción, Punta Prieta, San Hipólito, La Bocana y Punta Abrejos (mapa 1).

MAPA 1.  
Localidades de estudio en la Zona Pacífico Norte, Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, municipio de Mulegé, B. C. S., México



Fuente: Censo INEGI 2010.

La población actual de estas comunidades es de poco más de seis mil habitantes; la localidad con mayor número de habitantes es Bahía Tortugas con casi 2 700 personas y la localidad menor es San Hipólito con 73 habitantes (INEGI, 2010). El uso y manejo de los recursos marinos y costeros en la ZPN incluyen conocimientos, experiencias e iniciativas locales. Estas tradiciones de uso y manejo de los recursos marinos y costeros contienen elementos de uso responsable que describen los marcos de pesca solidarios propuestos internacional, nacional, estatal y localmente (McCay et al., 2014; Lagunas-Vázquez, 2010).

## RESULTADOS

### A. Sistema costero ZPN: 1. Biofísico, 2. Social, 3. Económico y 4. Manejo Marino-Costero. En total se identificaron 14 SSE

Descripción de cada uno de los subsistemas socioecológicos identificados en la ZPN, a través del marco conceptual del DDP:

## 1. SSE-BIOFÍSICO. Extracción (SSE-B-E)

### *SSE-B-E1. Pesca ribereña particular o libre*

Aproximadamente 50 pescadores particulares pescan en la comunidad de Bahía Tortugas. Los pescadores no están afiliados a ninguna cooperativa, se enfocan en la captura de peces. Para el año 2004, la captura de los pescadores particulares registró 250 toneladas durante todos los meses del año. Las capturas repuntaron en los meses de marzo-abril y agosto-septiembre.

### *SSE-B-E2. Colecta de algas marinas*

Algunas sociedades cooperativas realizan esta actividad, sin embargo, también es una actividad individual-particular para algunos miembros de la comunidad de Bahía Asunción.

### *SSE-B-E3. Pesca ribereña por cooperativistas*

La captura de peces de manera comercial en la ZPN, es realizada por las cooperativas desde hace algunos años. La actividad la desarrollan cuando la temporada de langosta ha concluido y la combinan, en algunos casos, durante la temporada de abulón. Según datos registrados por la oficina federal de pesca en Bahía Tortugas, la captura de escama para el 2004 por parte de las cooperativas Bahía Tortugas, Emancipación y Buzos y Pescadores de Baja California fue aproximadamente de 490 toneladas.

Tanto a la captura del SSE-B-E1. Pesca ribereña particular o libre, como a la captura del SSE-B-E3. Pesca ribereña por cooperativistas; se le suma una pesca de autoconsumo que en promedio aproximado es de 700 toneladas anuales para toda la ZPN (este dato se obtuvo a partir de las entrevistas semiestructuradas al preguntar sobre el consumo de pescado en casa). Con lo que se suma una captura de al menos 1,440 toneladas anuales en la ZPN.

### *SSE-B-E4. Pesquería de langosta*

Al análisis de los cambios y tendencias históricas de la captura global de langosta de todo el estado según Andrade (1991) y Vega y Lluch-Cota (1992), se identifican tres etapas representativas: 1) una etapa inicial considerada a principios del siglo pasado hasta 1945 aproximadamente con un promedio anual de 300 toneladas y capturas máximas de 500 toneladas 2) periodo de 1946 a 1960 con promedios de captura de 1 000 toneladas, este aumento se explica por la presencia de mayor número de cooperativas dedicadas a esta pesquería. 3) Desde 1961, hasta la actualidad, se considera como una fase de desarrollo y estabilización, donde las capturas son de 1 000 a 2 200 toneladas, con un promedio de 1 300 toneladas (Arreguín-Sánchez et al., 2006). Sobre esta pesquería en abril del 2004, la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera "Baja California" scl (Fedecoop) se convirtió en la primera organización de pescadores de América Latina en obtener la ecocertificación de la pesquería de langosta roja Certified Sustainable Seafood (MSC, por sus siglas en inglés).

### *SSE-B-E5. Pesquería de abulón*

Esta pesquería ha representado una de las actividades pesqueras más importantes que se llevan a cabo en la costa occidental de la Península de Baja California, las especies sujetas a explotación son: *Haliotis fulgens* Philippi 1845, abulón azul; *Haliotis corrugata* Gray 1828, abulón amarillo; *Haliotis cracherodii* Leach 1817, abulón negro; *Haliotis rufescens* Swainson 1822, abulón rojo. Las especies *H. fulgens* y *H. corrugata* contribuyen aproximadamente con el 95-98 % de la captura total. La temporada de captura de abulón, varía según la zona de explotación de que se trate (León y Muciño, 1996; en Conapesca, 2003).

Los datos de captura más precisos son a partir de 1940, los volúmenes de producción se mantuvieron entre las 1 000 toneladas; se incrementaron hasta llegar a las 6 000 toneladas una década después; precisamente el registro más alto que ha alcanzado en la historia esta pesquería fue en 1950 con 6 000 toneladas. Entre 1956 a 1973, las capturas disminuyeron anualmente a un ritmo de 6-10%; se estabilizaron, aproximadamente, en 3 000 toneladas durante 1960 a 1970 (León-Carballo y Muciño-Díaz, 1996). El promedio anual de captura para la zona con datos del 2002 al 2011 es de aproximadamente 400 toneladas por temporada (Conapesca, 2011).

## **2. SSE-Económico. Cooperativismo (SSE-E.C)**

### *SSE-E.C1. Cooperativas pesqueras*

Las cooperativas en estos lugares son las que dan un marco organizativo y de funcionamiento a la pesca y a la sociedad local. Son ellas, las que proporcionan alimentos básicos que consume la gente de los campos pesqueros, proporcionan los servicios necesarios de agua potable y energía eléctrica para los pobladores Chenaut (1985:9). Entrando el año 2000, se inicia la apertura de servicios urbano-rurales en la zona, tales como: pavimentación de calles principales en cada localidad, red eléctrica, agua entubada, telefonía e Internet y carreteras pavimentadas hasta las principales localidades de la ZPN, por iniciativa gubernamental.

En 1936 se conforma la primera cooperativa fundacional de la zona la California de San Ignacio (Vega-Velázquez, Espinoza-Castro y Gómez Rojo, 1996); a partir de esta cooperativa y de esa fecha se fundan seis más: Sociedad Cooperativa Emancipación en Bahía Tortugas (fecha fundación 1939); Sociedad Cooperativa Buzos y Pescadores en Isla Natividad (fecha fundación 1942); Sociedad Cooperativa de Punta Abreojos, en 1943; Soc. En 1944 se forman tres: Cooperativa Progreso ubicada en La Bocana, la Sociedad Cooperativa Bahía Tortugas y la Sociedad Cooperativa Purísima, localizadas en Bahía Tortugas. La última en conformarse fue la Sociedad Cooperativa Leyes de Reforma, en 1974 asentada en Bahía Asunción.

### *SSE-E.C2. Vigilancia*

Dentro de cada cooperativa existe un grupo de vigilancia que incluye a varias personas dependiendo la cooperativa (tamaño de la concesión). Los grupos de vigilancia en su mayoría cuentan con lanchas rápidas, GPS, equipo de radio, incluyendo casetas de vigilancia en islas e islotes, dependiendo de la zona. El fin principal de estos grupos, es detectar intrusos en la zona de concesión de la cooperativa que intentan desarrollar la pesca ilegal, particularmente, de abulón y langosta. Cabe mencionar, que los vigilantes son socios (a veces suelen ser personal extra en la cooperativa, es decir no son socios) que durante el tiempo que vigilan no se dedican a la pesca y éste puede ser uno o más años.

## 2.1. SSE-Económico. Industria, proceso, tecnología (SSE-E.I)

### *SE-E. II. Plantas procesadoras*

De acuerdo con la información obtenida en las entrevistas y las actividades de investigación participativa implementadas en la ZPN para el 2008 existían en la ZPN ocho plantas industrializadoras de abulón y caracol localizadas en: Isla Natividad (1), Bahía Tortugas (3), Bahía Asunción (2), La Bocana (1), Punta Abrejos (1).

## 3. SSE-Social. Población humana (SSE-S.P)

### *SSE-S.P1. Recursos humanos locales*

Recursos humanos locales. Aquí se incluye capital social y capital humano, en la zona se identifican considerables fortalezas humanas para emprendimiento de actividades empresariales grupales, existe un fuerte componente cooperativista y conciencia social en la gran mayoría de los habitantes de las comunidades, incluyendo jóvenes y niños.

### *SSE-S.P2. Conformación de OSC*

Conformación de una OSC: en la comunidad de Punta Abrejos se conformó una Asociación Civil llamada "Cadernap", sus fines principales son conservación del medio ambiente y educación ambiental. Es importante mencionar que sólo se están considerando las organizaciones de la sociedad civil conformadas por gente local de las comunidades en estudio.

### *SSE-SP3. Conformación de federaciones*

Las ocho cooperativas de la zona Pacifico Norte pertenecen a la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera Baja California, F. C. L. Fedecoop. La Fedecoop es una de las federaciones de cooperativas pesqueras más fuertes e influyentes de México.

## 4. SSE-Manejo Marino-Costero. Aprovechamiento (SSE-M.A)

### *SSE-M. A1. Acuicultura*

En la ZPN se han venido dando desde hace tres décadas, diversos tipos de cultivos marinos, entre ellos, los incipientes inicios del cultivo de camarón a nivel estado se dieron en la zona, en estanques supralitorales. Las cooperativas siempre han tenido interés en el cultivo y/o la producción de semillas de abulón, y otros moluscos.

### *SSE-M. A2. Turismo, Turismo ecológico,*

Algunas cooperativas se han registrado dentro del programa de prestadores de servicios turísticos de la RBV; algunas cooperativas han concesionado la Zona Federal Marítimo Terrestre (Zofemat) que involucra la línea

de playa de su zona de pesca, bajo la condición de conservación, con interés de proteger los recursos naturales, como es el caso de la cooperativa de Punta Abreojos. Los pobladores de la ZPN, consideran alarmante la situación de exclusividad y privatización de playas y zona federal marítima terrestre, en otras regiones del estado (por ejemplo en Los Cabos, donde se reproduce el modelo privatizador de playas aplicado en Cancún, Quintana Roo; Flores, 2006). *Turismo ecológico*, tanto en Bahía Tortugas como en Bahía Asunción existen dos micro empresas familiares que ofrecen actividades de turismo ecológico a los visitantes de la zona.

#### 4.1 SSE-Manejo Marino-Costero. Conservación (SSE-M.C)

*SSE-M.C1. Reserva marina: la cooperativa Buzos y Pescadores de Isla Natividad (una de las islas zona núcleo de la RBV)*

Iniciativas de conservación: a. Reserva marina: la cooperativa Buzos y Pescadores de Isla Natividad (una de las islas zona núcleo de la RBV) ha implementado una estrategia de conservación a largo plazo, actualmente considerado como proyecto piloto Las Reservas Marinas particulares de Isla Natividad. Desde el 2003, la organización Comunidad y Biodiversidad A. C. (COBI) ha negociado un compromiso de seis años con la cooperativa “Buzos y Pescadores de Baja California” para proteger de manera total tres de sus 42 zonas pesqueras como proyecto piloto.

*SSE-M.C2. Arrecifes artificiales pilotos*

Arrecifes artificiales pilotos: para proveer de nichos al abulón: esta estrategia consiste en introducir al mar estructuras generalmente de plástico, para configurar nichos artificiales (cavidades o cuevas) para el abulón en áreas donde éste se distribuye; se han aplicado este tipo de estrategias por parte de la cooperativa Progreso en La Bocana.

### **B. Identificación de las variables clave lentas que determinan la dinámica de los SSE y análisis de la sostenibilidad del proceso de manejo costero en la ZPN respecto escalas geográficas y de tiempo**

Los cuadros 1 y 2 describen un ejercicio de cruzamiento de los umbrales de las variables lentas, que podrían incluir cambios de la estructura y la función de los SSE analizados.

CUADRO 1.  
Escala de la dinámica del SSE identificados en la ZPN

Biofísico/Socioeconómico	Variable lenta	Escala			
		Global	Regional	Nacional	Local
1. SSE-BIOFÍSICO. Extracción (SSE B-E)	Variación climática	█	█	█	█
	Cambios en la producción	█	█	█	█
	Economía mundial	█	█	█	█
2. SSE-ECONÓMICO. Cooperativismo (SSE-E.C)	Organización social	█	█	█	█
	Cambios de gobierno federal-estatal-local	█	█	█	█
2.1 SSE-ECONÓMICO. Industria, proceso, tecnología (SSE-E.I)	Cambios producción-extracción	█	█	█	█
	Economía local, nacional, mundial	█	█	█	█
3. SSE-SOCIAL. Población humana (SSE-S.P)	Organización social	█	█	█	█
	Movilidad humana (natalidad, mortalidad, migración)	█	█	█	█
4. SSE-MANEJO MARINO-COSTERO. Aprovechamiento (SSE-M.A)	Legislación pesquera y ambiental	█	█	█	█
	Vedas (Épocas reproductivas)	█	█	█	█
4.1 SSE-MANEJO MARINO-COSTERO. Conservación (SSE-M.C)	Legislación ambiental	█	█	█	█
	Política ambiental	█	█	█	█
	Estrategias conservación (ANP, OET, Plan Desarrollo Municipal)	█	█	█	█

Fuente: elaboración propia.

CUADRO 2.  
Taxonomía de los tipos de cambio de los SSE en términos de causas-efectos y escalas de interés ilustrando la diversidad de combinaciones que son posibles, incluso para un solo tipo de cambio

Tipo de cambio	Escala de la causa	Escala del efecto			
		G	R	N	L
Variación climática,	Global-regional	█	█	█	█
Cambios producción-extracción	Regional-local	█	█	█	█
Vedas, Épocas reproductivas	Regional-nacional-local	█	█	█	█
Economía local, nacional, mundial (crisis, recesiones, devaluaciones)	Global-regional-nacional	█	█	█	█
Cambios de gobierno federal-estatal-local,	Regional-nacional-local	█	█	█	█
Organización social, Movilidad humana (natalidad, mortalidad, migración)	Regional-nacional-local	█	█	█	█
Legislación pesquera y ambiental, Política ambiental,	Regional-nacional-local	█	█	█	█
Estrategias conservación (ANP, OET, Plan Desarrollo Municipal)	Regional-nacional-local	█	█	█	█

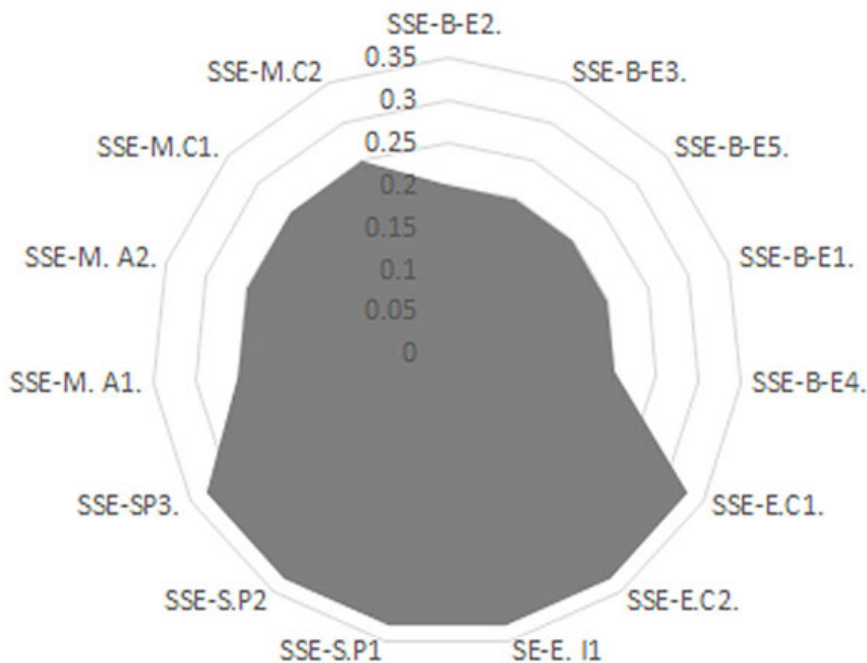
Fuente: elaboración propia.

### C. Sostenibilidad de los procesos de manejo costero en la ZPN, respecto a los principios del paradigma (DDP), ubicando sus conexiones (ds1-ds5), y sus implicaciones claves (ki) para su manejo y gestión

De acuerdo con el análisis de sostenibilidad efectuado, tres elementos del sistema presentan características de sostenibilidad, pero en su conjunto (gráfica 1). Asimismo, se identifica que el elemento Económico con tres SubSSE prácticamente es insostenible, dentro de la gama de sostenibilidad se mueve de insostenible a lejano de la sostenibilidad. Considerando los componentes de este elemento como se observa en los cuadros 1 y 2, son de índole global y regional, tienen que ver con el clima (relacionado con espacios geográficos amplios), y con la economía de mercado (pesquerías de importación); aquí se identifican los patrones de la insostenibilidad fuera del ámbito local.

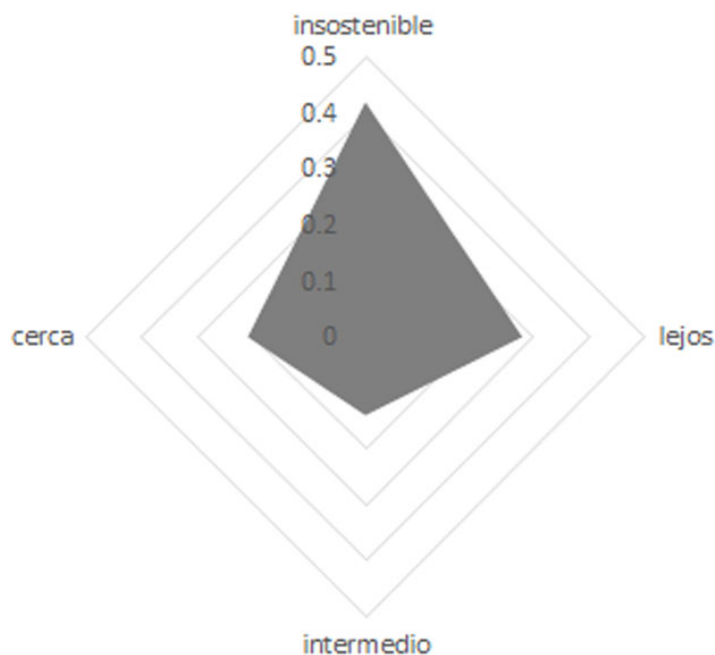
En la gráfica 2 se observa que al menos el 40% de los procesos socioambientales que se dan en la ZPN son insostenibles, que otro 40% está meridianamente cercano a lo que nuestra escala de valoración sobre la sostenibilidad otorga; y que tan solo un 20% de los procesos son sostenibles. Los procesos sostenibles en la ZPN se ubican en los elementos: Social, de Manejo y los Biofísicos específicamente en la pesquería de langosta.

**GRÁFICA 1.**  
Sostenibilidad de los diversos elementos y sus SSE identificados en la ZPN



Fuente: elaboración propia

**GRÁFICA 2.**  
Sostenibilidad del sistema marino-costero en su conjunto de la ZPN



Fuente: elaboración propia

## DISCUSIÓN

Con los resultados del estudio de caso en la ZPN, utilizando el PPD, se observa que en los diferentes SSE identificados y evaluados, se obtuvieron diferentes grados de sostenibilidad, a través de esta observación se podría considerar que: 1. el desarrollo sostenible sólo se puede dar en un ámbito local, sólo puede ser observado en micro entornos, es decir, en pequeños espacios geográficos, pareciera una condicionante intrínseca del mismo. Esto corresponde a lo planteado por Gallopín (2001, 2006) donde menciona que la unidad de análisis apropiada para la ciencia de la sostenibilidad debe ser el sistema socioecológico SSE. Dada la complejidad de un SSE, pareciera que, el desarrollo sostenible, solamente puede ser medido en pequeños espacios geográficos, por su característica intrínseca de ser local.

Por lo tanto, cualquier herramienta que nos permita obtener de algún modo, cierto tipo de valoración o medición (grado, nivel) de la sostenibilidad, tiene dos premisas elementales: 1). Debe de ser implementada a nivel local (Límite espacial local-comunitario). 2). Tener un marco temporal claro (definir con exactitud un periodo de tiempo recomendable corto para el análisis). Explorando de forma holística, con sistemas complejos (como lo son los SSE) y multiescala dichas herramientas, consideramos que nuestros resultados al respecto fortalecen lo propuesto por Boron et al., (2016), permitiendo un enfoque multi, inter y trans disciplinario (Max-Neef, 2005).

La sostenibilidad es una vivencia procesal, es una fotografía en tiempo real de un paisaje (en un lugar determinado, en un tiempo dado); puede cambiar de una temporada a otra, algo sostenible puede dejar de serlo y viceversa. Estas singularidades que se observan al pretender medir la sustentabilidad son muy claras en un entorno local y, sobre todo, dirigido a un sector o a una actividad específica, por ejemplo la pesquería de langosta o abulón en la ZPN. Tal como lo plantean Gallopín, (2006) y Martínez-Peña et al., (2012), al pretender medir la sostenibilidad es necesario incorporar todos los componentes del sistema a analizar y determinar sin descuidar las posibilidades o capacidad de carga y de resiliencia de la propia naturaleza, de las otras especies presentes, fenómenos y procesos de los sistemas biofísicos y sus interrelaciones.

Como herramienta evaluatoria o de diagnosis el marco conceptual de DDP puede ser útil principalmente en dos formas: 1. Permite identificar alguna categoría de sustentabilidad de los procesos analizados y 2. Ayuda a detectar partes específicas del fenómeno o proceso socioecológico analizado para una oportuna intervención o reorientación en pro de la sustentabilidad en una parte o en todas sus dimensiones, pues, permite tener, tanto una visión específica, como un panorama integral del sistema analizado.

## CONCLUSIONES

El presente estudio se considera una aportación novedosa a las diversas herramientas de medición de la sostenibilidad que actualmente se manejan en la ciencia de la sostenibilidad. De esta manera, consideramos al DDP una herramienta práctica e integrativa que a través de estudios de caso puede apoyar en el análisis del desarrollo sostenible en ecosistemas desérticos en una escala local.

## AGRADECIMIENTOS

Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática Conacyt Áreas Naturales Protegidas (Renanp) y fue apoyada por el proyecto Conacyt 251919 de Ciencia Básica y el proyecto Conacyt 280030 de Redes Temáticas. Agradecimientos a Gil Ezequiel Ceseña Beltrán por su apoyo en la elaboración del mapa de ubicación del área de estudio y a Miguel Víctor Córdoba Matson por su apoyo en la revisión del texto en inglés.



## BIBLIOGRAFÍA

- Andrade P. (1991) *Sinopsis evolutiva de la pesquería de langosta roja (Panulirus interruptus, Randall, 1840), en el litoral Pacífico de la Baja California, y su relación con los mecanismos regulatorios* Documento interno, Federación Reg. Soc. Coop. Ind. Pesquera "Baja California". F. C. L., 31 pp.
- Anielski, M. (2001) "Measuring the sustainability of nations: The genuine progress indicator system of sustainable well being accounts" *The Fourth Biennial Conference of the Canadian Society for Ecological Economics: Ecological Sustainability of the Global Market Place*. Alberta, Canada, Pembina Institute for Appropriate Development, Edmonton, T6G 2R6, pp. 1-52.
- Arreguín-Sánchez, F. et al. (2006) *Sustentabilidad y pesca responsable en México: evaluación y manejo*. Instituto Nacional de Pesca. México, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 543 pp.
- Badii, M. H. (2008) "La huella ecológica y sustentabilidad (Ecological footprint and sustainability)" *Daena: International Journal of Good Conscience*. Vol. 3, núm. 1, pp. 672-678.
- Boron, V. et al. (2016) "Achieving sustainable development in rural areas in Colombia: Future scenarios for biodiversity conservation under land use change" *Land Use Policy*. Núm. 59, pp. 27-37.
- Caviedes, V., Arenas-Granados, P. y J. C., Carrasco (2014) "Una contribución a la política pública para el manejo costero integrado de Honduras: análisis diagnóstico" *Journal Integrated Coastal Zone Management*. En: < [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-461\\_Caviedes.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-461_Caviedes.pdf) > [Consultado mayo 2015]
- Chenaut, M. V. (1985) *Los pescadores de Baja California (costa del Pacífico y Mar de Cortés)*. México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Museo Nacional de Culturas Populares. Cuadernos de la casa Chata.
- Conapesca (2003) *Estudio de la cadena productiva del abulón*. Documento Técnico. México, Conapesca-Cibnor-Bancomex, 159 pp.
- Conapesca (2011) *Anuario estadístico de acuacultura y pesca*. México, Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Conapesca-Sagarpa.
- Daly, H. E. y J. B. Cobb (1993) *Para el bien común: reorientando la economía hacia la comunidad, el ambiente y un futuro sostenible*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Estoque, R. C. y Y. Murayama (2017) "A worldwide country-based assessment of social-ecological status (c. 2010) using the social-ecological status index" *Ecological Indicators*. 72, 605-614. doi:10.1016/j.ecolind.2016.08.047
- Fraga, J. et al. (2008) *Descentralización y manejo ambiental: gobernanza costera en México*. México, Plaza Valdés/IDRC 2008, 394 pp.
- Gallopin, G. C. et al. (2001) "Science for the 21st Century: From Social Contract to the Scientific Core" *Int. Journal Social Science*. Núm. 168, pp. 219-229.
- Gallopin, G. C. (2006) "Los indicadores de desarrollo sostenible: aspectos conceptuales y metodológicos" Ponencia presentada en el *Seminario de expertos sobre Indicadores de sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas*. Santiago de Chile, agosto 2006.
- García de Alba, J. E. (2008) *Aplicación del paradigma de desarrollo de las zonas secas, examinando el uso del agua en un sistema humano-ambiental: estudio de caso en La Amapola, México*. Tesis de Maestría, México, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C. San Luis Potosí, S. L. P.
- GESAMP (1999) "La contribución de la ciencia al manejo costero integrado OMI/FAO/UNESCO-COI/OMM/OMS/OIEA/Naciones Unidas/ PNUMA" *Inf.Estud. GESAMP*, No. 61.
- INEGI (2010) *Baja California Sur, Resultados definitivos. Tabulados Básicos: Censo de Población y Vivienda, 2010*. México.
- Jiménez, L. (2008) *Desarrollo sostenible*. 2ª ed. Madrid, Pirámide.
- Lagunas-Vázquez, M. (2010) *Iniciativas locales en el uso y manejo de los recursos marinos y costeros en la zona Pacífico Norte (ZPN), B.C.S., México: escenarios de manejo costero local con enfoque social*. Tesis de Doctorado, México, Universidad Autónoma de Baja California Sur.

- Lang, D. J. et al. (2012) "Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges" *Sustainability Science* (2012) Supplement núm. 1, pp. 25-43.
- León-Carballo, G. y M. Munciño-Díaz (1996) "Pesquería del abulón" en Casas Valdez, M. y Ponce Díaz, G. (eds.), *Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur*. Semarnat-FAO-INP-UABCS-Cibnor-CICIMAR-CET-MAR-Gobierno del Estado BCS. Vol. 1.
- Lynch, A. J. y S. M. Mosbah (2017) "Improving local measures of sustainability: A study of built-environment indicators in the United States" *Cities*. Núm. 60, pp. 301-313.
- Mancero, X. (2001) *La medición del desarrollo humano: elementos de un debate*. CEPAL.
- Martens, P. (2006) "Sustainability: science or fiction?" *Sustainability Science Practice Policy* (2) 36- 41
- Martínez-Peña, R. M. et al. (2012) "Análisis del concepto de sostenibilidad en la legislación mexicana usando el paradigma de desarrollo de las zonas secas" *Interciencia*. Vol. 37, núm. 2, pp. 107-113.
- Max-Neef, M. (2005) "Foundations of transdisciplinarity" *Ecological Economics*. Núm. 53, pp. 5-16.
- McCay, B. J. et al. (2014) "Cooperatives, concessions, and co-management on the Pacific coast of Mexico" *Marine Policy* Núm. 44, pp. 49-59
- Ochoa, E., Olsen, S. y N. Windevoxhel (2001) *Avances del manejo costero integrado en Proarca/Costas Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island (CRC-URI)*. Guayaquil, Ecuador, Centro Regional para el Manejo de Ecosistemas Costeros Ecocostas, agosto 2001.
- ONU (1987) *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común*. Documento en Español.
- Pearce, D. W. y G. D. Atkinson (1993) "Capital theory and the measurement of sustainable development: An indicator of "weak" sustainability" *Ecological economics*. Vol. 8, núm. 2, pp. 103-108.
- Prescott-Allen, R. (1997) *Barómetro de la sostenibilidad. Medición y comunicación del bienestar y el desarrollo sostenible* (No. 333.716 P929E). UICN, Gland, Suiza.
- Reynolds, J. F. y D. M. Stafford-Smith (2002) "Global desertification: Do humans cause deserts?" en Dahlem Workshop Report 88, Dahlem University Press, Berlín.
- Reynolds, J. F. et al. (2007) "Global desertification: Building a science for dryland development" *Science*. Núm. 316, pp. 847-851.
- Reynolds, J. F. et al. (2011) "Scientific concepts for an integrated analysis of desertification" *Land Degradation & Development*. Vol. 22, núm. 2, pp. 166-183.
- Ribeiro-Palacios, M. (2012) *Land use change in Southern Huasteca, Mexico; drivers and consequences for livelihood and ecosystem services*. Tesis Doctoral, México, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C. San Luis Potosí, S. L. P.
- Salas-Zapata, W. A. et al. (2011) "La ciencia emergente de la sustentabilidad: de la práctica científica hacia la constitución de una ciencia" *Interciencia*. vol. 36, núm. 9, Septiembre, pp. 699-706
- Saldívar, A. et al. (2002) "Tres metodologías para evaluar la sustentabilidad: 10 años después de Río" *Investigación Económica*. Vol. LXII, 242, pp. 159-185.
- Schuschny, A. y H. Soto (2009) *Guía metodológica. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Singh, R. K. et al. (2009) "An overview of sustainability assessment methodologies" *Ecological indicators*. 9(2), pp. 189-212.
- Stafford, D. M. y J. F. Reynolds (2002) "Desertification: A new paradigm for an old problem" en Reynolds, J. F. y Stafford, D. M. (eds.), *Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?* Berlín, Dahlem Workshop Report 88, Dahlem University Press, pp. 403-424.
- Taylor, S. y R. Bogdan (1987) *Introduction to qualitative research methods*. Nueva York, John Wiley and Sons.
- Van den Bergh, J. C. y H. Verbruggen (1999) "Spatial sustainability, trade and indicators: An evaluation of the ecological footprint" *Ecological economics*. Vol. 29, núm. 1, pp. 61-72.

- Vega, V. y D. B. Llunch-Cota. (1992) "Análisis de las fluctuaciones en la producción de langosta (*Panulirus spp*), del litoral oeste de la península de Baja California, en relación con el desarrollo histórico de las pesquerías y la variabilidad del marco ambiental" *Memoria del Taller* inter. México-Australia sobre reclutamiento de recursos marinos bentónicos de la península de Baja California. IPN-ENCB-CICIMAR.IPN. La Paz, BCS.25-29 de noviembre de 1991.
- Vega-Velázquez, A., Espinoza-Castro G. y C. Gómez-Rojo (1996) "Pesquería de la langosta" en Casas-Valdez, M. y Ponce-Díaz, G. (ed.), *Estudio del Potencial Pesquero y Acuicola de Baja California Sur*. BCS, Semarnat-FAO-INP-UABCS-Cibnor-Cicimar-Cet-mar-Gobierno del Estado BCS. Vol. 1. 317 pp.
- Yale Center for Environmental Law and Policy-YCELP-Yale University, Center for International Earth Science Information Network - CIESIN - Columbia University, World Economic Forum - WEF, and Joint Research Centre-JRC-European Commission. 2005. 2005 Environmental Sustainability Index (ESI). Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). En: < <http://dx.doi.org/10.7927/H40V89R6> > [Accesado el 29 de marzo del 2017]

## Apéndices

### ANEXO 1.

Resumen de los Principios del paradigma (DDP), conexiones (*ds1-ds5*) e implicaciones claves (*ki*) (Reynolds *et al.*, 2007; Martínez-Peña *et al.*, 2012).

#### PRINCIPIOS DE DDP

- p1) las variables biofísicas y socio-económicas son interdependientes y dinámicas;
- p2) un conjunto de variables clave lentas determina la dinámica de los SSE;
- p3) cruzar los umbrales de las variables lentas cambia la estructura y la función de los SSE; p
- p4) las variables lentas están vinculadas en escalas espacio-temporales;
- p5) para su coadaptación funcional los SSE deben integrar los conocimientos local y científico

#### Conexiones clave

- ds-1 variabilidad climática
- ds-2 productividad variable
- ds-3 población dispersa
- ds-4 lejanía
- ds- 5 voz distante

#### Implicaciones claves

- ki-1 no hay un equilibrio estático, deseado o buscado
- ki-2 un número limitado de procesos y variables a cualquier escala permiten describir problemas complejos
- ki-3 los costos de intervención suben en forma no lineal aumenta la insostenibilidad ambiental o socioeconómica, la alta variabilidad significa una mayor incertidumbre en detectar los umbrales, por lo que se debe implementar el principio precautorio ...
- ki-4 los sistemas SSE deben ser manejados a escala apropiada, las conexiones entre las escalas son importantes, al ser débiles requieren especial atención
- ki-5 debe ser conjuntado el conocimiento científico y el conocimiento local para apoyar el manejo local y la política regional

## ANEXO 1. (CONT.)

**Asignación de valores de los principios del DDP***Reconocimiento del estado de los principios del DDP*

	SI	NO
p5	0.25	-0.25
p4	0.25	-0.25
p3	0	0
p2	0.25	-0.25
p1	0.25	-0.25
<b>principios</b>	<b>1</b>	<b>-1</b>

	SI	NO
ds5	-0.25	0.25
ds4	-0.25	0.25
ds3	0	0
ds2	-0.25	0.25
ds1	-0.25	0.25
<b>variables</b>	<b>-1</b>	<b>1</b>

	SI	NO
ki5	0.2	-0.25
ki4	0.2	-0.25
ki3	-0.2	0
ki2	0.2	-0.25
ki1	-0.2	-0.25
<b>implicaciones</b>	<b>0.2</b>	<b>-1</b>

	SI	NO
loc-cientf	0.25	-0.25
Fin4	0.5	-0.5
Fin3	0.083	-0.083
inter2	0.083	-0.083
inter1	0.083	-0.083
<b>resultados</b>	<b>1</b>	<b>-1</b>

SI 3.6 MAS SUSTENTABLE  
NO -4.3 MAS INSUSTENTABLE

Valoración de la Sostenibilidad			
Sostenible	Lejos	Intermedio	Cerca
SI	0.01 a 1.2	1.3 a 2.4	2.5 a 3.6
Insostenible	A	B	C
NO (-)	0 A 1.4	1.5 A 2.9	3 A 4.3
A	insostenible		
B	insostenible	intermedio	
C	insostenible	grado alto	

Analizando la sostenibilidad del proceso de manejo costero con escalas geográficas y de tiempo (GESAMP, 1999): se considera que las variables lentas están vinculadas en escalas espacio-temporales; donde, teóricamente se pueden observar 1. Resultados intermedios, reconocidos como de Primer orden: estructuras institucionales formalizadas. Adopción de planes de manejo. Provisión de fondos; y, de Segundo orden: tales como, cambios en la conducta del grupo meta. Conflictos reducidos. Ejercicios de manejo implementados, entre otros procesos de este tipo. Asimismo, 2. Resultados finales, aquí entran los resultados de Tercer orden: que son básicamente beneficios socioeconómicos y ambientales, y del Cuarto orden: que es esencialmente procesos de desarrollo sostenible. Es ineludible, para su co-adaptación funcional de los SSE integrar los conocimientos local y científico.

Nota final: tanto la definición y uso de variables, como la asignación de sus respectivos valores, así como también la gama de colores del Arcoiris, pueden ser determinados por cada equipo evaluador, y acorde al sistema socioecológico a evaluar, indefinidamente y de manera abierta. Es una de las versatilidades, y por ende, utilidades de la presente herramienta. Que además queda con todas las posibilidades de mejora y avance. Tal como son, tanto, la esencia del MCI, como el DDP.