

PLANEACIÓN TEMPRANA
PARA EL DESARROLLO DE
PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS
SUSTENTABLES:

MARCO METODOLÓGICO Y
CASO PILOTO PARA LA CUENCA
DEL RÍO COATZACOALCOS



Forma de citar:

Barajas, N., V. Aguilar, V. Morales, D. Vázquez, E. Bastida, J. Bezaury-Creel, O. Calahorra, J. Capitaine, J. P. García, F. Inguanzo, M. Higner, H. Jiménez, E. Martín, V. Morales, J. Opperman, P. Petry, H. Rodríguez, L. Sotomayor, R. Tharme, J. F. Torres, J. Touval, y L. Vázquez. 2014. Planeación temprana para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos sustentables: marco metodológico y caso piloto en la cuenca del Río Coatzacoalcos, México. Comisión Federal de Electricidad, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y The Nature Conservancy. México.

Coordinación y seguimiento general

Nélida Barajas-TNC
Verónica Aguilar-CONABIO
Víctor Morales-CFE
Diana Vázquez- CFE
Paulo Petry

Grupo de especialistas por orden alfabético

Eva Bastida
Juan Bezaury-Creel
Oscar Calahorra
Jorge Capitaine
José Luis García
Juan Pablo García
Mike Higner
Francisco Inguanzo
Héctor Jiménez
Erick Martín
Jeff Opperman
Paulo Petry
Horacio Rodríguez
Leonardo Sotomayor
Rebecca Tharme
Juan Francisco Torres
Jerry Touval
Lidia Vázquez

Consultores e invitados

Lorenzo Bozada Robles
Francisco Javier Hernández
Juan Carlos López
Noé Flores
Miguel Ángel Martínez
Guillermo Zúñiga

Edición, diseño y corrección de estilo

Martha Alicia Salazar/ sulazul
Jorge Carrera Necoechea

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Humberto Marengo por las facilidades y apoyo brindadas para el desarrollo del presente estudio, a la Comisión Federal de Electricidad, en particular a la Dirección de Proyectos e Inversión Financiada, Subdirección de Proyectos y Construcción, Coordinación de Proyectos Hidroeléctricos y al Centro de Anteproyectos del Golfo. A la Dirección General de Análisis y Prioridades de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad. A los programas México y Norte de Centroamérica, Región Latinoamérica; *Development by Design* y *Great Rivers Partnership* de The Nature Conservancy.

PLANEACIÓN TEMPRANA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS SUSTENTABLES:

MARCO METODOLÓGICO Y CASO PILOTO PARA LA CUENCA DEL RÍO COATZACOALCOS

CFE

COMISIÓN FEDERAL
DE ELECTRICIDAD



CONABIO

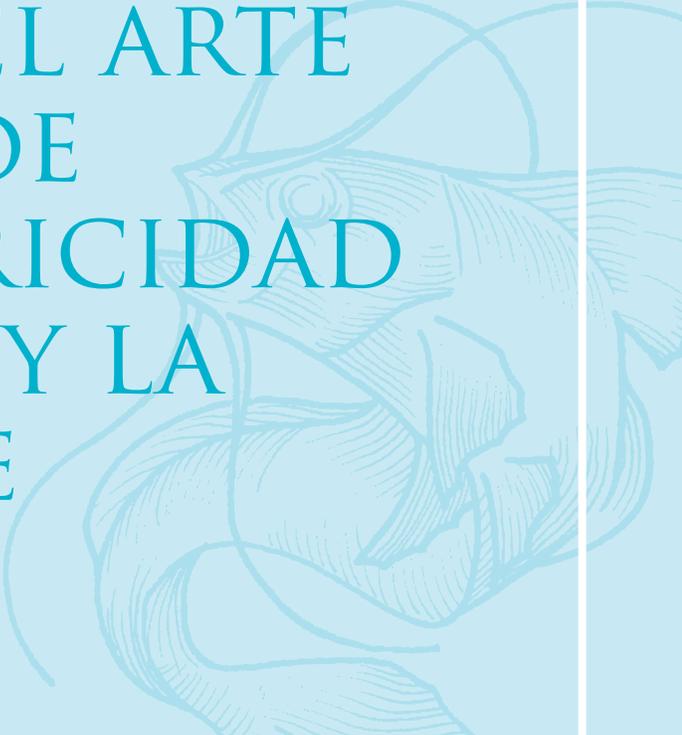
COMISIÓN NACIONAL PARA EL
CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

The Nature
Conservancy



Conservando la naturaleza.
Protegiendo la vida.

EL ESTADO DEL ARTE EN MATERIA DE HIDROELECTRICIDAD SUSTENTABLE Y LA JERARQUÍA DE MITIGACIÓN DE DAÑOS



RESUMEN EJECUTIVO

Nélida Barajas y Diana Vázquez

Producir energía hidroeléctrica al tiempo que se mantienen los ecosistemas saludables y funcionales es un gran desafío. Para lograrlo es necesario adoptar nuevos planteamientos en el desarrollo de la infraestructura, maximizando una perspectiva de planeación temprana bajo un enfoque de manejo integrado de cuencas hidrológicas. Es fundamental modificar la visión de los planes de desarrollo, donde los proyectos se planifican y construyen a través de procesos aislados, es decir, sin tomar en consideración los impactos acumulativos o sinérgicos que involucran alcanzar el potencial hidroeléctrico de una región, pues para obtenerlo se compromete la funcionalidad ecológica de los ríos, como la pérdida de conectividad en estos, lo que tiene consecuencias en la migración de especies, el flujo de nutrientes y, consecuentemente, en la disminución o hasta pérdida de bienes y servicios ecosistémicos que el río brinda a las comunidades de la región.

Consciente de las necesidades en materia de energía, agua, producción de alimentos, The Nature Conservancy (TNC), a través de su estrategia “Development by Design”, trabaja con gobiernos, desarrolladores y comunidades para implementar soluciones sostenibles que ayuden a enfrentar el reto del desarrollo sustentable, es decir, compartir un espacio, desarrollar infraestructura y garantizar la calidad de vida de la humanidad y de las áreas naturales y las especies. Para el sector de la energía hidroeléctrica este enfoque se denomina “Planeación temprana para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos sustentables “ [Hydropower by Design (HbD)].

Este enfoque conjuga ejercicios previos hacia la generación de energía hidroeléctrica sustentable e implica integrar la conservación de los recursos naturales y las necesidades y valores sociales en la planificación de la infraestructura (WCD, 2000; IHA, 2004; USAID, 2010). Esta planeación se ejecuta a una escala regional o de la cuenca hidrológica, y está condicionada a la jerarquía de mitigación de daños propuesta por Kiesecker (2010), cuyos pasos son:

- *Evitar*. Un nuevo desarrollo debe evitar los ríos o tramos de ríos que tienen los recursos más valiosos y para los cuales otras medidas de mitigación no serían eficaces (por ejemplo, sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad o sitios reconocidos por su importancia social, cultural o histórica).
- *Minimizar*. Los efectos de las infraestructuras (presas, obras de desvío) que se construyan deberán reducirse al mínimo posible durante el diseño y mantenerse durante la construcción y la operación. Por ejemplo, donde sea apropiado, el diseño de la presa deberá incluir la posibilidad de controlar la temperatura, el desplazamiento de los peces y la capacidad de liberar caudales ambientales (cantidad y calidad de agua que requieren las especies en diversas temporadas).
- *Restaurar*. En la operación de las presas se debe de tratar de restaurar y mantener los principales recursos del río *in situ*, garantizando los caudales ambientales que mantienen las pesquerías aguas abajo.
- *Compensación (offset)*. Cuando el impacto no puede ser siempre mitigado con acciones específicas *in situ* que minimicen y restauren las

repercusiones, es necesario que el impacto “residual” sea compensado en otros lugares por medio de inversiones en materia de conservación, para proteger o restaurar recursos similares.

Aunque TNC había desarrollado aplicaciones conceptuales de HbD (Opperman y Harrison, 2008), no existía un método técnico detallado que pudiera ser aplicado a una determinada cuenca hidrográfica. La oportunidad de desarrollar y probar un método de estas características surgió en 2010 a través de la colaboración de TNC con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México, cuando ambas organizaciones firmaron un acuerdo para fomentar nuevas formas de producir y distribuir energía hidroeléctrica sustentable.

Para 2013, TNC, junto con la CFE, y la Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad (CONABIO), expusieron un marco de trabajo en el que se pudiera aplicar la planeación temprana para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos sustentables. Durante el primer año el equipo evaluó las metodologías internacionales y trabajó en estrecha colaboración con personal de la CFE para comprender su actual proceso y necesidades de planificación, mientras que con la CONABIO identificó los atributos principales para determinar los sitios prioritarios para la conservación. Además realizó expediciones de campo y talleres para desarrollar y perfeccionar el marco de trabajo, el cual consistió en reunir información a partir de las bases de datos existentes, tanto de las comunidades como de organizaciones, integrar dicha información y realizar una serie de análisis para comparar las diferentes alternativas del desarrollo hidroeléctrico. El marco de trabajo piloto se aplicó en la cuenca del río Coatzacoalcos.

PRESENTACIÓN

La generación de electricidad es fundamental en el crecimiento de un país. Debido a las inminentes crisis por la disponibilidad y emisiones derivadas de los combustibles fósiles, los países buscan promover el uso de fuentes renovables de energía (IPCC, 2011 y LGCC, 2012). La energía hidroeléctrica es considerada una energía renovable ya que utiliza el ciclo del agua para generar electricidad.

En algunos países como Estados Unidos la energía hidroeléctrica representa 75 % de las energías renovables y en México cerca de 92% (CFE, 2012). Si bien este tipo de energía es considerada una energía limpia, los impactos sociales y ambientales que tiene pueden ser considerables.

Actualmente dos tercios de los ríos del mundo han sufrido alteraciones significativas a causa de las presas. Las afectaciones incluyen la inundación de áreas de cultivo, el desplazamiento de poblaciones, la interrupción de las migraciones de peces, las alteraciones en los caudales del río, la recarga de acuíferos y el mantenimiento de las pesquerías en la desembocadura con el mar (TNC, 2011).

A pesar de estos riesgos, es posible, bajo un nuevo esquema de planeación, desarrollar proyectos hidroeléctricos sustentables, donde las metas de generación sean compatibles con las expectativas sociales y con la conservación de la biodiversidad.

La búsqueda de metodologías que faciliten el desarrollo de la hidroelectricidad de forma sustentable se fundamenta en el principio de que “el desarrollo sustentable debe de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (WCED, 1987), de manera que los componentes de desarrollo económico sean interdependientes con el desarrollo social y la conservación y protección ambiental.

El enfoque de la metodología para la planeación temprana para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos sustentables que presentan la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y The Nature Conservancy (TNC), incorpora los principios de hidroelectricidad sustentable desarrollados por diversos grupos, integrando con detalle medidas que faciliten la identificación de riesgos potenciales técnicos, sociales y ambientales bajo un enfoque de manejo integrado de cuencas hidrológicas, y cuyo producto final es un portafolio de proyectos hidroeléctricos sustentables que, vistos en conjunto, faciliten alcanzar las metas de generación de energía sin comprometer a las comunidades locales ni a los ecosistemas. Adicionalmente, el enfoque *manejo integrado de cuenca hidrológica* representa una oportunidad, ya que conjuga la planeación de los recursos hídricos con el desarrollo de energía y la

planeación ambiental, fortaleciendo y demostrando los nexos entre agua-energía-ecosistemas en los diversos escenarios del cambio climático y que, consecuentemente, impactan en la efectiva implementación de políticas, planes y programas, que demuestren la cooperación intersectorial (Barajas *et al.*, 2014).

El proceso de planeación temprana para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos sustentables provee un enfoque científico, cuya información puede facilitar la gestión integral de los recursos de la cuenca, la cual puede ser incorporada a los planes de ordenamiento hidrológico y territorial, a las necesidades de desarrollo de las comunidades y al compromiso de salvaguardar la integridad de los ecosistemas como proveedores de bienes y servicios ambientales.

Los insumos del análisis integral de cuenca permiten la identificación temprana de potenciales riesgos sociales y ambientales, así como la información técnica básica para el desarrollo de los proyectos, lo cual facilitará en el futuro la identificación de impactos acumulativos y sinérgicos de los escenarios de desarrollo de infraestructura.

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE PLANEACIÓN TEMPRANA E IMPLEMENTACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO COATZACOALCOS

En un esfuerzo conjunto por desarrollar una propuesta metodológica de planeación temprana para proyectos hidroeléctricos la Comisión Federal de Electricidad (CFE), La Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y The Nature Conservancy (TNC), presentan el caso de estudio “Planeación temprana de la energía hidroeléctrica en la cuenca del río Coatzacoalcos”.

El estudio incluye a manera de introducción una semblanza de la hidroelectricidad en México, los antecedentes de colaboración entre CFE, CONABIO y TNC, y los objetivos del estudio. Posteriormente, en la sección de metodología,

se incluye la descripción de la cuenca como marco de referencia seguida del detalle de los procesos de análisis. Finalmente se presenta la propuesta de sustentabilidad de los proyectos hidroeléctricos, con base en los resultados del análisis y sus conclusiones.

METODOLOGÍA

Para el proceso metodológico de la planeación temprana para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos sustentables se aplicaron diversas herramientas técnicas que por primera vez se conjugaron para presentar una planeación sustentable de la energía hidroeléctrica bajo un enfoque de cuenca hidrológica:

1. Potencial hidroeléctrico de la cuenca. Información generada por la CFE que se usa como insumo para el estudio.
2. Conformación del equipo de trabajo. Grupo de especialistas que analiza y propone los criterios técnicos, sociales y ambientales. Sugiere la inclusión y exclusión de proyectos con base en sus especialidades y conocimiento local de la cuenca.
3. Recopilación documental y geográfica. Conformar la línea base de información documental del proceso.
4. Selección de criterios y métricas. Grupo de valores y métricas que facilitan la evaluación de los proyectos, conformación de escenarios y toma de decisiones en materia de sustentabilidad hidroeléctrica de la cuenca.¹
5. Sistema de información geográfica. Sistema que compila la información y la traduce geográficamente para facilitar la aplicación de las herramientas de análisis.

¹ Se incluye en la sección de referencias las citas de la información utilizada como base para los criterios.

-
6. Análisis geográfico de la cuenca hidrológica. Procesamiento de la información basado en herramientas:²
 - a. Modelo digital de elevación (MDE 30m)
 - b. Red hidrológica
 - c. Análisis del área activa de río (ARA, por sus siglas en inglés)
 - d. Generación de embalses
 - e. Análisis de barreras (conectividad y fragmentación) (BAT, por sus siglas en inglés)
 7. Diagnóstico temprano de la viabilidad de los proyectos. Identifica los riesgos potenciales de los proyectos en las tres categorías (técnico, social y ambiental), basados en un análisis multicriterio.
 8. Construcción de escenarios. Conformar los grupos de proyectos que en conjunto se presentan como escenarios, donde la línea base es el potencial hidroeléctrico de la cuenca (todos los proyectos), para después generar los escenarios técnicos, sociales y ambientales, con base en la jerarquización de los proyectos en las tres categorías.
 9. Análisis de la fragmentación o conectividad. Genera la fragmentación de la red hidrológica derivada de la construcción de los proyectos que conforman el escenario, esta se evalúa tanto aguas arriba como aguas abajo.
 10. Construcción del portafolio de sustentabilidad. Concentra la propuesta que el grupo de trabajo presenta como la mejor opción de desarrollo e incorpora criterios técnicos, sociales y ambientales.

RESULTADOS

Los resultados incluyen la identificación de los proyectos en la cuenca hidrológica por cauce principal, la evaluación individual de los proyectos, el desarrollo de escenarios con su respectiva fragmentación y la creación del portafolio de sustentabilidad.

² Se incluye en la sección de referencias las citas para las herramientas utilizadas.

El potencial hidroeléctrico de la cuenca incluye 28 proyectos analizados por CFE como esquemas de aprovechamiento a nivel de estudios de Gran Visión.³

Estos proyectos incluyen potencias instalables de entre 1 a más de 100 MW (mini, micro e hidroeléctricas). Los 28 proyectos representan la línea base del estudio ya que marcan el máximo potencial instalable en la cuenca (figura 1).

Una vez con la línea base se analizó la viabilidad individual de los proyectos, la cual se definió mediante el uso de criterios y métricas identificando áreas de oportunidad que representan los potenciales riesgos técnicos sociales y ambientales.

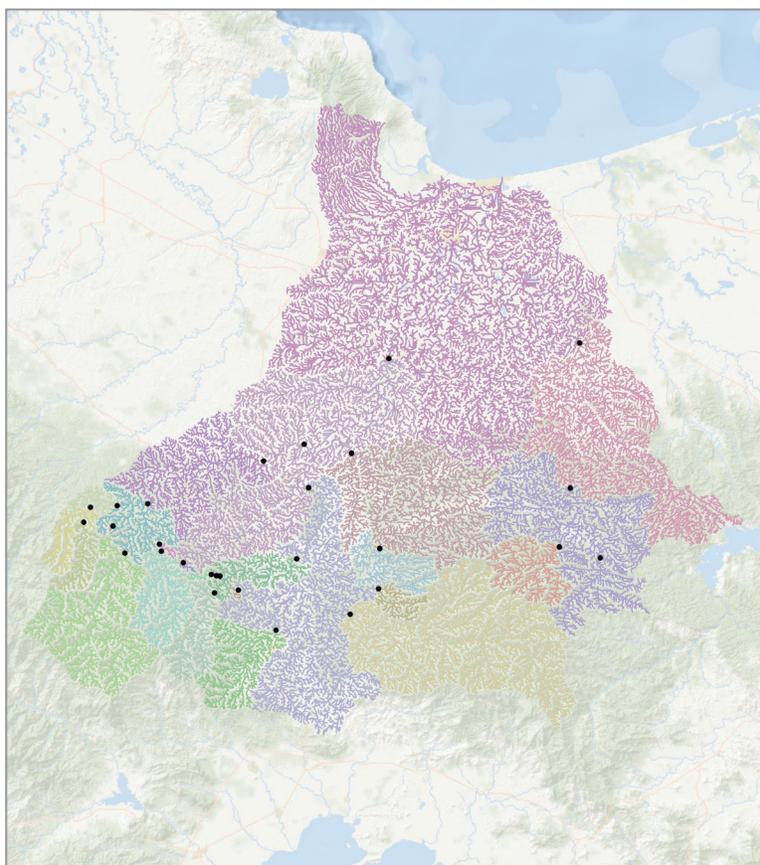


Figura 1. Mapa de la cuenca del río Coatzacoalcos, donde se representan a manera de puntos los 28 proyectos incluidos como potencial hidroeléctrico de la cuenca, con un potencial instalable de 511 MW. La afectación de este escenario representa una fragmentación de 72 % de la cuenca.

³ Gran Visión es una etapa del proceso de planeación de CFE donde se evalúan los diversos esquemas de aprovechamiento hidroeléctrico a nivel de cuenca hidrológica.

Posteriormente el grupo de trabajo revisó en detalle las métricas de cada categoría para incluir o excluir proyectos que conformarían los escenarios. Los escenarios representan el grupo de proyectos viables técnicamente, socialmente y ambientalmente. 11 proyectos representan el escenario de los viables técnicamente, 17 son viables socialmente y 9 ambientalmente.

El portafolio de sustentabilidad lo conforman cinco proyectos, cuatro de los cuales fueron coincidentes como viables en las tres categorías técnica, social y ambiental (COA-03, COA-07, COA-23 Y COA-29), mientras que el quinto fue incorporado aun cuando tiene baja viabilidad social y ambiental (cuadro 1), pues la alta viabilidad técnica medida con la relación beneficio costo del COA-34 permite proponer modificaciones al proyecto, de tal forma que se puedan mitigar impactos sociales; en términos ambientales el grupo de trabajo determinó que por su ubicación, este proyecto marca el límite de impacto del escenario, esto es que el proyecto delimita el área de fragmentación aguas arriba de la cuenca (figura 2).

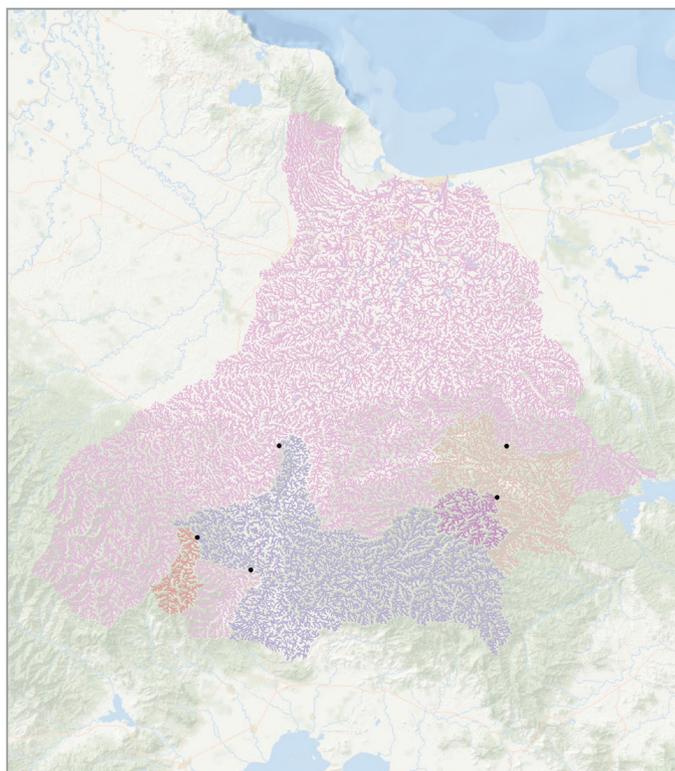


Figura 2. Localización de los sitios que conforman el portafolio de sustentabilidad.

Cuadro 1. Evaluación de la viabilidad de los proyectos que conforman el portafolio de sustentabilidad de acuerdo con los criterios seleccionados por el grupo de trabajo. Fuente: elaboración propia.

	COA-03	COA-07	COA-23	COA-29	COA-34
Potencial hidroeléctrico (MW)	Media	Media	Media	Media	Alta
Relación beneficio-costo	Media	Alta	Alta	Media	Media
Biodiversidad: Ecosistemas terrestres dentro del área de inundación	Alta	Baja	Baja	Alta	Baja
Biodiversidad: Ecosistemas acuáticos dentro del área de inundación	Baja	Media	Alta	Baja	Media
Biodiversidad: Ecosistemas acuáticos aguas abajo	Media	Baja	Baja	Baja	Alta
Alteración del régimen hidrológico basado en la operación de la central hidroeléctrica	Alta	Alta	Baja	Alta	Alta
Reubicación involuntaria por número de pobladores (área de impacto directo, inundación y obras)	Alta	Alta	Alta	Media	Baja
Conflictos dentro de las comunidades	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja
Número de pobladores indígenas afectados por el proyecto	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja
Ubicación de sitios arqueológicos dentro del área de inundación y obras civiles	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Tenencia de la tierra dentro del área de embalse	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

El análisis de los criterios permite identificar las áreas de oportunidad de los sitios que conforman el escenario, de manera que se identifiquen riesgos potenciales en las tres clases de criterios (figura 3).

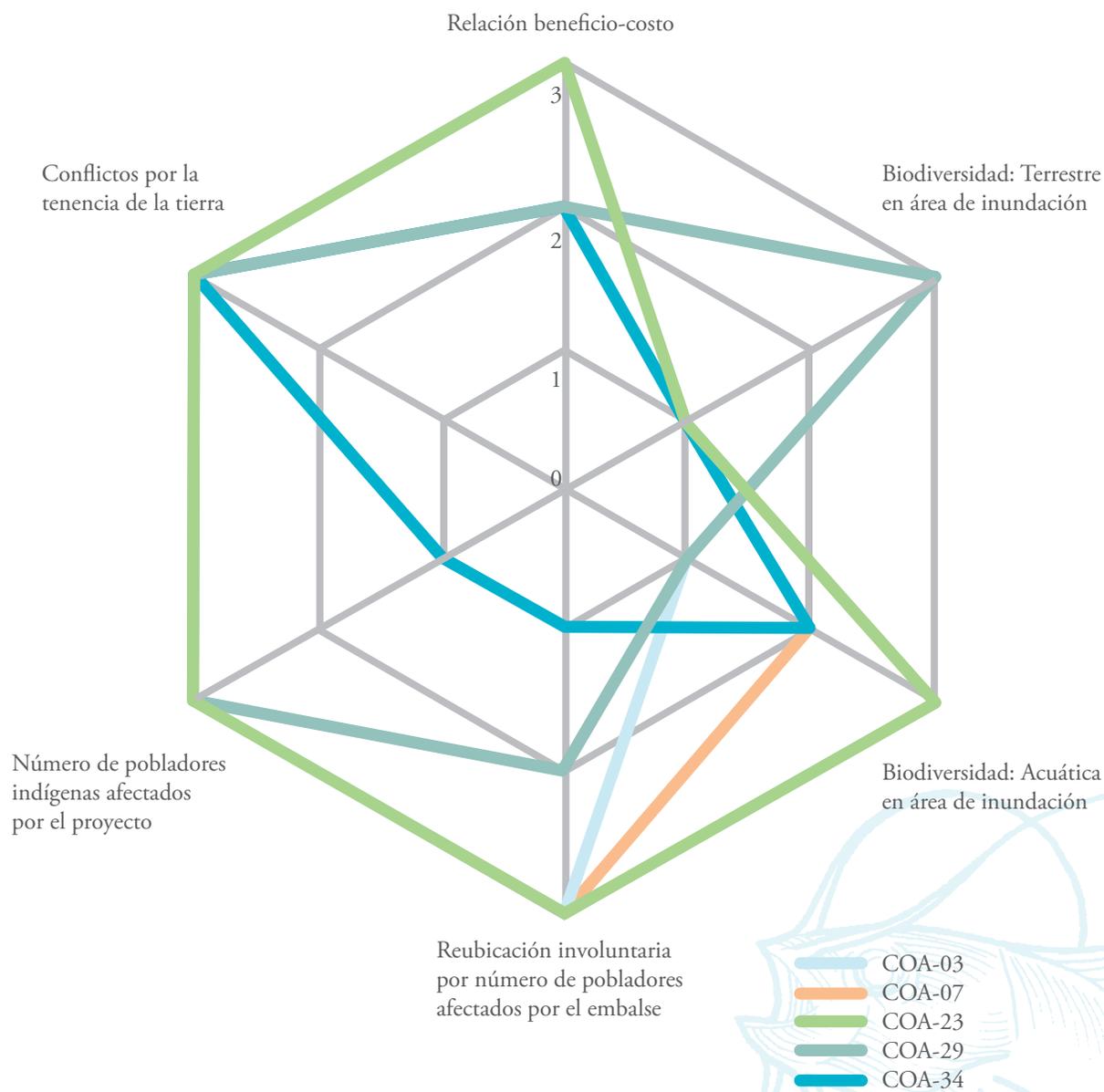


Figura 3. Áreas de oportunidad que identifican los potenciales riesgos técnicos, sociales y ambientales de los proyectos. El número de criterios seleccionados no refleja el orden de importancia. Fuente: elaboración propia.

Las métricas de los criterios determinantes y que comprenden los efectos acumulativos y la fragmentación de la red hidrológica se presentan en el siguiente cuadro.

DATO GENERAL	
Número de proyectos	5
CRITERIOS DETERMINANTES	
Potencia instalable (MW)	172.6
Biodiversidad: Ecosistemas terrestres dentro del área de inundación	2487.91 ha
Biodiversidad: Ecosistemas acuáticos dentro del área de inundación	6837.21 ha
Número de pobladores (habitantes) indígenas afectados por el proyecto (buffer 100 m)	1673
Reubicación involuntaria por número de pobladores (áreas de impacto directo, inundación y obras) (buffer de 100 m)	1953
Reubicación involuntaria por número de poblaciones	22
FRAGMENTACIÓN	
Longitud de los cauces (orden 5) afectados por los embalses	249.38 km
Longitud de los cauces (orden 5) afectados aguas abajo	329.12 km
Porcentaje de la cuenca afectada	30.38 %

CONCLUSIONES

El proceso de planeación de los proyectos hidroeléctricos en México inicia la identificación del potencial hidroeléctrico hecha hace más de 30 años, cuando a nivel nacional y con base en atributos topográficos y de disponibilidad de agua se determinaron 800 sitios potenciales para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos bajo un enfoque de Gran Visión.

El enfoque de Gran Visión de la CFE permite la identificación temprana de proyectos hidroeléctricos bajo un enfoque de cuenca hidrológica, lo cual representa un proceso compatible y complementario con la HbD, ya que es posible incorporar métricas específicas a los componentes técnicos, sociales y ambientales haciendo más clara la identificación de riesgos potenciales, entendiendo por esto último aquellas áreas donde la viabilidad de un proyecto está limitada por los impactos al bienestar de las poblaciones o a los ecosistemas prioritarios de una cuenca hidrológica.

Algunas consideraciones que surgen del análisis son la incorporación del cálculo de la relación beneficio-costos —hecha por CFE— como el principal criterio técnico a nivel de escenario más que como cálculo a nivel individual. Otro factor importante es proteger de desarrollos hidroeléctricos futuros —por sus atributos biológicos y sociales— las áreas identificadas como sitios no viables para el desarrollo de centrales hidroeléctricas.

En las siguientes etapas de diseño (prefactibilidad y factibilidad) será fundamental que las propuestas de mitigación y compensación ocasionadas por los efectos de la construcción y operación de centrales hidroeléctricas contemplen los efectos específicos acumulativos, sinérgicos y de la fragmentación del hábitat.

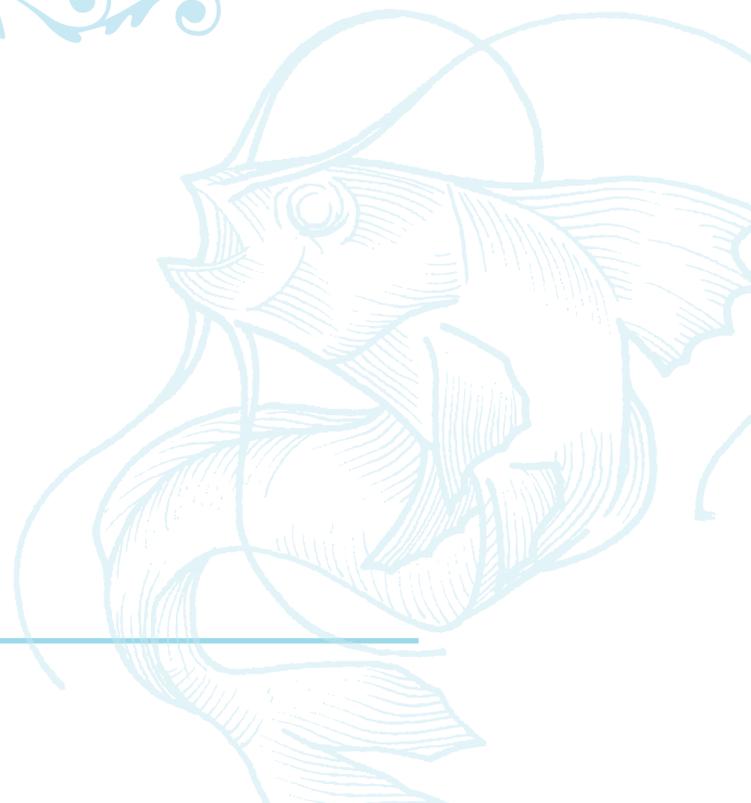
La planeación temprana integral de cuencas en etapa de Gran Visión permite proponer portafolios potenciales de inversión de proyectos hidroeléctricos sustentables que podrán ser desarrollados por diversos promoventes cumpliendo con las restricciones identificadas en etapas de diseño posteriores, de tal manera que la autoridad pueda ofertar proyectos en paquete que faciliten alcanzar las metas de generación de energía garantizando el capital natural y social de la cuenca.

Este enfoque puede facilitar el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de cambio climático y biodiversidad, y de las metas de generación de energía, por lo que será indispensable buscar los instrumentos legales que aseguren la sustentabilidad.

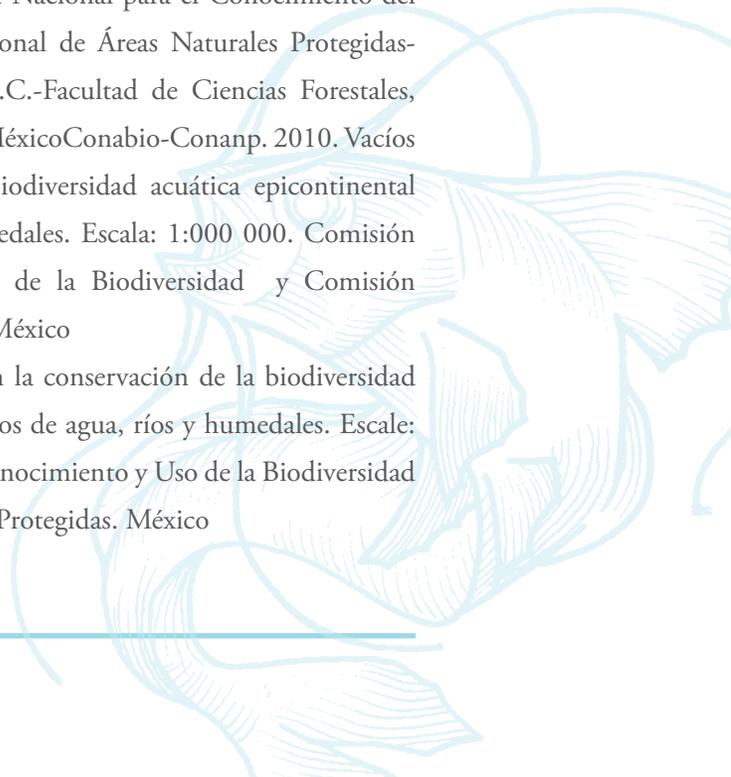
La metodología de “Planeación temprana para la sustentabilidad de proyectos hidroeléctricos” desarrollada y aplicada para la cuenca del río Coatzacoalcos en México demuestra adicionalmente que la colaboración interinstitucional es necesaria, ya que el desarrollo de la infraestructura puede ir ligada a propuestas viables sociales y ambientales que, en el largo plazo, garanticen la conservación de los ecosistemas como proveedores de servicios ecosistémicos simultáneamente con la preservación de la herencia cultural de las localidades de la región.

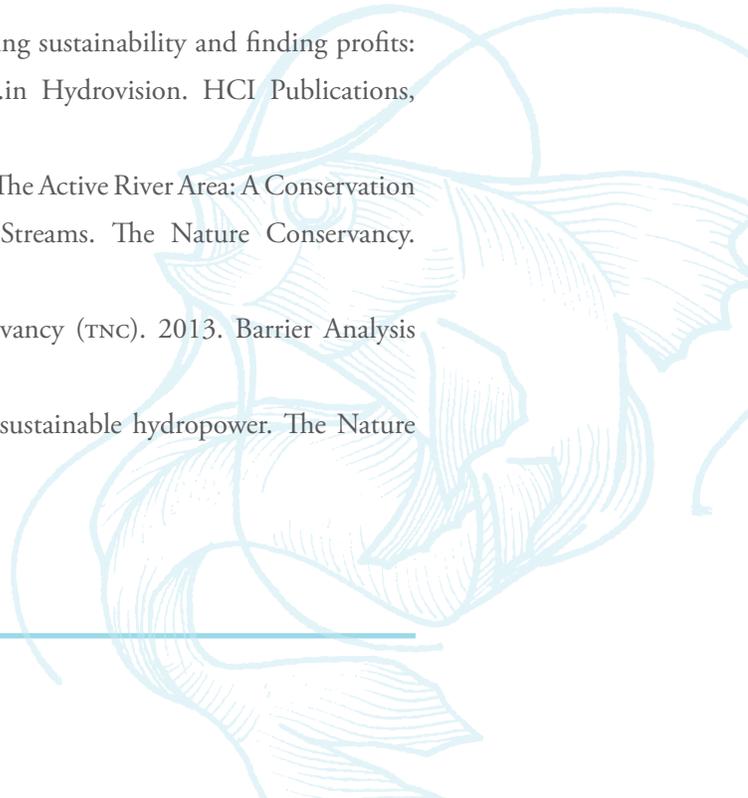
Las mayores aportaciones de este marco de trabajo son la oportunidad de dialogar y cooperar entre diversos sectores involucrados, así como comparar escenarios de desarrollo de la cuenca e identificar aquellos que ofrecen el mayor balance de beneficios.

Vale la pena señalar que si bien este tipo de planeación temprana es un esfuerzo técnico-científico en las áreas de ingeniería, ciencias sociales y ciencias ambientales, es fundamental conocer el contexto local, ya que este fue crítico para la selección, propuesta y justificación del portafolio de generación de energía hidroeléctrica sustentable en la cuenca del río Coatzacoalcos.



REFERENCIAS

- United States Agency for International Development and the United States Government, Asian Development Bank, Mekong River Commission for Sustainable Development y World Wildlife Fund. USAID, ADB, MRC y WWF. 2010. Rapid basin-wide hydropower sustainability assessment tool (RSAT).
- Barajas, N., J. E. Bezaury, O. Calahorra y A. Callejas. 2014. Energía, Agua y Ecosistemas. La necesidad de marcos de trabajo en etapas tempranas: Políticas, Programas y proyectos. Water, Energy and Climate Conference. México, DF. 21-24 mayo.
- Bezaury-Creel J.E., J.Fco. Torres. L.M. Ochoa Ochoa. 2012 (2013). Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Federales y Áreas Bajo Manejo de Conservación Federal en México, Modificada y adaptada de CONANP 2012 - Versión 2.1 Actualizada a 12/09/2013. 8 capas ArcGIS 9.2 + 3 capas Goggle Earth KMZ + 1 Archivo de metadatos Word. En: Bezaury-Creel J.E., J.Fco. Torres, L.M, Ochoa-Ochoa, M. Castro-Campos. 2012. Áreas Naturales Protegidas y Otros Espacios Destinados a la Conservación, Restauración y Uso Sustentable de la Biodiversidad en México. The Nature Conservancy-México. Capas ArcGIS en formato CD.
- CONABIO, Conanp, TNC, Pronatura y FCF-UANL. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Omisiones. Escala: 1:000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento del Uso de la Biodiversidad-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-The Nature Conservancy- Pronatura, A.C.-Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México
- CONABIO-Conanp. 2010. Vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad acuática epicontinental de México: cuerpos de agua, ríos y humedales. Escala: 1:000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México
- 

-
- CFE, Comisión Federal de Electricidad. 2012. Programa de Obras de Inversión del Sector Eléctrico (POISE); 2012-2026. CFE. México.
- Inegi-INE-Conagua. 2007. Mapa de la cuencas hidrográficas de México
- inegi. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010 (Versión 2013). México
- International Hydropower Association (IHA). 2004. Sustainability Guidelines. London Borough of Sutton, Inglaterra.
- IPCC, 2011: IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, Nueva York, Estados Unidos.
- Kiesecker, J. M., H. Copeland, A. Pocewicz, and B. McKenney. 2010. Development by design: blending landscape-level planning with the mitigation hierarchy. *Frontiers in Ecology and the Environment* 8:261-266.
- Ley de Cambio Climático (2012). Diario Oficial de la Federación. México. Recuperado el 16 de julio de 2014 desde http://www.inecc.gob.mx/descargas/2012_lgcc.pdf
- Martin, E. 2014. Reservoir Generation Tools. The Nature Conservancy, Eastearn US. Estados Unidos.
- Obsinter. Observatorio de Instituciones Territoriales. 2007. Base de Datos Geográfica Núcleos Agrarios. Colmex, Sedesol, Consulcorp, con base en RAN-INEGI. 2004 (Al 31 de diciembre 2004).
- Opperman, J. J. and D. Harrison. 2008. Pursuing sustainability and finding profits: integrated planning at the system scale.in *Hydrovision*. HCL Publications, Sacramento, CA.
- Smith, M. P., A. O. Schiff y J. MacBroom. 2008. *The Active River Area: A Conservation Framework for Protecting Rivers and Streams*. The Nature Conservancy. Boston, Estados Unidos.
- Southampton University y The Nature Conservancy (TNC). 2013. *Barrier Analysis Tool Quick Guide*. USA.
- TNC, The Nature Conservancy. 2011. *What is sustainable hydropower*. The Nature Conservancy. Estados Unidos.
- 

-
- Torres-Origel, J. F. 2011. Red hidrológica de la cuenca TNC a partir del CEM 1.0 a 30 m. de INEGI analizada mediante el Barrier Analysis Tool de TNC .
- WCED, World Commision on Enviroment and Development. 1987. Our Common Future; Brundtland Comission. Oslo, Noruega.
- World Commission on Dams. 2000. Dams and Development: a new framework for decision-making. Earthscan Publications, Londres.

