

## Análisis del manejo de recursos naturales del anteproyecto de energías renovables en Baja California

Mario Germán Rivera-Salazar\* , Carlo Peña-Gatica, Diego Melendez-Muñoz, Enrique Rosano Reyes 

Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, CP: 72570, Puebla, México.

Email de autor para correspondencia: [\\*rs202353341@alm.buap.mx](mailto:rs202353341@alm.buap.mx)

**Recibido:** 20 septiembre 2025. **Aceptado:** 13 abril 2026

### RESUMEN

**Antecedentes.** Baja California enfrenta alta dependencia de combustibles fósiles, vulnerabilidad energética y rezagos de acceso a electricidad; en este contexto, se han propuesto proyectos mareomotrices en el Golfo de California que, tras varios años sin avances ni evaluación ambiental, permanecen detenidos, aunque el potencial del recurso continúa como base para iniciativas futuras.

**Objetivo.** Analizar el manejo de los recursos naturales de un anteproyecto mareomotriz en Baja California mediante el desarrollo y aplicación de un modelo teórico que integre dimensiones biofísicas, institucionales y humanas desde una perspectiva de sustentabilidad, con el fin de identificar brechas éticas, sociales y de gobernanza que permitan proponer estrategias para un aprovechamiento sustentable del recurso mareomotriz, contribuyendo a la transición energética regional y la gestión de bienes comunes marinos. **Metodología.** El estudio empleó un enfoque cualitativo exploratorio mediante un estudio de caso. La investigación se basó en un análisis documental sistemático de fuentes normativas, técnicas y científicas, apoyado en un modelo teórico de manejo de recursos naturales desarrollado con el método del marco lógico. **Resultados.** El recurso mareomotriz es técnicamente viable, el anteproyecto presenta huellas ecológica e hídrica iniciales relevantes especialmente asociadas a operaciones logísticas, así como esquemas de participación mayormente informativa, escasa incorporación de saberes locales y una valoración del ecosistema principalmente instrumental.

**Discusión.** El análisis con base en el modelo HUMABIS muestra que los principales desafíos son éticos, sociales y de gobernanza más que tecnológicos, y que la sustentabilidad requiere transitar de una lógica tecnocéntrica hacia un enfoque de bienes comunes que articule conocimiento científico, participación comunitaria y gestión del factor humano.

**Palabras clave:** Energía mareomotriz; huella ecológica; manejo de recursos naturales; energías renovables; sustentabilidad; gobernanza de recursos.

## ABSTRACT

**Background.** Baja California faces a high dependence on fossil fuels, significant energy vulnerability, and persistent gaps in access to electricity. In this context, tidal energy projects have been proposed in the Gulf of California; however, after several years without progress or environmental assessment, these initiatives remain stalled, despite the continued recognition of the resource's potential as a foundation for future development. **Objective.** To analyze the management of natural resources in a tidal energy pre-project in Baja California through the development and application of a theoretical model that integrates biophysical, institutional, and human dimensions from a sustainability perspective, in order to identify ethical, social, and governance gaps that enable the proposal of strategies for the sustainable harnessing of the tidal resource, contributing to the regional energy transition and the management of marine commons. **Methodology.** The study employed an exploratory qualitative approach using a case study design. The research was based on a systematic documentary analysis of regulatory, technical, and scientific sources, supported by a theoretical model of natural resource management developed using the logical framework method. **Results.** The tidal resource is technically viable, the pre-project exhibits significant initial ecological and water footprints, particularly associated with logistical operations. Participation mechanisms are predominantly informative, with limited incorporation of local knowledge, and the ecosystem is valued primarily from an instrumental perspective. **Discussion.** Analysis based on the HUMABIS model indicates that the main challenges are ethical, social, and governance-related rather than technological. Achieving sustainability requires a shift from a technocentric logic toward a commons-based approach that integrates scientific knowledge, community participation, and human-factor management.

**Keywords:** Tidal energy; ecological footprint; natural resource management; renewable energy; sustainability; resource governance.

## INTRODUCCIÓN

A nivel global, el crecimiento económico y el desarrollo de las naciones han dependido en gran medida del uso intensivo de energía, mayormente proveniente de recursos naturales no renovables. Sin embargo, su procesamiento implica transformaciones físicas y químicas que generan residuos y contaminantes, provocando un deterioro progresivo del suelo,

el agua y el aire [1]. Por ello, las naciones han comenzado a buscar alternativas a los combustibles fósiles. México enfrenta este desafío con una marcada dependencia: según datos oficiales, los hidrocarburos representan cerca del 84.5% de la energía primaria del país y más del 70% de la generación eléctrica [2]. Esto no sólo deja a México por debajo de sus metas de energía limpia, con apenas un 24.32%



al cierre de 2023, agravado por planes de expandir la capacidad a base de gas [3], sino que también posiciona al sector energético como el principal emisor de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

La presión para esta transformación se deriva de una evolución en los compromisos internacionales. Mientras que en el Protocolo de Kioto (1997) el papel de México fue estratégico, pero sin obligaciones directas, el acuerdo de París (2015) lo convirtió en un actor con responsabilidades propias [4]. El compromiso se intensificó drásticamente en la COP27, donde México elevó su meta de reducción de GEI al 35% para 2030, comprometiéndose a instalar más de 30 GW (Gigawatts) de capacidad renovable adicional, lo que hace imperativa la exploración de nuevas fuentes de energía [5]. Este desafío nacional se manifiesta de manera particularmente aguda en la península de Baja California. Su condición de "isla energética", desconectada del Sistema Interconectado Nacional, la obliga a ser autosuficiente y la expone a una menor resiliencia [6]. Su infraestructura de generación depende casi por completo del gas natural importado, lo que crea una notable vulnerabilidad económica y de seguridad [6].

Baja California tiene una alta cobertura de energía eléctrica en viviendas, pero aún existen alrededor de nueve mil hogares que no están conectados a la red ni cuentan con medios alternativos de generación. Estas viviendas representan aproximadamente el 1% del total en el estado [6]. Las principales causas de esta falta de acceso incluyen condiciones de pobreza

y la ubicación remota o de difícil acceso de estas viviendas, alejadas de la infraestructura eléctrica existente [6]. Además, el crecimiento territorial y urbano en municipios como San Felipe y San Quintín implica un aumento en la demanda eléctrica, tanto por el crecimiento poblacional como por la infraestructura y actividad económica asociadas. En particular, en San Quintín, la Secretaría de Bienestar estima que más de 5,000 personas aún habitan en viviendas sin acceso a electricidad, lo que refuerza la necesidad de expandir y fortalecer la cobertura del servicio eléctrico en la región [6].

El aprovechamiento de la energía mareomotriz en el Golfo de California surge como una alternativa estratégica para diversificar la matriz energética regional, particularmente en la región de las Grandes Islas. En años recientes se ha propuesto incluso la instalación de una planta que aprovecha la energía del movimiento marino que podría beneficiar a Baja California Sur; sin embargo, a más de cinco años de su anuncio, el proyecto no ha mostrado avances sustantivos ni cuenta con manifestación de impacto ambiental, por lo que, aunque no ha sido cancelado formalmente, permanece detenido [7]. No obstante, se ha mantenido activa la investigación y la caracterización del recurso mareomotriz en la zona, con el propósito de aprovecharlo en el futuro.

Investigaciones recientes han caracterizado el recurso en esta zona, identificando corrientes de marea que alcanzan velocidades pico de 2.4 m/s en los canales profundos (100 a 500 m) entre las islas San Lorenzo, San Esteban y Ángel de la Guarda. Si bien aún no existe un parque

comercial a gran escala, la fase conceptual del anteproyecto está respaldada por estudios que estiman una potencia media anual teórica no perturbada de entre 100 y 200 MW (Megawatts), confirmando la existencia de un recurso técnicamente viable [8]. El presente análisis se centra en una posible iniciativa que aprovecharía este recurso en Baja California, concebida bajo un enfoque energético descentralizado (idóneo dadas las dificultades de interconexión a la red en esta compleja geografía) y orientado a fortalecer la resiliencia de comunidades costeras [9].

Los proyectos mareomotrices pueden modificar procesos ecológicos y físicos en su entorno inmediato, como muestran experiencias internacionales. Esto incluye alteraciones en corrientes y turbulencia, cambios en el transporte de sedimentos, generación de ruido submarino, emisión de campos electromagnéticos y riesgos de colisión para especies móviles, particularmente peces y mamíferos marinos [10]. Como ejemplo, en Washington, Estados Unidos, ante la iniciativa de un proyecto de energía mareomotriz, varias naciones tribales protestaron, consiguiendo la recesión de la financiación para el proyecto debido a que su construcción alteraría las corrientes subterráneas utilizadas por el salmón y otros peces migratorios, afectando la conectividad de las vías fluviales además de violar los derechos de pesca tradicional de las naciones tribales [11].

Por lo anterior, la evaluación ambiental de proyectos de estas características requiere herramientas que permitan cuantificar las

presiones biofísicas generadas por la extracción, transformación y uso de recursos. En este sentido, los indicadores biofísicos ofrecen métricas directas sobre la demanda que una infraestructura ejerce sobre los ecosistemas, mientras que en el contexto de la sustentabilidad permiten evaluar la magnitud y dirección del cambio en un sistema ambiental comparando su estado inicial con su transición hacia escenarios socialmente sostenibles [12]. En específico, la huella ecológica estima la superficie bioproductiva necesaria para sostener los flujos de energía y materiales asociados al anteproyecto, mientras que la huella hídrica cuantifica el volumen de agua utilizado a lo largo de la cadena de producción de los insumos [13, 14]. En conjunto, estos indicadores permiten caracterizar de forma ambientalmente robusta la intensidad material e hídrica del anteproyecto mareomotriz y constituyen un marco analítico útil para valorar su interacción con los sistemas naturales.

Aunado a la evaluación ambiental, resulta necesario considerar marcos de gobernanza que permitan gestionar los ecosistemas marinos de acuerdo con sus contextos sociales, económicos y culturales. Desde la perspectiva del manejo de bienes comunes, la efectividad de esta gestión depende de la existencia de reglas claras sobre el acceso y uso del recurso, mecanismos de monitoreo, espacios de participación y procedimientos de resolución de conflictos. En este contexto, un proyecto que valore de múltiples concepciones los recursos naturales que utilice será un proyecto más sustentable que aquel que los valore unidimensionalmente [15].

Así, incluir valores intrínsecos, económicos, educativos, científicos, de opción, de bien común y estéticos constituye un elemento central para orientar decisiones más legítimas y ambientalmente responsables, al evitar reducciones unidimensionales del significado ecológico y social de los ecosistemas [16].

El anteproyecto mareomotriz presenta avances técnicos notables, pero aún existe un vacío importante en su evaluación socioambiental, particularmente en lo referente al manejo integral del recurso marino y a la forma en que sus arreglos institucionales podrían favorecer (o limitar) un desarrollo verdaderamente sustentable. Si bien existen estudios sobre impactos biofísicos de la energía mareomotriz y, por separado, análisis de gobernanza en recursos naturales, son escasas las evaluaciones que integran ambos componentes en el contexto específico de Baja California. Ante ello, este estudio analiza el anteproyecto desde una perspectiva que lo evalúe de manera holística y considera el factor humano como central.

El objetivo general de este estudio es analizar el manejo de recursos naturales de un anteproyecto mareomotriz en Baja California (aún en etapa de gestación), mediante el desarrollo y aplicación de un modelo teórico que integre dimensiones biofísicas, institucionales y humanas desde una perspectiva de sustentabilidad, con el fin de identificar brechas éticas, sociales y de gobernanza para proponer estrategias que fortalezcan la transición energética regional y la gestión de bienes comunes marinos.

## METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo-analítico de tipo exploratorio-descriptivo, orientado a comprender la relación entre el manejo del recurso marino y los principios de desarrollo sustentable en el contexto de un anteproyecto de energía mareomotriz en Baja California. Se adoptó un diseño de estudio de caso, que permitió analizar este anteproyecto como una unidad compleja, integrando dimensiones biofísicas, institucionales y socioambientales.

La base empírica se construyó mediante una investigación documental sistemática. Se analizaron documentos oficiales de planeación energética, marcos normativos ambientales, evaluaciones de impacto, informes técnicos y literatura científica indexada relacionada con energía mareomotriz, gobernanza ambiental y gestión de bienes comunes. Las fuentes fueron localizadas mediante motores de búsqueda académicos (Web of Science, Scopus, Google Scholar, SciELO, ScienceDirect), repositorios institucionales y notas periodísticas, seleccionadas conforme a criterios de calidad estándar en la investigación: autenticidad, credibilidad, representatividad y significado [17].

Se desarrolló de un modelo teórico de manejo de recursos naturales con base en el método del marco lógico. Con base en este modelo, se realizó un análisis documental del proyecto de energía mareomotriz en Baja California. Este análisis integra la evaluación de indicadores biofísicos, principios de gobernanza de bienes

comunes y de los principales grupos de interés. El análisis se estructuró mediante un marco socioecológico que permite articular dimensiones ambientales, institucionales y humanas del proyecto.

Se seleccionaron indicadores biofísicos orientados a estimar las presiones ambientales del anteproyecto, particularmente la huella ecológica y la huella hídrica siguiendo el método de Doménech Quesada, y las directrices metodológicas de la Water Footprint Network [13, 14]. Las estimaciones preliminares se realizaron a partir de datos secundarios provenientes de literatura técnica, bases de datos institucionales y estudios de caso comparables, estableciendo supuestos explícitos sobre escalas temporales y espaciales.

La dimensión institucional fue analizada a partir de la literatura sobre gobernanza de bienes comunes y gestión de recursos naturales. Se examinó la existencia de reglas de acceso y uso, mecanismos de monitoreo, participación social y resolución de conflictos. Asimismo, se consideraron los distintos tipos de valores asignados a la naturaleza (intrínseco, económico, educativo, científico, de opción, como bien común y estético [16]) como categorías analíticas para evaluar la calidad del manejo del recurso.

Finalmente, los resultados fueron integrados mediante el orden que sugiere el modelo teórico de manejo de recursos naturales que se desarrolló en el marco de esta investigación. Las limitaciones del estudio se derivan del uso

de información secundaria y de la ausencia de mediciones en campo, por lo que los resultados deben interpretarse como aproximaciones analíticas.

## RESULTADOS

### Modelo HUMABIS

La literatura científica reciente evidencia que diversos marcos ampliamente utilizados para el manejo y la evaluación de los recursos naturales —entre ellos el marco MESMIS, los análisis de ciclo de vida (LCA/LCSA) y las normas de la familia ISO 14000— tienden a privilegiar indicadores ambientales y económicos cuantificables, debido a su mayor grado de estandarización metodológica y comparabilidad técnica [18–20]. Si bien estos enfoques reconocen la dimensión social como parte constitutiva de la sustentabilidad, su incorporación suele depender de la selección contextual de indicadores y carece de procedimientos homogéneos y sistemáticos para integrar valores humanos, dimensiones relacionales, aspectos culturales y consideraciones éticas, lo que ha derivado en una atención limitada y desigual al factor humano en la práctica del manejo y evaluación de los bienes naturales [21–23].

En este contexto, la persistente dificultad para integrar de manera central y operativa el factor humano en los marcos convencionales de manejo de recursos naturales pone de manifiesto la necesidad de modelos alternativos que superen el énfasis tecnocrático y reconozcan explícitamente a la persona, la

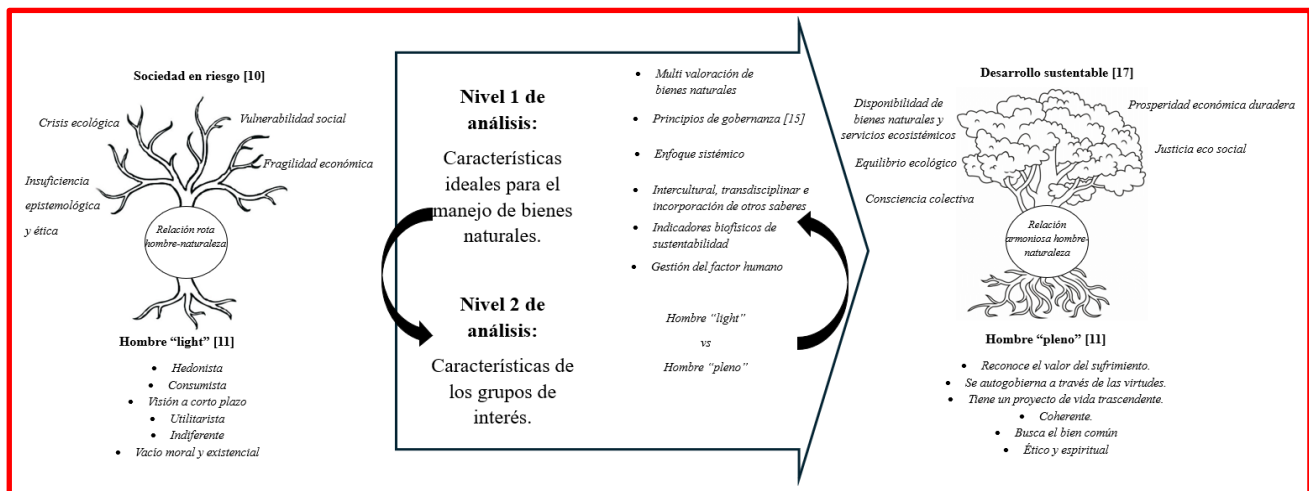
comunidad y sus valores como ejes fundamentales en el manejo de los bienes naturales, lo que da sustento teórico al desarrollo y aplicación del Modelo Humanista de Manejo de Bienes Naturales para la Sustentabilidad (HUMABIS) que a continuación se describe y se muestra en la Figura 1.

En la Figura 1 se resume gráficamente el modelo: a la izquierda se representa un “árbol de problemas” y a la derecha un “árbol de objetivos” (horizonte de sustentabilidad). El núcleo del modelo está compuesto por dos niveles de análisis.

Nivel 1. Características ideales para el manejo de bienes naturales. A partir del análisis documental se identificaron seis componentes que constituyen las condiciones deseables o

“atributos” para un manejo sustentable:

- a) Valoración múltiple de los bienes naturales (no restringir la valoración a lo meramente instrumental).
- b) Aplicación de principios de gobernanza de bienes comunes (reglas claras, monitoreo, sanciones proporcionadas, participación).
- c) Enfoque de sistemas (integración de subsistemas ecológicos, sociales y económicos).
- d) Enfoque intercultural y transdisciplinario (incorporación de saberes locales y científicos).
- e) Empleo de indicadores biofísicos de sustentabilidad para seguimiento y mejora continua.
- f) Gestión del factor humano (capacitación, ética cívica y capacidades de autogobierno).



**Figura 1.** Modelo humanista de manejo de bienes naturales para la sustentabilidad (Modelo HUMABIS).

Nivel 2. Características de los grupos de interés. El segundo nivel operacionaliza cómo los distintos actores (gobierno, empresas, comunidades locales, consorcios académicos) se posicionan con respecto a las características del Nivel 1. Para cada actor se consideran dimensiones observables tales como; poder o influencia formal, vulnerabilidad social/ambiental, orientación valorativa predominante (instrumental, cultural, intrínseca), y capacidad institucional para el autogobierno y la participación.

### **Resultados de la aplicación del modelo HUMABIS al anteproyecto de Bahía de los Ángeles**

HUMABIS permitió identificar coincidencias entre lo que se considera un manejo adecuado del recurso marino y las prácticas que aparecen en los documentos, así como señalar áreas donde éstas no coinciden. Esto facilitó distinguir aspectos del anteproyecto que muestran continuidad con los criterios deseables y otros en los que existen vacíos o inconsistencias.

A continuación, se muestran los resultados de acuerdo con los dos niveles de análisis que plantea el modelo HUMABIS:

Nivel 1. Características ideales para el manejo de bienes naturales.

#### **a) Multivaloración de los bienes naturales**

El análisis documental permitió identificar diversos componentes ecológicos y usos del ecosistema marino del Alto Golfo de California relevantes para la valoración del recurso

natural. En el humedal Estero de Punta Banda, en Ensenada, se reporta que una colonia de pinnípedos utiliza los periodos de marea baja para actividades biológicas esenciales, incluyendo descanso, termorregulación y crianza de crías [24].

La evidencia sugiere que existe un profundo desconocimiento sobre las energías marinas. Encuestas muestran que un 51% de los encuestados no conocía este tipo de tecnología [25].

En aspectos técnicos, el anteproyecto contempla el uso de turbinas submarinas estándar instaladas directamente en el flujo mareal, sin construcción de presas, con diámetros aproximados de 18 metros y capacidad para operar en cambios de dirección de la corriente [26, 27]. La literatura asociada señala que este tipo de dispositivos se caracteriza por requerimientos estructurales moderados y una instalación localizada en zonas de mayor velocidad de corriente [27].

Las zonas insulares del Golfo de California registran velocidades de corriente superiores a 3 m/s, lo que ha generado interés científico en el estudio del comportamiento hidrodinámico y del desempeño de materiales en condiciones marinas exigentes [27]. La literatura técnica señala que la vida útil de palas fabricadas con materiales compuestos podría ser de 4 a 5 años, aunque esta estimación se basa principalmente en simulaciones numéricas y no en mediciones empíricas [28].

La valoración económica actual del ecosistema marino en Baja California se encuentra

asociada principalmente a actividades tradicionales como la pesca artesanal de especies de alto valor comercial (p. ej., langosta y abulón) y al turismo ecológico, incluyendo el avistamiento de ballenas. Estas actividades representan el principal sustento de diversas comunidades costeras y dependen de la integridad ecológica del entorno. Estudios en contextos similares reportan que la percepción de riesgo hacia proyectos de energía marina es elevada entre pescadores, con 91% de ellos anticipando afectaciones a su actividad [25].

El anteproyecto incorpora una valoración adicional del espacio marino mediante su potencial para la generación de energía mareomotriz. Existen propuestas, como la del Eco-Parque Marino (EPM), este espacio se concibe como un nodo productivo integrado que combina generación eléctrica, desalinización mediante ósmosis inversa y acuicultura sostenible, con el objetivo de diversificar la economía local [9].

Finalmente, el Golfo de California está reconocido internacionalmente como Reserva de la Biosfera y Sitio de Patrimonio Mundial de la UNESCO, y constituye un área crítica para especies migratorias como ballenas, delfines, tortugas marinas y aves costeras, además de sostener pesquerías de relevancia ecológica y económica [29]. Estos elementos fueron identificados como componentes centrales en la valoración ambiental del ecosistema.

Con lo anterior, se identificó que la mayor parte de la valoración del ecosistema marino presente en los instrumentos revisados se expresa en

términos instrumentales y económicos, principalmente asociados al potencial energético, la desalinización y las actividades pesqueras y turísticas existentes.

#### b) Principios de gobernanza

El análisis institucional mostró que los proyectos vinculados a energías marinas en México operan predominantemente bajo esquemas de consulta informativa, donde los actores locales (incluyendo comunidades indígenas y pescadores) participan principalmente aportando datos o siendo informados, pero no intervienen en el diseño de las reglas ni en la toma de decisiones [9].

No se identificó evidencia de foros formales, mecanismos de comunicación o espacios deliberativos que permitieran a las partes interesadas expresar preocupaciones, presentar propuestas o influir en las decisiones asociadas al desarrollo del anteproyecto.

Asimismo, se observó que diversas comunidades de Baja California carecen de medición individualizada del consumo eléctrico, operando bajo un esquema de tarifa plana, lo cual define un contexto institucional particular en cuanto al acceso, regulación y control del recurso energético [30, 31].

Se registraron antecedentes de conflictos socioambientales asociados a la expansión de proyectos de energía renovable en distintas regiones del país, incluyendo Baja California y Oaxaca. Las fuentes señalan la ausencia de mecanismos institucionales accesibles para la resolución de disputas entre comunidades locales y desarrolladores, junto con la

existencia de negociaciones caracterizadas por asimetrías de poder, donde se utilizan figuras legales como las servidumbres para establecer las condiciones de uso del territorio [30].

Se identificó además que el marco de gobernanza que regula la transición energética en México se encuentra influenciado por estructuras institucionales en múltiples escalas, desde lo local hasta lo regional y global. Las decisiones nacionales, incluida la Reforma Energética, han sido descritas como alineadas con incentivos derivados de mecanismos internacionales como la Integración Energética de América del Norte y las Finanzas Climáticas [30].

El área de estudio se encuentra dentro de una zona sujeta a un régimen especial de manejo ambiental, regulado por el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera del Golfo de California. Este instrumento establece una estructura de gobernanza basada en la delimitación espacial del territorio, la definición de usos permitidos y la articulación de múltiples actores institucionales y comunitarios. Este define límites claramente establecidos mediante un esquema de zonificación que distingue zonas núcleo, de amortiguamiento y de uso sustentable, cada una con reglas diferenciadas de acceso y aprovechamiento. Esta delimitación territorial constituye un mecanismo formal para prevenir la sobreexplotación del recurso y regular actividades productivas en función de la sensibilidad ecológica del área. Asimismo, el instrumento reconoce la coexistencia de múltiples usos del espacio marino (pesca

artesanal, conservación, investigación científica y turismo) y establece reglas congruentes con las condiciones ecológicas locales, incorporando criterios de estacionalidad, protección de especies clave y preservación de hábitats críticos [32].

### c) Enfoque sistémico

Se observó en los documentos analizados una omisión constante de variables sociales cruciales, como la densidad de población de las comunidades costeras, la demanda energética local o la infraestructura existente, lo que limita el análisis a una viabilidad predominantemente física y técnica.

No obstante, se identificaron modelos alternativos, como el propuesto por Pozzi, en el que el sistema energético marino se deconstruye desde un marco de sistemas complejos. Aunque dicho modelo fue desarrollado para un posible proyecto de energía undimotriz, su estructura conceptual resulta transferible al contexto mareomotriz analizado en este estudio [9].

El modelo se organiza en tres niveles interconectados. En el núcleo operativo se integran el componente ambiental (que incluye el recurso energético, los servicios ecosistémicos y la biodiversidad) y el componente socioeconómico, conformado por actividades locales como la pesca y el turismo, todo ello mediado por un marco de políticas públicas que articula desarrollo económico, conservación y regulación. El segundo nivel agrupa a los actores clave (academia, industria, inversionistas y operadores de red), así como a

los recursos tecnológicos y financieros que vinculan el proyecto con escalas superiores. Finalmente, el tercer nivel sitúa al sistema dentro de un marco macroeconómico y global, donde fuerzas externas como el cambio climático y los acuerdos internacionales influyen y condicionan las decisiones locales, cerrando un ciclo de retroalimentación entre escalas [9].

#### d) Intercultural, transdisciplinar e incorporación de otros saberes

El análisis de los documentos y antecedentes revisados muestra una omisión recurrente en la incorporación de otros saberes, particularmente del conocimiento local y tradicional de las comunidades costeras. En los materiales analizados, la participación comunitaria aparece limitada a mecanismos informativos o consultivos, sin evidencia de integración sistemática del conocimiento local en las etapas de evaluación y diseño del proyecto.

Un caso de estudio documentado en un parque marino de Baja California Sur evidencia esta problemática. En dicho caso, los pescadores locales fueron inicialmente excluidos de los procesos de toma de decisión al ser considerados una amenaza para los objetivos de conservación. Posteriormente, aunque se habilitaron espacios de participación, su involucramiento fue restringido por el uso de lenguaje técnico especializado y por agendas que no incorporaban sus preocupaciones centrales [33]. Asimismo, el análisis del caso muestra que el conocimiento de los pescadores incluye información detallada sobre corrientes

marinas, ciclos de especies y dinámicas ecológicas locales, elementos que resultan relevantes para la evaluación ambiental y el manejo del socioecosistema marino [33]. Sin embargo, este conocimiento no fue documentado ni utilizado de manera explícita en los instrumentos formales de planeación y gestión.

De manera consistente, diversos estudios sobre proyectos costeros y marinos en México reportan patrones similares, donde las comunidades presentan una participación limitada y un bajo acceso a información clara sobre las implicaciones técnicas, ambientales y sociales de los proyectos energéticos, lo que se refleja en conflictos recurrentes durante su implementación [34–36].

#### e) Indicadores biofísicos de sustentabilidad

La Tabla 1 presenta los insumos materiales y energéticos utilizados para estimar la huella ecológica y la huella hídrica del anteproyecto, organizados según su categoría e intensidad energética según las equivalencias consultadas en [13].

#### Huella ecológica

La huella ecológica del anteproyecto se estimó a partir de los insumos materiales y energéticos identificados en la etapa conceptual. La Tabla 2 sintetiza los resultados obtenidos para cada categoría de material.

#### Huella hídrica

La estimación de la huella hídrica del anteproyecto se realizó a partir de los insumos

materiales reportados en la Tabla 1. En el caso de los compuestos GFRP, no fue posible incorporar este material debido a la ausencia de factores de conversión confiables en la literatura consultada. Para los demás insumos,

se aplicaron los factores de huella hídrica correspondientes, expresados como el volumen de agua requerido de manera indirecta por unidad de material producido. Los resultados agregados se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 1.** Insumos materiales e intensidades energéticas para la construcción de una turbina mareomotriz. Datos tomados de [28, 37].

Categoría	Elemento/ Recurso	Cantidad (masa)	Intensidad energética
Unidades		[Toneladas, t]	[GJ/t]
<b>Materiales</b>	Acero Estructural (Estructura, Góndola)	320	30.00
	Hormigón / Lastre (Fondeo por gravedad)	800	5.00
	Composites GFRP (Palas, carenado)	15	43.75
	Cobre (Generador, cableado)	8	45.00
<b>Operaciones</b>	Diésel Marino (Logística Buque)	600	43.75
<b>Totales</b>		1743	

**Tabla 2.** Estimación de la huella ecológica.

Categoría	Elemento/ Recurso	Energía total consumida	Huella de absorción	Huella ecológica final	Huella de carbono	Impacto global
Unidades		[Gigajulios]	[Hectáreas]	[Hectáreas globales]	[Toneladas de CO <sub>2</sub> ]	[%]
<b>Materiales</b>	Acero Estructural (Estructura, Góndola)	9600	135.2	154.1	704.4	23.5
	Hormigón / Lastre (Fondeo por gravedad)	4000	56.3	64.2	293.3	9.8
	Composites GFRP (Palas, carenado)	656	9.2	10.5	47.9	1.6
	Cobre (Generador, cableado)	360	5.1	5.8	26.6	0.9
<b>Operaciones</b>	Diésel Marino (Logística Buque)	26250	369.7	421.5	1926.1	64.2
<b>Totales</b>		40866	575.5	656.1	2998	100

**Tabla 3.** Estimación de la huella hídrica. Los factores de huella hídrica fueron recuperados de [38–41].

Categoría	Elemento/ Recurso	Conversión a unidad del factor	Factor de Huella Hídrica (HH)	Huella hídrica
<b>Materiales</b>	Acero Estructural (Estructura, Góndola)	329 t	3.316 m <sup>3</sup> /t	1061.12 m <sup>3</sup>
	Hormigón / Lastre (Fondeo por gravedad)	333.33 m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	0.143 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	47.67 m <sup>3</sup>
	Cobre (Generador, cableado)	8 t	68.00 m <sup>3</sup> /t	544.00 m <sup>3</sup>
<b>Operaciones</b>	Diésel Marino (Logística Buque)	705.882 L <sup>(2)</sup>	46,625 L/L	32911.75 m <sup>3</sup>
<b>Totales</b>				34564.5 m <sup>3</sup>

<sup>(1)</sup>Se asume densidad estándar de 2.4 t/m<sup>3</sup>

<sup>(2)</sup>Se asume densidad estándar de 0.85 kg/L

#### f) Gestión del factor humano.

El anteproyecto no muestra ningún indicio de gestionar el factor humano, es decir, no considera procesos de capacitación ni formación de los grupos que participarían en el desarrollo del proyecto.

Nivel 2 de análisis: Características de los grupos de interés

La Tabla 4 que derivó del mapeo de grupos de interés donde se muestran sus roles, necesidades y expectativas con respecto al anteproyecto.

A continuación, se describen las características de cada uno de los grupos de interés.

#### CEMIE-Océano

En la revisión de actores institucionales vinculados al desarrollo de la energía marina en México, se identificó que el CEMIE-Océano opera como un consorcio integrado por 44 instituciones ubicadas en 17 estados, cuyo objetivo principal es articular capacidades

científicas y tecnológicas para la investigación aplicada en energía oceánica [43]. Los documentos analizados muestran que el consorcio concentra sus esfuerzos en la elaboración de mapas del recurso, el desarrollo de prototipos tecnológicos y la generación de estudios de impacto ambiental, con un énfasis claro en fortalecer la base de conocimiento técnico para futuros proyectos.

En relación con la interacción entre instituciones, los boletines y documentos públicos revisados enfatizan la cooperación entre pares académicos y organismos públicos, y se reconoce la necesidad de incorporar la perspectiva de comunidades potencialmente involucradas en proyectos marinos [44]. Asimismo, se identificaron subproyectos dedicados a la caracterización ecológica de las zonas de estudio, los cuales incluyen análisis de factores bióticos, abióticos y de interacciones ecológicas relevantes para evaluar impactos potenciales [45].

**Tabla 4.** Grupos de interés y sus características.

Grupos de interés	Rol	Necesidades (¿Por qué le interesa o le conviene estar?)	Posibles expectativas
<b>CEMIE-Océano</b>	Centro de investigación científico-público	Cumplir con su misión de generar productos innovadores, técnicas y tecnologías que exploten la diversidad de recursos energéticos oceánicos disponibles para suministrar energía sustentable, efectiva y rentable para satisfacer parcialmente la demanda energética en México [42].	Desarrollar las capacidades de México en energías marinas. Generar conocimiento validado (mapas, prototipos, estudios de impacto).
<b>Tecnoceano</b>	Empresa privada, socio tecnológico especializado en ingeniería marina	Diversificar su catálogo de proyectos, en este caso, en un ámbito distinto al que generalmente trata la empresa como es la recuperación de playas en zonas hoteleras. Beneficio de lucro.	Posicionarse como líder en innovación en energías renovables marinas.  Asegurar la rentabilidad económica de sus proyectos de ingeniería costera
<b>Secretaría de Energía (SENER)</b>	Autoridad federal responsable de la planeación energética y de coordinar políticas y financiamiento para proyectos estratégicos de energía renovable.	Impulsar la transición energética, diversificar la matriz energética y fortalecer la seguridad energética nacional.	Que el proyecto contribuya a metas de descarbonización, atraiga inversión y genere innovación tecnológica.
<b>Bahía de los Ángeles.</b>	Actores locales y usuarios directos del recurso marino, con conocimiento tradicional sobre pesca y ecosistemas.	Proteger sus medios de vida, asegurar el acceso a recursos y mantener la integridad ecológica del territorio.	Participar en la toma de decisiones, recibir beneficios económicos y asegurar que el proyecto sea compatible con sus actividades tradicionales.

En relación con la interacción entre instituciones, los boletines y documentos públicos revisados enfatizan la cooperación entre pares académicos y organismos públicos, y se reconoce la necesidad de incorporar la perspectiva de comunidades potencialmente involucradas en proyectos marinos [44]. Asimismo, se identificaron subproyectos dedicados a la caracterización ecológica de las zonas de estudio, los cuales incluyen análisis de factores bióticos, abióticos y de interacciones ecológicas relevantes para evaluar impactos

potenciales [45].

Sin embargo, la revisión documental no evidenció la existencia de mecanismos de participación comunitaria, foros ciudadanos ni consultas públicas en las fases iniciales de los proyectos. Tampoco se encontraron lineamientos claramente establecidos para la comunicación interna o mecanismos sistemáticos para el intercambio de información y resultados entre los miembros del consorcio [46].

## Tecnoceano

En el caso de Tecnoceano, el análisis indica que la empresa cuenta con capacidades técnicas para participar en proyectos de ingeniería marina de alta complejidad. Entre sus antecedentes más relevantes se encuentra su colaboración en el proyecto Eco Wave Manzanillo I, propuesto como la primera planta comercial de energía undimotriz en México. De acuerdo con los documentos disponibles, Tecnoceano fue responsable de estudios de campo fundamentales (incluyendo batimetría, topografía y medición de oleaje), además de elaborar la Evaluación de Impacto Ambiental, en la cual se señalaron beneficios potenciales como la reducción de emisiones asociadas y la generación de hábitats marinos artificiales [47]. Aunque el proyecto no avanzó debido a obstáculos regulatorios, la participación documentada muestra la incorporación de la empresa en iniciativas de energía marina a nivel nacional [48].

En los registros consultados también se identificó que una parte significativa de las actividades de Tecnoceano se concentra en proyectos de ingeniería costera orientados a clientes privados, particularmente en el sector turístico. Estos trabajos están relacionados con la protección de infraestructura costera mediante obras como rompeolas, dragados y acondicionamiento de playas. La documentación revisada permite observar que la empresa mantiene una cartera de proyectos predominantemente vinculada a servicios de ingeniería aplicada en zonas litorales.

## Secretaría de energía (SENER)

La Secretaría de Energía (SENER) ha tenido participación directa en proyectos de energía renovable a gran escala, particularmente en los desarrollos eólicos de Oaxaca. En los casos de Eólica del Sur y Gunaa Sicarú, los registros públicos indican que los procesos de consulta previa, libre e informada se llevaron a cabo una vez que diversos permisos y autorizaciones ya habían sido emitidos [49, 50]. Esta secuencia fue señalada por sectores de las comunidades locales como una irregularidad en el procedimiento de consulta. En el caso de Eólica del Sur, algunos grupos comunitarios documentaron que, pese a las consultas subsecuentes, no se alcanzaron acuerdos con la empresa desarrolladora [50]. En Gunaa Sicarú, las fuentes revisadas registran expresiones de inconformidad relacionadas con el ruido de los aerogeneradores y la percepción de falta de convocatoria en las etapas iniciales del proyecto; posteriormente se realizaron reuniones comunitarias, aunque la conflictividad persistió y el proyecto fue cancelado [49, 51].

Además de estos proyectos, SENER ha participado en iniciativas de menor escala orientadas al fortalecimiento energético comunitario. Un caso documentado es el de la central microhidroeléctrica en Misantla, Veracruz, desarrollada en coordinación con SEDESOL. En este proyecto, la Secretaría impulsó un esquema de colaboración que incluyó a una cooperativa cafetalera local y a instituciones tecnológicas regionales. Los documentos revisados describen que la

operación y gestión del sistema fue cedida a la cooperativa, mientras que se incorporaron mecanismos de monitoreo local y coordinación con instancias estatales y federales [52].

### Comunidades costeras de Baja California

Si bien el máximo recurso mareomotriz se ubica en los canales profundos entre las islas San Lorenzo, San Esteban y Ángel de la Guarda, la evaluación social y ambiental se centró en la localidad de Bahía de los Ángeles ya que es el asentamiento humano con mayor probabilidad de interacción directa con la infraestructura propuesta [53].

### Bahía de los Ángeles

Bahía de los Ángeles es una localidad con una población aproximada de 800 habitantes [54]. La información revisada indica que su economía se sustenta principalmente en actividades de pesca ribereña y deportiva, así como en un ecoturismo más consolidado. Los documentos analizados señalan que estas actividades enfrentan presiones estructurales, entre ellas la intermediación de permisos pesqueros por actores externos, lo cual reduce la rentabilidad para los pescadores locales, y la competencia generada por la pesca industrial en la región [55].

Las fuentes documentales también muestran que la comunidad ha articulado respuestas colectivas frente a proyectos percibidos como amenazas ambientales o territoriales. Entre los casos identificados se encuentran las objeciones públicas a propuestas de terminales de gas natural licuado (GNL), manifestadas mediante protestas y comunicados en defensa del Golfo

de California, referido en dichas declaraciones como “Acuario del Mundo” [56]. Asimismo, se observa la presencia de representantes comunitarios en el Programa de Manejo del Área Natural Protegida, así como la participación activa en iniciativas locales de conservación, particularmente en el monitoreo del tiburón ballena [55].

## DISCUSIÓN

En esta sección se discuten de manera integrada los resultados obtenidos a partir de la aplicación del Modelo Humanista de Manejo de Bienes Naturales para la Sustentabilidad (HUMABIS), concebido como marco interpretativo para articular los hallazgos biofísicos, institucionales y valorativos del estudio. A continuación, se analizan las correspondencias y tensiones entre los atributos ideales de manejo identificados en el Nivel 1 del modelo y las configuraciones concretas de los grupos de interés descritas en el Nivel 2.

**Nivel 1. Características ideales para el manejo de bienes naturales.**

### a) Multivaloración

#### Valor intrínseco

La operación de turbinas mareomotrices introduce riesgos directos para la fauna marina, particularmente para especies sensibles al ruido submarino, a la alteración de corrientes y a posibles eventos de colisión generados por los sedimentos de la planta. Estos riesgos adquieren mayor relevancia en un contexto donde los ecosistemas ya enfrentan presiones

acumulativas derivadas de actividades como la pesca industrial y el tráfico marítimo.

En este contexto, el valor intrínseco del ecosistema marino del Alto Golfo de California se encuentra formalmente reconocido en el Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera, el cual establece como objetivo central la conservación de los procesos ecológicos, la biodiversidad y las especies prioritarias, independientemente de su aprovechamiento económico. Este marco normativo reconoce a los ecosistemas marinos como entidades con derecho a existir y a mantener sus funciones ecológicas, más allá de su utilidad para las actividades humanas.

Sin embargo, no basta con reconocer la zona como reserva, es necesario incorporar explícitamente los lineamientos ecológicos y de zonificación establecidos en el Programa de Manejo como criterios operativos de diseño y localización. De lo contrario, esto significaría que el anteproyecto no integra plenamente el valor intrínseco del ecosistema como un límite normativo y ético para la toma de decisiones tecnológicas.

#### Valor científico

El anteproyecto presenta un alto potencial científico, dado que las condiciones de corrientes elevadas y la operación en un entorno marino real permitirían generar información empírica sobre colisiones, propagación de ruido submarino y durabilidad de materiales compuestos.

La creación de institutos de investigación especializados, como el Centro Mexicano de

Innovación en Energía del Océano (CEMIE-Océano), evidencia que en México existe una capacidad científica e institucional incipiente para explotar el valor científico del recurso mareomotriz. La articulación de universidades, centros de investigación y entidades públicas dentro de este consorcio refleja un reconocimiento explícito del conocimiento como un componente estratégico del desarrollo de las energías marinas.

#### Valor económico

La huella económica del anteproyecto aparece como uno de los valores dominantes en la documentación revisada, particularmente en relación con la independencia energética regional, la reducción del gasto asociado al uso de generadores diésel y la generación de oportunidades de inversión en infraestructura energética. Este énfasis refleja una concepción del recurso mareomotriz centrada en su capacidad para generar beneficios económicos y fortalecer la seguridad energética de Baja California.

La propuesta de un Eco-Parque Marino ayudaría a diversificar la economía del lugar, no obstante, la evidencia disponible ofrece escasa información sobre la distribución social de los beneficios económicos y sobre los posibles efectos del anteproyecto en las economías locales preexistentes. La ausencia de mecanismos explícitos de redistribución o compensación plantea el riesgo de que la nueva actividad energética compita o sustituya actividades económicas tradicionales, como la pesca artesanal y el ecoturismo, de las cuales

dependen directamente las comunidades costeras. En este sentido, la sostenibilidad económica del anteproyecto no debería evaluarse únicamente a partir de su rentabilidad financiera o su contribución macroeconómica, sino en función de su capacidad para generar sinergias con las economías locales y evitar procesos de desplazamiento o exclusión económica.

### Valor educativo

Los documentos analizados reconocen de manera explícita el potencial formativo asociado al anteproyecto, particularmente en términos de capacitación técnica y desarrollo científico. Esta dimensión se encuentra relativamente bien respaldada por la presencia de instituciones académicas y consorcios de investigación a nivel regional y nacional, los cuales podrían articular programas de formación y transferencia de conocimiento vinculados a la energía mareomotriz.

Una central mareomotriz visible y tangible posee el potencial de funcionar como una herramienta pedagógica para sensibilizar a la sociedad sobre la crisis climática, el papel de las energías renovables y la complejidad del ecosistema marino local. En este sentido, la infraestructura energética puede contribuir a la difusión del conocimiento tecnológico y ambiental, particularmente en regiones donde este tipo de tecnologías aún es poco conocido.

Asimismo, la construcción, operación y mantenimiento de una tecnología de esta complejidad requerirían personal técnico y profesional altamente especializado, lo que

abre la posibilidad de utilizar el anteproyecto como una plataforma para la formación de ingenieros, técnicos y especialistas en energías marinas. Desde esta perspectiva, el anteproyecto podría contribuir al fortalecimiento del capital humano y a la soberanía tecnológica nacional.

Por lo anterior, el anteproyecto reconoce el valor educativo del recurso marino mediante su vinculación con instituciones académicas y consorcios de investigación dedicados al estudio del Golfo de California, los cuales desempeñan un papel relevante en la generación de conocimiento y la formación de especialistas.

No obstante, para que este valor educativo trascienda el plano discursivo y se materialice de forma efectiva, resulta indispensable la definición de planes concretos de capacitación, mecanismos de transferencia tecnológica y estrategias formales de vinculación entre universidades, sector productivo y comunidades locales. La ausencia de estos instrumentos limita actualmente la capacidad del anteproyecto para contribuir de manera sostenida a la construcción de capacidades locales y al fortalecimiento del capital humano especializado.

### Valor de opción

El valor de opción del recurso mareomotriz no se limita a su aprovechamiento energético inmediato, sino a la posibilidad de mantener abiertas alternativas futuras de uso, conservación e investigación. En este sentido, la alteración irreversible de componentes clave

del ecosistema marino (como corredores migratorios o hábitats críticos) implicaría la pérdida definitiva de dichas opciones, reduciendo la capacidad de decisión de las generaciones futuras.

Desde una perspectiva estratégica, el anteproyecto representa una opción relevante frente a la dependencia de combustibles importados y la vulnerabilidad energética regional. El desarrollo de una fuente energética local, predecible y de largo plazo podría contribuir a diversificar la matriz energética y disminuir riesgos asociados a la volatilidad de los mercados fósiles.

Sin embargo, esta ganancia potencial se ve condicionada por el riesgo de impactos ecológicos irreversibles. En ausencia de salvaguardas institucionales que aseguren la preservación de los procesos ecológicos que sustentan dichos usos futuros, el anteproyecto podría comprometer el valor de opción del sistema marino en lugar de fortalecerlo.

### Valor estético

El valor estético de la biodiversidad se relaciona con el bienestar humano, la identidad cultural y las actividades recreativas, al derivarse del disfrute de la belleza del paisaje y de los ciclos naturales. Los ecosistemas costeros y marinos cumplen una función clave como espacios de recreación, contemplación y construcción de identidad local, particularmente en regiones donde el turismo de naturaleza constituye una actividad económica relevante.

Algunos proyectos pueden generar rechazo

social debido a la intrusión visual y a modificaciones hidrodinámicas perceptibles, especialmente en configuraciones basadas en presas. En estos casos, los cambios en el paisaje costero y en la dinámica de las mareas han sido identificados como factores que pueden reducir el atractivo estético de las zonas y afectar la aceptación social de los proyectos [25].

En el caso del anteproyecto analizado, el uso de turbinas submarinas sin presas sugiere una menor magnitud de impacto visual directo en comparación con proyectos mareométricos convencionales. Sin embargo, la ausencia de evaluaciones específicas sobre paisaje, percepción estética y dimensión cultural en la documentación revisada limita la capacidad de afirmar que este valor esté siendo plenamente considerado. La falta de análisis sobre cómo las comunidades locales y los usuarios del territorio perciben la infraestructura, el tráfico marítimo y las instalaciones asociadas representa una omisión relevante, dado el peso del paisaje en el turismo, la identidad regional y el bienestar social.

En este contexto, el valor estético no debería considerarse un aspecto secundario, sino un componente de diseño desde etapas tempranas, particularmente en regiones donde la calidad paisajística constituye un activo social, cultural y económico.

### Valor como bien común

El valor del ecosistema marino como bien común implica reconocer a la biodiversidad y a los recursos asociados como parte de un patrimonio natural colectivo, cuyo uso y

manejo deben orientarse al beneficio de la sociedad en su conjunto y a la preservación de oportunidades para las generaciones futuras, más allá de su aprovechamiento económico inmediato [16].

La revisión documental del anteproyecto revela una débil articulación de mecanismos orientados a garantizar este carácter de bien común. En particular, no se identifican esquemas claros de participación efectiva de los grupos de interés locales, ni disposiciones explícitas para el reparto equitativo de beneficios o la resolución de conflictos derivados del acceso y uso del espacio marino.

Si bien el marco normativo reconoce al área como un bien de interés público, la evidencia muestra que las regulaciones formales, por sí solas, resultan insuficientes para prevenir conflictos cuando existen intereses divergentes entre actores institucionales, corporativos y comunitarios. En ausencia de arreglos de gobernanza inclusivos y multinivel, el anteproyecto corre el riesgo de reproducir asimetrías de poder y de debilitar la legitimidad social del aprovechamiento del recurso.

En el caso analizado, no se describen estrategias específicas que aseguren la protección del bien común ni la distribución justa de los beneficios derivados del anteproyecto entre los distintos grupos de interés. Esto subraya la importancia de incorporar un modelo de gobernanza que priorice la corresponsabilidad, la equidad y el reconocimiento efectivo del carácter colectivo del ecosistema marino.

## b) Principios de gobernanza

Un anteproyecto de energía mareomotriz, no puede desvincularse de las estructuras sociales, ecológicas y políticas que le rodean. Por ello, aplicar los principios de gobernanza de Ostrom permite asegurar un modelo mediante el cual el desarrollo tecnológico no comprometa la sostenibilidad del sistema natural ni los derechos y saberes de las comunidades costeras involucradas. Incorporar estos principios en el diseño, operación y monitoreo del proyecto permite no solo minimizar conflictos socioambientales, sino también fomentar una gobernanza participativa, resiliente y adaptativa.

### Límites claramente definidos

Uno de los principios fundamentales para la gobernanza de los bienes comunes es la definición clara tanto de los límites del recurso como de los actores con derechos de acceso y uso [57]. En el caso de los ecosistemas marinos, esta delimitación resulta especialmente compleja debido a su carácter dinámico y a la superposición de usos productivos, ecológicos y culturales.

Por ello, es necesario que el anteproyecto respete los mecanismos formales que definen de manera precisa los límites espaciales del área protegida, así como derechos diferenciados de acceso y uso del recurso marino, de acuerdo con categorías de zonificación y tipos de aprovechamiento permitidos.

Estos mecanismos son similares a los propuestos en contextos similares, donde se plantea extender la jurisdicción de la

planificación más allá de la línea de costa mediante esquemas como los bluebelts, los cuales permiten designar zonas de no desarrollo, regular actividades cercanas al ecosistema marino, establecer áreas de recreación de bajo impacto y proteger recursos ecológicos críticos para las comunidades locales [58]. Este tipo de instrumentos también facilita la identificación explícita de los actores autorizados a intervenir en el área, incluyendo empresas operadoras, autoridades ambientales y comunidades locales.

#### Reglas congruentes con las condiciones locales

De acuerdo con Ostrom, las reglas que regulan la apropiación y provisión del recurso (es decir, cuándo, cómo y en qué magnitud puede utilizarse) deben ser congruentes con las características ecológicas, sociales y culturales del contexto local [57]. En sistemas socioecológicos complejos, la aplicación de reglas rígidas o idealizadas, diseñadas desde escalas externas, suele resultar incongruente con las dinámicas locales y con los límites tecnológicos existentes, lo que dificulta su cumplimiento y efectividad [59].

En el caso de los proyectos de energía marina, la elevada incertidumbre científica sobre los impactos ecológicos hace especialmente relevante un enfoque adaptativo. El enfoque *deploy and monitor* plantea precisamente esta lógica: ante el conocimiento limitado, se permite un despliegue inicial a pequeña escala condicionado a la generación sistemática de información ambiental que permita ajustar las reglas de operación de manera progresiva [60].

Este enfoque favorece la congruencia entre las normas de uso y las condiciones reales del ecosistema, evitando decisiones irreversibles basadas en supuestos incompletos.

Sin embargo, el establecimiento de reglas congruentes depende de una multivaloración adecuada del bien natural. Dado que, en el anteproyecto analizado, la valoración del recurso marino se encuentra dominada por dimensiones técnico-económicas, las reglas que eventualmente se implementen podrían no reflejar adecuadamente los valores ecológicos, sociales y culturales locales. Esta limitación incrementa el riesgo de diseñar normas incongruentes o ineficaces, comprometiendo la gestión sustentable del recurso y la aceptación social del anteproyecto.

En algunos países, como Escocia, se realizan pruebas a pequeña escala con la finalidad de recabar datos y adaptar el anteproyecto a las características y reglas del lugar. Esto permite que el momento en el que se comienza a aumentar la escala del anteproyecto, este pueda ser recibido con mayor aceptación [61].

#### Arreglos de elección colectiva

El tercer principio de Ostrom establece que los individuos y grupos directamente afectados por las reglas operativas deben contar con mecanismos efectivos para participar en su formulación y modificación [57]. En este sentido, la gobernanza de los bienes comunes no debe imponerse de manera vertical, sino emerger de procesos de acción colectiva que integren a los usuarios locales en la toma de decisiones.

El análisis documental revela una ausencia significativa de mecanismos formales de participación activa de las comunidades locales y usuarios del recurso marino en las fases de diseño y definición de reglas del anteproyecto. La participación identificada se limita, en el mejor de los casos, a esquemas informativos o consultivos, sin evidencia de procesos deliberativos vinculantes.

Esta limitada inclusión ha generado desconfianza persistente, particularmente entre los pescadores artesanales, quienes perciben una asimetría de poder frente a las empresas desarrolladoras y las autoridades gubernamentales. Dicha desconfianza debilita la legitimidad institucional del anteproyecto y reduce la viabilidad de esquemas de gestión colaborativa.

La ausencia de arreglos de elección colectiva representa, por tanto, una deficiencia estructural en la gobernanza del recurso, al restringir la capacidad de los usuarios locales para influir en las reglas que regulan su acceso, uso y manejo. Esta carencia compromete la posibilidad de construir acuerdos socialmente aceptados y limita el potencial del anteproyecto para consolidarse como una iniciativa de manejo sustentable de un bien común.

### Monitoreo

El principio de monitoreo establece que debe existir un sistema activo que supervise tanto el estado del recurso como el comportamiento de los usuarios, idealmente a cargo de personas responsables ante la propia comunidad o de los usuarios mismos [57]. En el contexto de un

anteproyecto mareomotriz, los “usuarios” comprenden a las comunidades costeras, pescadores, autoridades ambientales y potenciales beneficiarios locales de la energía generada.

En proyectos de energía marina, el monitoreo no constituye únicamente un mecanismo de cumplimiento normativo, sino una herramienta central para generar conocimiento y reducir la incertidumbre científica asociada a los impactos ambientales [60]. La ausencia de sistemas de monitoreo adecuados incrementa el riesgo de conflictos socioambientales, al impedir la detección temprana de impactos y la corrección adaptativa de las prácticas operativas.

Dado que actualmente no existe una central mareomotriz en operación en Baja California, no es posible evaluar empíricamente la efectividad de los esquemas de monitoreo asociados al anteproyecto. No obstante, la experiencia regional evidencia deficiencias estructurales en este ámbito. Por ejemplo, la falta generalizada de medidores eléctricos en los hogares dificulta el seguimiento del consumo individual, limita la transparencia y obstaculiza la aplicación de esquemas de uso y beneficio equitativos. Esta situación ilustra cómo la ausencia de monitoreo puede comprometer la gestión justa de un bien común energético y generar tensiones entre usuarios y autoridades.

Ante estos riesgos, este trabajo propone, desde un enfoque precautorio, la definición de umbrales de tolerancia ecológica asociados al

ruido submarino y a la alteración de los patrones hidrodinámicos, con el fin de establecer límites operativos que reduzcan la probabilidad de daños irreversibles en las poblaciones locales. Este tipo de medidas resulta coherente con experiencias internacionales, como los proyectos mareomotrices en Escocia, donde se han desarrollado herramientas específicas para monitorear la interacción entre las turbinas y la fauna estuarina, permitiendo ajustes adaptativos en la operación [62].

La ausencia de un esquema de monitoreo participativo y transparente representa una debilidad significativa en el cumplimiento de este principio de gobernanza, y subraya la necesidad de integrar el monitoreo como un componente estructural del diseño institucional del anteproyecto.

#### Sanciones graduadas

El principio de sanciones graduadas establece que las infracciones a las reglas deben enfrentar consecuencias proporcionales, que aumenten en severidad según la gravedad y la recurrencia de la falta.

En el marco de una gestión adaptativa, las sanciones y recompensas pueden entenderse como mecanismos dinámicos basados en evidencia: si el monitoreo identifica impactos ambientales significativos, las condiciones de operación deben endurecerse o incluso suspenderse; por el contrario, si se demuestran impactos mínimos, es posible flexibilizar restricciones sin comprometer la sustentabilidad [60].

No obstante, el contexto institucional de Baja California presenta limitaciones que dificultan la aplicación equitativa de este principio. La ausencia de medición individualizada del consumo eléctrico ha generado esquemas tarifarios que no penalizan el uso excesivo y, en algunos casos, lo subsidian, mientras que la intermitencia en el suministro actúa como una sanción indiscriminada para todos los usuarios, independientemente de su comportamiento [31]. Estas condiciones introducen sesgos que pueden traducirse en sanciones injustas o ineficaces.

Este principio está estrechamente vinculado al monitoreo, ya que solo puede operar eficazmente cuando existe información confiable sobre los impactos y comportamientos observados, por ello, nuevamente no es posible determinar si el anteproyecto contempla las sanciones graduales. Sin embargo, el análisis evidencia que, aunque existe un marco normativo que permitiría endurecer permisos o detener proyectos ante impactos ambientales, la falta de sistemas de monitoreo robustos y la aplicación institucional asimétrica de las sanciones limitan su efectividad. Para avanzar hacia una gestión verdaderamente sustentable, será necesario fortalecer las capacidades de monitoreo, garantizar imparcialidad en la aplicación de sanciones y diseñar esquemas de incentivos y penalizaciones ajustados al contexto socioeconómico local.

#### Mecanismos de resolución de conflictos

Los principios de gobernanza de los bienes

comunes establecen que deben existir mecanismos de resolución de conflictos que sean rápidos, de bajo costo y accesibles para los usuarios del recurso, permitiendo atender disputas entre actores locales o entre estos y las autoridades sin recurrir a instancias judiciales complejas. Este principio adquiere especial relevancia en el contexto de la transición energética en México, donde los proyectos de energías renovables han estado asociados recurrentemente a conflictos territoriales y socioambientales.

El análisis evidencia que, en el contexto del anteproyecto mareomotriz y de experiencias comparables a nivel nacional, los mecanismos formales de resolución de conflictos son insuficientes o inexistentes. No se identifican foros locales permanentes ni instancias independientes que permitan a las comunidades expresar inconformidades, negociar ajustes operativos o resolver disputas de manera oportuna. Esta carencia se ve agravada por una marcada asimetría de poder entre comunidades costeras y actores empresariales o institucionales, lo que limita el acceso efectivo a la justicia ambiental.

La ausencia de mecanismos accesibles de resolución de conflictos compromete la legitimidad social del anteproyecto y aumenta el riesgo de oposición comunitaria, incluso en escenarios donde los impactos ambientales pudieran ser técnicamente mitigables. Experiencias previas en proyectos de energías renovables en México muestran que la falta de estos espacios suele derivar en procesos prolongados de confrontación y, en algunos

casos, en la cancelación de proyectos, aun cuando exista interés social en el aprovechamiento de energías limpias.

En el caso de Cozumel, por ejemplo, se ha documentado una alta disposición social hacia el uso de energías marinas y un interés explícito en su desarrollo local, pese a la persistencia de vacíos de información técnica. No obstante, el principal obstáculo identificado no es tecnológico, sino social, vinculado a la confianza, la percepción de impactos ambientales y la distribución de beneficios [62b].

Esta evidencia refuerza la necesidad de que los proyectos mareomotrices en Baja California incorporen desde etapas tempranas mecanismos formales de información pública, participación multisectorial y resolución de conflictos, así como estrategias claras para demostrar beneficios locales. La ausencia de estos instrumentos representa una deficiencia crítica en la gobernanza del anteproyecto y limita su viabilidad social a largo plazo.

#### Reconocimiento mínimo de los derechos de organización

El reconocimiento mínimo de los derechos de organización implica que las comunidades usuarias del recurso puedan crear y mantener sus propias instituciones y reglas sin ser desafiadas o anuladas por autoridades externas. Este principio es fundamental para garantizar la autonomía local y la legitimidad de los arreglos de gobernanza en sistemas de bienes comunes.

El análisis sugiere que este principio no se cumple de manera adecuada en el caso del

anteproyecto mareomotriz. Las comunidades costeras carecen de autonomía efectiva para organizarse, establecer reglas propias o gestionar los beneficios derivados del aprovechamiento energético del recurso marino. Bajo las condiciones actuales, el anteproyecto corre el riesgo de reproducir dinámicas de concentración de poder y dependencia institucional, en lugar de fortalecer capacidades locales.

Algunas experiencias documentadas en otros contextos muestran que la implementación de instrumentos como los fondos de beneficio público puede contribuir a corregir estas limitaciones, al permitir que las comunidades participen activamente en la definición y gestión de los beneficios asociados a los proyectos energéticos [31]. Este tipo de mecanismos ilustra cómo el reconocimiento de los derechos de organización puede traducirse en arreglos institucionales más equitativos, adaptados a las condiciones locales y coherentes con los principios de gobernanza de los bienes comunes.

#### Estructuras de gobernanza anidadas

En sistemas socioecológicos complejos, la gobernanza de los bienes comunes debe organizarse en múltiples niveles anidados (local, regional, nacional e incluso internacional), de manera que las reglas y decisiones en cada escala se coordinen y refuercen mutuamente, respetando las competencias y prioridades locales. El análisis documental evidencia que el aprovechamiento del recurso mareomotriz en Baja California se

inserta en una estructura formalmente multinivel, que incluye marcos regulatorios locales (áreas naturales protegidas y programas de manejo), políticas energéticas nacionales y, de forma indirecta, compromisos internacionales asociados a la transición energética y al financiamiento climático.

Sin embargo, esta estructura anidada muestra un desbalance funcional, en el que las decisiones estratégicas se definen predominantemente en escalas superiores (nacional y global), mientras que las escalas locales participan de forma limitada y principalmente reactiva. Las prioridades macroeconómicas, como la atracción de inversión, la seguridad energética nacional y el cumplimiento de compromisos internacionales, tienden a prevalecer sobre las necesidades socioambientales específicas de las comunidades costeras.

Esta asimetría debilita el principio de gobernanza anidada, ya que la coordinación entre niveles no se traduce en una integración equitativa de intereses, sino en una subordinación de lo local a marcos estratégicos externos. Como resultado, los instrumentos de gestión local (incluidos los programas de manejo existentes) corren el riesgo de convertirse en mecanismos meramente administrativos, con escasa capacidad de influir en las decisiones clave del anteproyecto.

La evidencia analizada sugiere que, bajo este esquema, la gobernanza multinivel no actúa como un sistema de apoyo al control local, sino como un canal de imposición descendente. Esta

configuración incrementa la probabilidad de conflictos socioambientales, erosiona la legitimidad social del anteproyecto y limita su viabilidad a largo plazo, incluso en escenarios donde el desempeño técnico y ambiental pudiera ser favorable.

El análisis de los principios de gobernanza de los bienes comunes revela deficiencias estructurales que comprometen la viabilidad social y ambiental de un eventual proyecto mareomotriz en Baja California. La falta de delimitación clara del recurso, la ausencia de reglas congruentes con las condiciones locales y la debilidad de los mecanismos de monitoreo reducen la capacidad de prevenir conflictos y de garantizar un aprovechamiento sustentable. Asimismo, la limitada participación efectiva de las comunidades y el escaso reconocimiento de sus derechos organizativos refuerzan dinámicas de marginación frente a intereses corporativos y externos. A ello se suma una estructura de gobernanza multinivel que, en la práctica, prioriza objetivos macroeconómicos por encima de las necesidades, valores y capacidades locales. En conjunto, este escenario indica que, bajo el marco institucional actual, un anteproyecto mareomotriz difícilmente cumpliría los principios necesarios para la gestión sostenible de un bien común, lo que hace indispensable un rediseño profundo de los procesos de planeación, regulación y operación, orientado por criterios de participación, adaptación y equidad.

### c) Enfoque sistémico

El enfoque sistémico plantea que los fenómenos socioambientales no deben analizarse de forma aislada, sino como sistemas complejos en los que la interacción entre componentes biofísicos, sociales, económicos e institucionales genera dinámicas emergentes que no pueden comprenderse de manera fragmentada [63]. En el contexto de la energía mareomotriz en Baja California, este enfoque resulta especialmente relevante debido a la estrecha interdependencia entre el recurso energético, los ecosistemas marinos y las comunidades costeras.

Se observa que la investigación existente sobre energía marina en la región se ha centrado predominantemente en la viabilidad física y tecnológica del recurso, mientras que variables sociales clave (como la demanda energética local, las formas de uso tradicional del mar o la capacidad organizativa comunitaria) han sido tratadas de manera marginal o inexistente. Esta fragmentación limita la comprensión integral del sistema y reduce la capacidad de anticipar conflictos socioambientales.

La orientación tecnocéntrica de los trabajos no obedece a una carencia de conocimiento técnico, sino a la ausencia de un enfoque que integre de manera coherente las dimensiones humanas y biofísicas del sistema. Modelos sistémicos aplicados a la energía marina, (como el propuesto por Pozzi para proyectos undimotrices) muestran que es posible integrar el componente ambiental [9], las actividades socioeconómicas locales y los marcos

institucionales dentro de un esquema multinivel que reconoce las retroalimentaciones entre escalas locales, nacionales y globales.

La principal contribución de este enfoque sistémico radica en que redefine la gobernanza del recurso, desplazándola de un esquema regulatorio vertical hacia un proceso dinámico de gestión de interacciones complejas. El modelo exige una visión holística que reconozca las retroalimentaciones entre niveles, demanda un enfoque inherentemente transdisciplinario y apunta, en última instancia, a la necesidad de herramientas de cogestión que involucren de manera activa a las comunidades locales y a los distintos actores de la red. En este sentido, el manejo efectivo del recurso mareomotriz no depende únicamente del control técnico del flujo energético, sino de la capacidad para gestionar la compleja red de relaciones sociales, ecológicas e institucionales que conforman el sistema en su totalidad.

#### d) Intercultural, transdisciplinar e incorporación de otros saberes

Un proyecto de energía mareomotriz se inserta en un socioecosistema marino que sostiene prácticas económicas, culturales y simbólicas fundamentales para las comunidades costeras. En este contexto, la incorporación de dimensiones bioculturales (usos y costumbres, medios de vida y relaciones históricas con el mar) resulta indispensable para evitar dinámicas de conflicto y sobreexplotación que pueden derivar en una tragedia de los comunes. Como ya se ha discutido, los conflictos asociados a proyectos energéticos no responden

únicamente a intereses divergentes, sino a procesos de territorialización financiera, en los cuales el espacio marino es redefinido primordialmente como un objeto de inversión, subordinando sus valores ecológicos y socioculturales a criterios de rentabilidad económica [30]. Bajo esta lógica, actividades tradicionales como la pesca o el turismo tienden a ser percibidas como externalidades o riesgos operativos, en lugar de componentes estructurales del sistema socioecológico.

La experiencia documentada indica que la transdisciplinariedad se orienta a poner en diálogo el saber local con el saber científico y técnico en un plano de relativa igualdad, aunque este objetivo se materializa con distintos grados de profundidad según el contexto. En muchos casos, las dificultades de los procesos participativos parecen estar asociadas a la falta de espacios y mecanismos efectivos para sostener este diálogo de saberes. Desde esta perspectiva, la transdisciplinariedad no se limita a la consulta, sino que implica avanzar hacia el reconocimiento práctico de otros saberes en condiciones de mayor horizontalidad frente al conocimiento científico-técnico. La ausencia o debilidad de este diálogo puede tener implicaciones tanto para la legitimidad social de los proyectos mareomotrices como para su desempeño ecológico y económico a largo plazo, un desafío que un eventual proyecto en Baja California tendría que considerar mediante mecanismos de participación intercultural desde sus etapas iniciales.

## e) Indicadores biofísicos

### Huella ecológica

Los resultados muestran que, si bien la central mareomotriz se clasifica como una tecnología de generación limpia durante su fase operativa, presenta una huella ecológica inicial significativa asociada a su construcción e instalación. Esta “mochila ecológica” no está dominada por los componentes de alta tecnología, sino por el uso intensivo de materiales estructurales convencionales y, especialmente, por las operaciones logísticas necesarias para su despliegue en el medio marino.

El análisis revela un punto crítico claramente definido: la mayor contribución a la huella ecológica total proviene de las operaciones logísticas asociadas al uso de buques, y no de la fabricación de la turbina en sí. Este resultado es particularmente relevante, ya que cuestiona la percepción común de que los principales impactos ambientales de las energías marinas se concentran en los materiales avanzados o en la infraestructura submarina. En este caso, la dependencia de combustibles fósiles para las actividades de instalación y mantenimiento emerge como el principal factor de presión ambiental [63b].

En contraste, los materiales compuestos reforzados con fibra de vidrio, a pesar de constituir el núcleo tecnológico del sistema, aportan una fracción marginal a la huella ecológica total. Este resultado se explica principalmente por su baja masa relativa en comparación con la estructura de acero y el

lastre, lo que sugiere que los esfuerzos de optimización ambiental no deberían centrarse exclusivamente en la innovación de materiales, sino en la reducción de impactos asociados a la logística y a las fases operativas auxiliares.

Desde una perspectiva temporal, la huella ecológica inicial del anteproyecto puede interpretarse como una inversión ambiental que se amortiza durante la fase de operación. La capacidad de la turbina para desplazar generación basada en combustibles fósiles permite que su deuda de carbono sea compensada en los primeros años de funcionamiento, dando lugar a un balance ambiental netamente positivo a lo largo de su vida útil. No obstante, este resultado depende de que las operaciones de mantenimiento y logística sean gestionadas de manera eficiente, lo que subraya la importancia de estrategias que minimicen la frecuencia e intensidad de las intervenciones marítimas.

### Huella hídrica

Los resultados muestran que la huella hídrica del anteproyecto está fuertemente concentrada en la fase operativa, particularmente en el consumo de diésel asociado a la logística marítima, que representa la mayor proporción del volumen total de agua virtual incorporada. En contraste, los materiales estructurales (acero, hormigón y cobre) aportan una fracción comparativamente menor, aun cuando su fabricación implica procesos industriales intensivos.

Este patrón indica que la presión hídrica del anteproyecto no se genera en el sitio de

instalación, sino que se externaliza espacialmente hacia las cadenas de suministro energético e industrial. Desde una perspectiva de sustentabilidad, ello reduce los impactos locales directos sobre el Golfo de California, pero traslada el consumo de agua a otras regiones, potencialmente sujetas a estrés hídrico.

En un contexto como Baja California, caracterizado por escasez estructural de agua dulce, este resultado es relevante: aunque la central mareomotriz no demanda agua durante su operación energética, su dependencia de combustibles fósiles en las fases logísticas introduce una huella hídrica indirecta significativa. La reducción de viajes marítimos, la optimización logística y la eventual electrificación de las operaciones de mantenimiento aparecen, por tanto, como estrategias clave para disminuir este impacto.

La huella hídrica del anteproyecto no constituye un impacto crítico a nivel local, pero sí evidencia la necesidad de integrar el consumo de agua virtual en la evaluación ambiental de infraestructuras energéticas marinas, especialmente cuando se plantean como alternativas sostenibles en regiones áridas.

El análisis conjunto de la huella ecológica y la huella hídrica evidencia que los principales impactos ambientales del anteproyecto no se originan en los materiales de alta tecnología, sino en las fases operativas y logísticas asociadas a su implementación. En particular, el consumo de diésel marino emerge como el principal punto crítico, concentrando la mayor

proporción de la huella hídrica y una fracción significativa del impacto ecológico total [40]

Este hallazgo permite identificar una prioridad estratégica clara: la reducción del impacto ambiental del anteproyecto depende, en mayor medida, de la optimización de las operaciones marítimas que de modificaciones estructurales en el diseño de la turbina. Medidas orientadas a mejorar la eficiencia logística, reducir la frecuencia de desplazamientos y transitar hacia combustibles alternativos o esquemas de electrificación parcial de la flota tendrían un efecto desproporcionadamente positivo sobre ambas huellas.

En un segundo nivel, la selección de proveedores y materiales adquiere relevancia, particularmente en el caso del cobre, cuya intensidad hídrica es elevada a pesar de su bajo volumen relativo. La adopción de criterios de compra responsables y el fomento del uso de materiales reciclados representan oportunidades adicionales de mitigación, aunque con un impacto comparativamente menor.

En conjunto, los resultados evidencian la necesidad de incorporar sistemas de seguimiento y transparencia ambiental que permitan evaluar de manera continua la evolución de las huellas ecológica e hídrica a lo largo del ciclo de vida del anteproyecto. La gestión de estas huellas no debe entenderse como un ejercicio estático, sino como un proceso dinámico, integrado a la gobernanza del anteproyecto y alineado con objetivos de sustentabilidad de largo plazo. Aunque las

estimaciones indican que ambas huellas serían significativamente menores en comparación con proyectos energéticos basados en combustibles fósiles, estos resultados se sustentan en modelos teóricos y datos indirectos [13, 14, 28, 37-41]. Por ello, será indispensable realizar evaluaciones sistemáticas una vez que la central entre en operación, a fin de validar su desempeño ambiental real y ajustar oportunamente las estrategias de gestión para minimizar impactos.

#### f) Gestión del factor humano

Más allá del análisis técnico de los recursos naturales y de los arreglos institucionales de gobernanza, la sustentabilidad de un anteproyecto energético se define, en última instancia, por el factor humano que lo impulsa, lo gestiona y opera. La crisis socioambiental contemporánea no puede entenderse únicamente como un problema tecnológico o normativo, sino como una crisis antropológica más profunda, asociada a patrones de conducta, valores y formas de relación con la naturaleza [58, 59].

Desde esta perspectiva, la gestión del factor humano (GFH) se concibe como un proceso orientado al desarrollo integral de la persona, que reconoce su dignidad y articula derechos humanos, justicia social y cuidado ambiental como dimensiones inseparables. La GFH no se limita a la capacitación técnica, sino que promueve la autogobernabilidad, la responsabilidad ética y la orientación al bien común como condiciones necesarias para una relación equilibrada entre sociedad y

naturaleza.

Por ello, el modelo HUMABIS identifica al denominado Hombre light como una figura representativa de la crisis actual. Este perfil se caracteriza por una orientación al corto plazo, el predominio del consumo inmediato, la superficialidad ética y la ausencia de compromisos duraderos [64]. En el ámbito de la gestión de recursos naturales, estas características se traducen en prácticas utilitaristas, aversión al monitoreo de largo plazo, resistencia al diálogo intercultural y una tendencia a minimizar los costos sociales y ambientales.

Un proyecto gestionado desde esta lógica tiende a priorizar soluciones rápidas y técnicamente eficientes, pero socialmente frágiles. La falta de disciplina ética y de visión de largo plazo dificulta la incorporación de procesos participativos genuinos, el reconocimiento de saberes locales y la adopción de esquemas adaptativos de gobernanza. En consecuencia, el manejo del recurso se vuelve extractivo y reactivo, reproduciendo las mismas dinámicas que han conducido a la degradación ambiental y al conflicto social.

En contraste, el Hombre pleno representa el ideal antropológico que sustenta el modelo HUMABIS. Se trata de un individuo con un proyecto de vida coherente, guiado por valores éticos, capaz de autogobernarse y de asumir responsabilidades más allá del beneficio inmediato [64]. Su libertad no se entiende como ausencia de límites, sino como la capacidad de elegir el bien común y actuar con disciplina y

sentido de trascendencia.

Aplicado al manejo de bienes naturales, este perfil favorece una gestión orientada al largo plazo, abierta a la complejidad y dispuesta a asumir los costos iniciales de procesos participativos, monitoreo continuo y aprendizaje adaptativo.

La transición del Hombre light al Hombre pleno constituye, así, un eje central de la transición hacia la sustentabilidad. No se trata únicamente de cambiar tecnologías o marcos regulatorios, sino de transformar las motivaciones, valores y formas de relación que estructuran la acción humana. En este sentido, la gestión del factor humano emerge como un componente transversal e indispensable para que proyectos como la energía mareomotriz puedan contribuir efectivamente a una relación más armónica entre sociedad y naturaleza.

Desde esta perspectiva, el modelo funciona como una herramienta diagnóstica que visibiliza los desalineamientos entre las capacidades técnicas disponibles y las condiciones necesarias para un manejo responsable de los bienes naturales, al tiempo que permite identificar zonas de coherencia y zonas de tensión dentro del sistema analizado. Las primeras se manifiestan en la capacidad científica instalada, la previsibilidad del recurso mareomotriz y el potencial educativo del anteproyecto, mientras que las segundas emergen en la ausencia de mecanismos claros de participación comunitaria, en la débil consideración de valores no instrumentales y en la falta de arreglos institucionales que

garanticen el carácter de bien común del ecosistema marino. Esta visualización relacional constituye uno de los aportes centrales de HUMABIS frente a aproximaciones sectoriales tradicionales, pues el modelo no opera como una receta normativa, sino como un marco crítico que orienta la identificación de prioridades de intervención, especialmente en aquellos componentes donde las capacidades humanas, institucionales y éticas resultan determinantes.

#### Nivel 2. Características de los grupos de interés.

El modelo HUMABIS permite reinterpretar el comportamiento de los principales grupos de interés no solo desde su rol institucional, sino también desde la racionalidad ética que orienta su toma de decisiones. En este sentido, la Tabla 4 sintetiza tanto las tensiones como las potenciales sinergias entre los actores clave del anteproyecto.

En el caso de CEMIE-Océano, su mandato público, la búsqueda explícita del bien común y la apuesta por una transición energética basada en conocimiento lo acercan más al perfil de Hombre pleno, aunque con desafíos pendientes en la incorporación sistemática de saberes locales y procesos participativos robustos.

Por su parte, tecnoceano, por su énfasis en el posicionamiento de mercado, la diversificación de su portafolio y la prioridad otorgada a la rentabilidad se asemeja en mayor medida al perfil de Hombre light, especialmente cuando la comunidad es tratada como variable externa y no como socia estratégica del proyecto.

SENER, combina elementos de ambos perfiles:

su misión de largo plazo y su responsabilidad sobre la seguridad energética nacional apuntan hacia el horizonte del Hombre pleno, pero la aplicación selectiva de principios de gobernanza y la prevalencia de una lógica principalmente instrumental la mantienen más cercana al Hombre light en la práctica.

Finalmente, Bahía de los Ángeles, muestra rasgos más próximos al Hombre pleno, al articular un proyecto de vida de largo plazo ligado al territorio, defender la integridad ecológica y demandar procesos participativos transparentes, corresponsabilidad y justicia ambiental.

Desde la perspectiva de HUMABIS, estos grupos de interés muestran orientaciones éticas y expectativas parcialmente divergentes, pero también capacidades complementarias que pueden articularse de manera sinérgica. El avance del anteproyecto requiere que el conocimiento científico-técnico de CEMIE-Océano y Tecnoceano se nutra del saber local y de la experiencia organizativa de las comunidades, mientras que SENER puede proveer el marco normativo y financiero que dé estabilidad a estos acuerdos; a su vez, la participación activa de las comunidades puede reforzar la legitimidad social y la viabilidad ecológica de las decisiones técnicas. En conjunto, la sustentabilidad del proyecto depende menos de la suma aislada de capacidades y más de la construcción de una racionalidad compartida que favorezca la transición de lógicas cercanas al Hombre light hacia configuraciones más próximas al Hombre pleno, orientadas al bien común, la

corresponsabilidad y la confianza mutua entre los actores.

## CONCLUSIONES

El análisis integral del anteproyecto de energía mareomotriz en la región del Golfo de California permite concluir que su viabilidad no depende únicamente del potencial energético disponible, sino que está fuertemente condicionada por restricciones logísticas y por arreglos de gobernanza que, en el estado actual, presentan inconsistencias relevantes. La integración de los resultados biofísicos con la discusión muestra que la condición de “energía limpia” es relativa y depende del diseño operativo, en particular de las estrategias de instalación, mantenimiento y desmantelamiento (a cargo del factor humano). Las estimaciones de huella ecológica e hídrica indican que la principal contribución al impacto ambiental no proviene de la manufactura de las turbinas, sino del uso intensivo de combustibles fósiles asociado a la logística marítima, lo que subraya la necesidad de internalizar estos costos ambientales para evitar que la deuda inicial de carbono y agua diluya los beneficios climáticos de largo plazo.

Desde una perspectiva socio-institucional, los resultados evidencian una brecha estructural entre los promotores del proyecto y el contexto local, que configura un escenario de gobernanza fragmentada y con limitada capacidad de coordinación multinivel. Mientras que las instancias federales y los desarrolladores tecnológicos priorizan la

seguridad energética y la rentabilidad bajo una lógica predominantemente instrumental, la comunidad de Bahía de los Ángeles articula una agenda centrada en la conservación del ecosistema, la defensa del territorio y la continuidad de los modos de vida tradicionales. Esta divergencia confirma la insuficiencia de los mecanismos actuales de gobernanza y de participación, anclados en prácticas informativas y no vinculantes, lo que incrementa el riesgo de conflictividad socioambiental y debilita la legitimidad social de cualquier intervención mareomotriz en la zona.

El modelo HUMABIS sintetiza estos hallazgos al mostrar que el enfoque predominante del anteproyecto se aproxima al paradigma del Hombre light, asociado a una racionalidad tecno-céntrica, cortoplacista y utilitarista en el manejo de los bienes naturales. La transición hacia escenarios de sustentabilidad requiere reorientar esta racionalidad hacia el horizonte del Hombre pleno, que incorpora valores éticos, justicia socioambiental, reconocimiento del valor intrínseco de la biodiversidad y disposición al autogobierno responsable.

De acuerdo con los resultados, el éxito del aprovechamiento mareomotriz en Baja California dependerá de la capacidad de diseñar estrategias operativas que reduzcan la carga ecológica inicial, así como de establecer esquemas de cogestión que respeten los límites biofísicos identificados, distribuyan equitativamente riesgos y beneficios, y reconozcan a las comunidades costeras como actores centrales en la custodia del bien común.

Para ello será fundamental desarrollar estrategias y acciones que coadyuven a gestionar el factor humano de cada uno de los grupos de interés.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por facilitar el acceso a su biblioteca digital y a los recursos bibliográficos que fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

## REFERENCIAS

- [1]. de la O Peralta MA, Vasconcelos Ricardez P, Ventura Jerónimo LE, Nolasco Caba N. Potencial de mareas para la generación de energía mareomotriz en el Golfo de California. 2022. 1(14):41-49. Disponible en: <https://kaanbal.olmeca.edu.mx/wp-content/uploads/2023/06/Art-5-Potencial-de-mareas-para-la-generacion-de-energia-mareomotriz-en-el-Golfo-de-California-Mexico.pdf>
- [2]. Secretaría de Energía. Balance Nacional de Energía. Balance nacional de energía. Ciudad de México, México: Dirección General de Planeación e Información Energéticas; 2023. Disponible en: <https://www.gob.mx/sener/articulos/balance->

[nacional-de-energia-296106](#)

[3]. Secretaría de Energía. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2024-2038. Ciudad de México, México: Secretaría de Energía; 2024. Disponible en: <https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-2023-2037>

[4]. Ibarra Sarlat R. El impulso de las energías renovables en la lucha contra el cambio climático a través de los certificados ambientales en el sector eléctrico mexicano. 2018; 152: 571-597. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/ij.24484873e.2018.152.12918>

[5]. Secretaría de Relaciones Exteriores. México anuncia nuevos compromisos contra el cambio climático en el marco de la COP27. Gobierno de México; 2022 [citado 24 de julio de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sre/prensa/mexico-anuncia-compromisos-contra-el-cambio-climatico-en-el-marco-de-la-cop27>

[6]. Comisión Estatal de Energía de Baja California. Programa Estatal de Energía 2022-2027. Mexicali, B.C, México: Comisión Estatal de Energía de Baja California; 2023. Disponible en: <https://clusterenergeticobc.org/wp-content/uploads/2023/09/Programa-Estatal-de-Energi%CC%81a-2022-2027-Diagno%CC%81stico-y-Marco-Propositivo.pdf>

[7]. Mentado P. MareaMex Invertirá 700 mdd en proyecto maremotriz en Sonora. 2020.

Disponible en: <https://energiahoy.com/empresas/mareamex-invertira-700-mdd-en-proyecto-maremotriz-en-sonora/>

[8]. Mejia Olivares CJ, Haigh ID, Wells NC, Coles DC, Lewis MJ, Neill SP. Tidal-stream energy resource characterization for the Gulf of California, México. 2018. 156:481-491. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544218306819>

[9]. Gorr Pozzi EN, García Nava H. Viabilidad del aprovechamiento del oleaje como energía renovable en Baja California [PhD Thesis]. [Ensenada, Baja California]: Universidad Autónoma de Baja California; 2023. Disponible en: [https://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=256528&shelfbrowse\\_itemnumber=637722](https://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=256528&shelfbrowse_itemnumber=637722)

[10]. Cabello Figueroa V. Plantas de energías renovables marinas: Efectos potenciales en mamíferos marinos y medidas de mitigación. [Baja California, México]: CICESE; 2022. Disponible en: <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/3698>

[11]. Washington State Department of Commerce. Commerce rescinds funding for tidal energy project after tribal objections. 2025. Disponible en: <https://www.commerce.wa.gov/commerce-rescinds-funding-for-tidal-energy-project-after-tribal->

[objections/#:~:text=Decision%20to%20rescind%20funding%20respects,sovereignty%20of%20tribal%20nations](#)

[12]. Achkar M. Indicadores de sustentabilidad. Montevideo: DIRAC, Facultad de Ciencias; 2005. Disponible en: [https://www.academia.edu/8245160/\\_INDICADORES\\_DE\\_SUSTENTABILIDAD\\_Material\\_elaborado\\_por](https://www.academia.edu/8245160/_INDICADORES_DE_SUSTENTABILIDAD_Material_elaborado_por)

[13]. Doménech Quesada JL. Huella ecológica y desarrollo sostenible. Madrid, España: AENOR; 2010. Disponible en: <https://apps.utel.edu.mx/recursos/files/r161r/w25470w/470609366-Huella-ecologica-y-desarrollo-sostenible-pdf.pdf>

[14]. Hoekstra AY, Chapagain AK, Aldaya MM, Mekonnen MM. Manual de evaluación de la huella hídrica. Enschede, The Netherlands: Water Footprint Network; 2011. Disponible en: [https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual\\_Spanish.pdf](https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_Spanish.pdf)

[15]. Gudynas E. Desarrollo sostenible: una guía básica de conceptos y tendencias hacia otra economía. *Otra Econ.* 2011;4(6):43-66. Disponible en: <https://www.revistaotraeconomia.org/index.php/otraeconomia/article/view/1182>

[16]. Pérez Harguindeguy N, Enrico L, Díaz SM. ¿Qué es la Diversidad Biológica? (y por qué nos importa, cómo se genera y cómo se mide). En: Díaz S, Tecco PA, Enrico L, editores. Fragmentos de una historia natural de la vida. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias

Exactas, Físicas y Naturales; 2014. p. 3-6. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11336/156459>

[17]. Jashim Uddin A. Documentary Research Method: New Dimensions. 2010. 4(1): 1-14. Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/iih/journal/v4y2010i1p1-14.html>

[18]. Ayassamy P, Pellerin R. Social life cycle assessment in the construction industry: A review of characteristics, limitations and challenges through case studies. 2023; 15(19): 14569. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su151914569>

[19]. Padilla-Rivera A, Hannouf M, Assefa G, Gates I. A systematic literature review on the current application of life cycle sustainability assessment. 2023; 103: 107268. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107268>

[20]. Zeug W, Bezama A, Thrän D. Holistic and integrated life cycle sustainability assessment: Background, methods and challenges. 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21800.75526>

[21]. Camilleri MA. The rationale for ISO 14001 certification: A systematic review. 2022; 29(4): 1067–1083. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/csr.2254>

[22]. Tsalidis GA. A review analysis of electricity generation studies with social life cycle assessment. 2024; 17(12): 2929. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/en17122929>

[23]. López-Ridaura S, Masera O, Astier M.

Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems: The MESMIS framework. 2002. 2(1-2):135-48. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00043-2)

[24]. Ruiz-Mar MG, Heckel G, Solana-Arellano E, Schramm Y, García-Aguilar MC, Arteaga MC. Human activities disturb haul out and nursing behavior of Pacific harbor seals at Punta Banda Estuary, Mexico. PLOS ONE. julio de 2022; 17(7): e0271178. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270129>

[25]. Gallardo Quintanilla MB. Energías marinas en Chile: Entretejiendo dimensiones humanas y ecológicas. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias Biológicas; 2023. Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/dspace/items/431364ca-94b3-4b47-b459-3007374919c0/full>

[26]. Quiñonez-Osuna JR, Marinone-Moschetto SG, Flores-Aguilar MD, Carmona-Duarte D. Evaluación de la energía mareomotriz en el norte del Golfo de California con fines de generación de energía eléctrica. Rev Ing Eléctrica. marzo de 2019; 3(8): 33-9. Disponible en: <https://doi.org/10.35429/JEE.2019.8.3.33.39>

[27]. de la Cruz Juárez VM. Estudio para el aprovechamiento de energía marina en Cabo San Lucas, Baja California Sur. Ciudad de México, México, UNAM; 2022. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/RepoFi/17845/5/Tesis.pdf>

[28]. Gonabadi HI. Performance of low cost

composites for tidal turbine applications, PhD Thesis. Newcastle upon Tyne, Reino Unido, Newcastle University; 2019. Disponible en: <https://theses.ncl.ac.uk/jspui/handle/10443/4561>

[29]. Quintero González JR, Quintero González LE. Energía mareomotriz: potencial energético y medio ambiente. Gest Ambiente. 2015; 18(2): 121-34. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169443282007.pdf>

[30]. Herrero Sánchez-Álvarez S. Financial geopolitics and energy transition: the current financial territorialization of renewable energy in Mexico. PhD Thesis. Londres, Reino Unido, King's College London, Department of Geography; 2022. Disponible en: <https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/studentTheses/financial-geopolitics-and-energy-transition>

[31]. Etcheverry JR. Challenges and opportunities for implementing sustainable energy strategies in coastal communities of Baja California Sur, Mexico. PhD Thesis. Toronto, Canadá, University of Toronto; 2008. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1807/16765>

[32]. Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera del Golfo de California. 2014. Disponible en: [https://www.bajacalifornia.gob.mx/medio\\_ambiente/Programas\\_Proyectos/Manejo\\_Areas\\_Naturales](https://www.bajacalifornia.gob.mx/medio_ambiente/Programas_Proyectos/Manejo_Areas_Naturales)

[33]. Peterson ND. Excluding to include: (Non) participation in Mexican natural resource



management. *Agric Hum Values*. 2011; 28(1): 99-107. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10460-010-9258-x>

[34]. Mongabay Latam. ¿Qué daños ambientales y sociales podría causar la minería submarina de fósforo en Baja California Sur?. MONGABAY. 2025. Disponible en:

<https://es.mongabay.com/short-article/2025/09/afectaciones-ambientales-sociales-mineria-submarina-baja-california-sur/>

[35]. Vizcarra C. Manglares de Baja California Sur amenazados por urbanización, turismo y desarrollo inmobiliario. 2025. Disponible en:

<https://oem.com.mx/elsudcaliforniano/local/manglares-de-baja-california-sur-amenazados-por-urbanizacion-turismo-y-desarrollo-inmobiliario-24936901>

[36]. Reyes D. Proyecto turístico acorralla concesiones de playa de pescadores en La Ribera, Baja California Sur. 2025. Disponible en:

<https://piedepagina.mx/proyecto-turistico-acorralla-concesiones-de-playa-de-pescadores-en-la-ribera-baja-california-sur/>

[37]. Avila Martinez L. Análisis de criticidad y planificación del mantenimiento de una turbina de energía mareomotriz. Universidad Politécnica De Cartagena; 2021. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/10317/10173>

[38]. Cordoba G, Paulo CI, Irassar EF. Metodología para la evaluación del impacto ambiental del hormigón elaborado aplicado a la región metropolitana de Buenos Aires. 2023; 64:5-23. Disponible en:

<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/254270>

[39]. Gao C, Wang D, Dong H, Cai J, Zhu W, Du T. Optimization and evaluation of steel industry's water-use system. 2011; 19:64-9. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652610003288>

[40]. Hosseinian M, Nezamoleslami R. Water footprint and virtual water assessment in cement industry: A case study in Iran. 2018; 172: 2454-63. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965261732838X>

[41]. IMTA. Huella hídrica de la explotación de los principales metales en el país. 2022. Disponible en:

<https://aguaymineria.imta.mx/mineria/huella>

[42]. Posada Vanegas G, Chávez Cerón V, Hernández Fontes JV, Rodríguez Cueto Y, Cadena Sánchez G, Félix Delgado A, *et al*. El Futuro de las Energías Marinas en México. En: Rivera-Arriaga E, Sánchez-Gil P, Gutiérrez J, editores. *Tópicos de Agenda para la Sostenibilidad de Costas y Mares Mexicanos*. Campeche: Universidad Autónoma de Campeche; 2019. p. 255-74. Disponible en:

<https://repositorio.cetys.mx/handle/60000/257?mode=full>

[43]. Centro Mexicano de Innovación en Energía del Océano. ¿Qué es el CEMIE-Océano?. 2018. Disponible en:

<https://cemieoceano.mx/mision-vision.html>

[44]. Wojtarowski Leal A, Piñar-Álvarez Á. La importancia de conocer la opinión de las comunidades en los proyectos de intervención

del territorio. Bol Las Act CEMIE-Océano. 2019; 3(1): 31-35. Disponible en: <https://cemioceano.mx/boletin-v5.html>

[45]. Martínez Vázquez M, Güereca L, Hernández Santana J, Morillón D, Télles O, Mendoza González G, *et al*. Ecología e Integración con el Ambiente. Bol CEMIE-Océano. 2017;1(1):6-11. Disponible en: <https://cemioceano.mx/downloads/boletin-cemie-v1-1.pdf>

[46]. Instituto Mexicano del Petróleo. Diagnóstico tecnológico CEMIE-Océano. Instituto Mexicano del Petróleo; 2017. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/279709/DT\\_CEMIEOCEANO\\_VERSION\\_131117.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/279709/DT_CEMIEOCEANO_VERSION_131117.pdf)

[47]. Altamirano GMF, Vallejo EG. Eco Wave Power Manzanillo I. 2023. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/eco-wave-power-manzanillo-i-grecia-altamirano/>

[48]. PNNL. Eco Wave Manzanillo Power I Project. 2025. Disponible en: <https://tethys.pnnl.gov/project-sites/eco-wave-power-manzanillo-i-project>

[49]. Ortega T. De la promesa verde al desafío social: la cara comunitaria de los proyectos eólicos. 2025. Disponible en: <https://climatetrackerlatam.org/historias/de-la-promesa-verde-al-desafio-social-la-cara-comunitaria-de-los-proyectos-eolicos/>

[50]. Alfonso STA, Peláez Padilla J. Caso Eólicas del Sur en Juchitán: la errónea lectura de la Suprema Corte del derecho a la consulta previa. 2025. Disponible en:

<https://eljuegodelacorte.nexos.com.mx/caso-eolicas-del-sur-en-juchitan-la-erronea-lectura-de-la-suprema-corte-del-derecho-a-la-consulta-previa/>

[51]. Diaz E. ¡Revés a EDF en México! Comunidad zapoteca de Unión Hidalgo y ProDESC consiguen la cancelación definitiva del megaproyecto eólico Gunaa Sicarú. 2022. Disponible en: <https://prodesc.org.mx/reves-a-edf-en-mexico-comunidad-zapoteca-de-union-hidalgo-y-prodesc-consiguen-la-cancelacion-definitiva-del-megaproyecto-eolico-gunaa-sicaru/>

[52]. El Regional Coatepec. IMPULSAN A MISANTLA CON HIDROELÉCTRICA Y BENEFICIO DE CAFÉ. 2023. Disponible en: <https://elregionalcoatepec.com/impulsan-a-misantla-con-hidroelectrica-y-beneficio-de-cafe/>

[53]. Tapia Olivas JC, Ramírez Campbell HE, Gil-Samaniego M. Feasibility analysis for a tidal energy pilot site in the Gulf of California. En: Proceedings of the ASME 2013 International Mechanical Engineering Congress and Exposition. San Diego, CA: ASME; 2013. Disponible en: <https://doi.org/10.1115/IMECE2013-65084>

[54]. Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental A.C. Comunidades rurales sustentables. La Paz, Baja California Sur: Centro de Energía Renovable y Calidad Ambiental A.C.; 2023. Disponible en: <https://cerca.org.mx/wp-content/uploads/2023/02/Comunidades-rurales-sustentables.pdf>



[55]. Danemann GD, Torreblanca-Ramírez E, Smith-Guerra F. Pesca ribereña. Bahía de Los Ángeles: recursos naturales y comunidad Línea base 2007. En: Danemann GD, Ezcurra E, editores.. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Pronatura Noroeste; San Diego Natural History Museum; Instituto Nacional de Ecología; 2007. p. 605-27. Disponible en:

[https://archive.org/details/bub\\_gb\\_kSP02XgNpbIC](https://archive.org/details/bub_gb_kSP02XgNpbIC)

[56]. Pérez D. Grupos ambientalistas rechazan proyectos de gasoductos en el Golfo de California. 2025. Disponible en: <https://dossierpolitico.com/2025/04/16/grupos-ambientalistas-rechazan-proyectos-de-gasoductos-en-el-golfo-de-california/>

[57]. Ostrom E. Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press; 1990. (Political Economy of Institutions and Decisions). Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/24884388?seq=1>

[58]. Beatley T. Blue Urbanism: Exploring Connections between Cities and Oceans. Washington, D.C.: Island Press; 2014. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.5822/978-1-61091-564-9>

[59]. Alleblas J. Analyzing the Role of Values and Ideals in the Development of Energy Systems: How Values, Their Idealizations, and Technologies Shape Political Decision-Making. *Sci Eng Ethics*. 2024; 30(8): 1-21. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11948->

[024-00463-7](#)

[60]. Wright G. Strengthening the role of science in marine governance through environmental impact assessment: A case study of the marine renewable energy industry. *Ocean Coast Manag*. octubre de 2014; 99: 23-30. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569114002099>

[61]. Mowbray S. As tidal power rides a wave of clean energy optimism, pitfalls persist. *MONGABAY*. 2024. Disponible en: <https://news.mongabay.com/2024/10/as-tidal-power-rides-a-wave-of-clean-energy-optimism-pitfalls-persist/>

[62]. Gillespie D, Hastie G, Montabaranom J, Longden E, Rapson K, Holonordko A, *et al*. Automated Detection and Tracking of Marine Mammals in the Vicinity of Tidal Turbines Using Multibeam Sonar. 2023; 11(11): 2095. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jmse11112095>

[62b]. Wojtarowski-Leal A. ¿Es apto Cozumel, desde el punto de vista social, para el desarrollo de un proyecto de energía marina? *Boletín Informativo de Difusión de Actividades del Centro de Innovación en Energía del Océano*. 2020;4(1):30-32. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/349215835\\_Es\\_apto\\_Cozumel\\_desde\\_el\\_punto\\_de\\_vista\\_social\\_para\\_el\\_desarrollo\\_de\\_un\\_proyecto\\_de\\_energia\\_marina\\_Pags\\_30-32](https://www.researchgate.net/publication/349215835_Es_apto_Cozumel_desde_el_punto_de_vista_social_para_el_desarrollo_de_un_proyecto_de_energia_marina_Pags_30-32)

[63]. Rosell Puig W, Más García M. El enfoque sistémico en el contenido de la enseñanza. *Educ Médica Super*. 2003; 17(2). Disponible en:

[http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412003000200002](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412003000200002)

[63b]. Foster S, Elzinga D. El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible. Crónica ONU. 2015 dic 7. Disponible en: <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un->

[sistema-energetico-sostenible](#)

[64]. Rojas E. El hombre light. Ediciones Temas de Hoy. Madrid, España; 1992. Disponible en: [https://books.google.com.mx/books/about/El\\_hombre\\_light.html?id=mgrjRwAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.mx/books/about/El_hombre_light.html?id=mgrjRwAACAAJ&redir_esc=y)