



ISSN 2340-5457  
Volumen IX, Nº 2 (Octubre 2017)  
<http://www.unex.es/eweb/monfragueresilente>

---

## **IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS REPRESAS ALREDEDOR DEL MUNDO**

**ENVIRONMENTAL IMPACTS OF DAMS AROUND THE WORLS**

---

**Dr. Juan Manuel Andrade Navia<sup>1</sup>**  
**Dr. Alfredo Olaya Amaya<sup>2</sup>**

Revista Científica Monfragüe Resiliente. <http://www.unex.es/eweb/monfragueresilente>

Editada en Cáceres, Dpto. Arte y Ciencias del Territorio de la Universidad de Extremadura.  
Elaborada conjuntamente con las Universidades de Lisboa y la Autónoma de México

---

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Empresariales, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Huila-Colombia

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Surcolombiana, Huila-Colombia

## 1. INTRODUCCIÓN

Las represas se construyen para producir beneficios o impactos positivos; pero, aun así, siempre se generan consecuencias desfavorables o impactos negativos que deben ser prevenidos, mitigados, corregidos o compensados de manera significativa de acuerdo con la legislación que en muchos países regula los estudios de impacto ambiental previos a la fase de construcción, los cuales se conocen como estudios ex – ante. No obstante, también existen algunos casos de estudios de impacto ambiental que se han realizado después de la fase constructiva, los cuales se conocen con el nombre de estudios ex – post.

El objetivo del presente artículo se centra en identificar de manera simplificada los impactos ambientales más frecuentes, más importantes y comunes de las grandes represas en el mundo y establecer las similitudes y diferencias fundamentales que existen respecto a la evaluación de tales impactos cuando se comparan los resultados del estudio ex – ante que se realiza para tramitar la licencia ambiental del proyecto, con los resultados del estudio ex – post, es decir el que se efectúa después de la fase constructiva del mismo proyecto.

## 2. LAS REPRESAS ALREDEDOR DEL MUNDO

Las represas pequeñas con fines de agua potable, riego o control de inundaciones se han estado construyendo desde hace varios siglos; pero los embalses para producir hidroelectricidad, según International Rivers (2013) y World Bank (2009 y 2013), iniciaron a finales del siglo XIX en Europa occidental y en Estados Unidos y se afianzó en la segunda mitad del siglo XX, debido a la demanda de energía que experimentan especialmente los países emergentes como consecuencia de la expansión demográfica y la relocalización de las grandes factorías e industrias en sus territorios.

La primera ola de construcción de grandes represas se originó a partir de 1960 sobre el río Mekong en la China (International Rivers, 2013). Un segundo momento tuvo lugar en el 2000 en Brasil, cuando el gobierno desarrolló un ambicioso plan

hidroeléctrico sobre el río Amazonas entre 2012 y 2020 (Fearnside, 2012). Y más proyectos de grandes represas están planeadas para los ríos Congo y Zambezi en África (International Rivers, 2013).

En general, el mundo pasó de tener 9.056 grandes represas en 1960 a contabilizar más de 32.500 en el 2010 (World Bank, 2013), aunque otras fuentes aseguran que durante el siglo XX se construyeron más de 47.000 grandes represas y 800.000 pequeñas alrededor del planeta (WCD, 2000; Rosenberg, McCully y Pringle, 2000; Richter y Thomas, 2007), destacándose Asia como el continente con más represas (World Bank, 2013), en especial por desarrollo hidroeléctrico de China (Miao *et al.*, 2015).

## **ASIA**

Según Xu, Tan y Yang (2013), el proyecto hidroeléctrico de las Tres Gargantas sobre el río Yangtzé en China inició su construcción en 1993 y terminó en 2009; por ende, el informe oficial mediante el cual se estimaron los impactos ambientales potenciales data de principios de la década de 1990. Tales autores (2013) expresan que se hizo un estudio con el objetivo de comparar las estimaciones consignadas en este informe con los resultados obtenidos en investigaciones posteriores (Wu *et al.*, 2003; Stone, 2008; Gleick, 2009; Tullos, 2009; Fu *et al.*, 2010; Stone, 2011).

Xu, Tan y Yang (2013) hicieron énfasis en los aspectos más problemáticos que generó el proyecto como la calidad del agua (Yang, Wen y Li, 2007; Bi *et al.*, 2010), el recurso pesquero (Duan *et al.*, 2009; Gao *et al.*, 2010), la sedimentación y la erosión en la ribera del río aguas abajo (Yang, Wang y Saito, 2006; Lu, Huang y Wang, 2011), sismicidad e inestabilidad geológica provocada en el embalse (Wang *et al.*, 2004), y desplazamiento humano y capacidad de carga del ambiente en la zona del embalse (Tan, 2008; Xu *et al.*, 2011).

Xu, Tang y Yang (2013) descubrieron que: 1) la población desplazada aumentó alrededor de 190.000 personas en comparación con los resultados arrojados por el estudio de impacto ambiental oficial; 2) la sedimentación fue de 142 millones de

toneladas, un 40 % de las 335 millones estimadas en el mismo estudio, y 3) el inventario de ejemplares de las cuatro especies de truchas de mayor presencia se redujo en un 78 %, frente al 50 % estimado en el informe oficial.

Asimismo, Khoshraftar-Moghadam (2009) analizó los efectos económicos que tuvo el embalse de Tabarak y Ghochan sobre las poblaciones ubicadas aguas abajo, encontrando un impulso positivo sobre las actividades agrícolas, la diversidad de cultivos y la generación de empleo en la zona. De otra parte, Rahmati y Nazarian (2010) hallaron impactos económicos, sociales y medioambientales negativos como consecuencia de la construcción de las represas de Gotvand Olia y Karoon sobre las poblaciones aguas arriba de los embalses. Resultados económicos similares encontró Saedi (2012) ocasionados con la represa de Taleghan sobre el uso del suelo, precio de la tierra, medios de subsistencia rurales y disponibilidad de oportunidades de empleo. Así mismo, Afshari y Ebrahimi (2013) mostraron cómo aumentó la superficie cultivada, mejoraron los ingresos de los agricultores y se incrementó el valor de la tierra aguas abajo, como efecto de la represa de Hana.

Tilt, Braun y He (2009) estudiaron los impactos de grandes proyectos como el complejo de represas denominado Tierras Altas de Lesoto con cinco represas (tres terminadas y dos en construcción) entre Sudáfrica y Lesoto. El complejo de Lesoto tenía las represas de Katse, Muela y Mohale totalmente terminadas, mientras las represas de Mashai y Tsoelike aún estaban en la fase de planeación para finales de la década del 2000. El proyecto Tierras Altas tiene entre sus objetivos el suministro de agua a la región industrial de Sudáfrica y la generación de energía eléctrica al nivel nacional.

Los mismos autores clasificaron los impactos encontrados en tres categorías, a saber: sobre la economía rural; sobre la cultura, salud y género y sobre la infraestructura, transporte y vivienda. En la primera categoría predominó la pérdida del acceso a la tierra y a otros recursos como fuentes de agua potable, manantiales naturales, hierbas y vegetales, todos necesarios para el bienestar de las comunidades. Frente al empleo, se presentó un alto nivel de migración de las partes bajas hacia las tierras altas de Lesoto, y por tanto una presión sobre las posibilidades de empleo de los locales. En la segunda categoría hubo alrededor de 20.500 residentes afectados en 120 aldeas.

Con relación a la tercera categoría, las mujeres fueron la población más vulnerable y afectada negativamente.

Siciliano *et al* (2015) estudiaron las afectaciones post-construcción del embalse de Kamchay (Camboya) en 2006, a partir de las percepciones de los miembros de las comunidades afectadas y los actores institucionales al nivel local y nacional. De otra parte, la investigación determinó la distribución de los impactos entre los ámbitos nacional, local, rural y urbano. Entre los impactos ambientales más significativos se encontraron la baja calidad del agua del río Kamchay, que abastece la ciudad de Kampot; la salinización del agua debido a la proximidad del embalse con el mar y el deterioro dramático de la biodiversidad. De otra parte, al nivel social se encontraron serias afectaciones sobre cuatro grupos de interés: los recolectores de bambú, los recolectores de leña, los vendedores de frutas y los productores de durian, pero no se requirieron procesos de reasentamiento porque según Urban y Siciliano (2014), aunque el embalse inundó más de 2.990 hectáreas, incluyendo carreteras e infraestructura básica de la región, fue construido en terrenos de un parque nacional.

## ÁFRICA

África es uno de los continentes donde el mayor número de represas son destinadas a irrigación de cultivos y en menor medida a la generación hidroeléctrica. Strzepek *et al* (2008) investigaron el impacto de la represa de Aswan sobre la economía egipcia. Los autores tuvieron en cuenta aspectos como cambios positivos en el suministro de agua para riego de cultivos, en el suministro de energía eléctrica, en los rendimientos de la producción y uso de tecnologías (especialmente fertilizantes). Al respecto, encontraron que los aportes de Aswan sobre la economía nacional fueron significativos, representado en alrededor del 3 % del PIB, en comparación con los ciclos tradicionales de cultivos sin la represa.

De otra parte, Ahmed y Fogg (2014) evidenciaron el impacto generado por el aumento de los niveles de agua subterránea como consecuencia de la construcción de la presa

de Aswan, ocasionando el deterioro de los sitios arqueológicos por cuenta de su humedad y salinización.

En Kenia, Rempel *et al* (2005) examinaron los efectos generados por las pequeñas represas sobre las poblaciones aledañas, con mejoras en la productividad agrícola, principal actividad de sustento de la región. De igual manera, evidenciaron ahorro en el tiempo de riego y la diversificación y aparición de nuevos cultivos.

Pauw *et al* (2008) estudiaron las consecuencias de las pequeñas represas del Sant River en Kenia, con grandes afectaciones negativas sobre el área cultivable, la producción agrícola y los ingresos de los agricultores. De otra parte, la investigación reveló que los ingresos de actividades no agrícolas aumentaron para las personas que tenían acceso al agua de la presa, en relación con los habitantes que no lo tenían.

Asimismo, Khlifi *et al* (2010) evidenciaron el impacto positivo generado por las pequeñas represas sobre la economía y el bienestar de las comunidades en la región de Jendouba, al noreste de Túnez. Entre los principales beneficios encontraron el aumento significativo de las áreas irrigadas, la ampliación de cultivo de cereales y forraje en asocio con hortalizas en estaciones de verano. De igual manera, aumentó el cultivo de árboles frutales y los granjeros cambiaron sus razas bovinas a ejemplares más especializados en producción lechera como consecuencia de la disposición de forrajes todo el año, lo que trajo como consecuencia el aumento significativo de los ingresos de los granjeros.

Strobl y Strobl (2011) realizaron un amplio estudio acerca de los impactos que han generado las grandes represas en el continente Africano. Utilizaron la clasificación de la FAO para las grandes represas como aquellas que tenían al menos 15 metros de altura y/o una capacidad de almacenamiento de mínimo tres millones de metros cúbicos de agua, contabilizando un total de 972 represas para su análisis. El estudio mostró que el propósito del 65% de las represas era el riego de cultivos, mientras que el 13 % y 38 % era el suministro de agua potable y la generación de energía eléctrica, respectivamente. Finalmente, concluyeron que las regiones que se vieron ampliamente beneficiadas con el aumento de la productividad de sus cultivos, se encuentran aguas abajo de las represas. Sin embargo, en la investigación no se

abordaron cuestiones importantes como el desplazamiento de la población, el impacto sobre la pesca, y la erosión sobre la cuenca del río, entre otras consecuencias negativas.

Mudzengi (2012) analizó los efectos de la construcción de la represa de Siya en Mazungunye, Zimbabue, y obtuvo como resultado que los agricultores lograron mejores producciones agrícolas, a pesar de las pobres y adversas condiciones ambientales. La actividad pesquera fue otra de las beneficiadas con la construcción del embalse, con el crecimiento de la pesca de captura por parte de los pobladores, lo que benefició la subsistencia de la población del área de influencia.

Alrajoula *et al* (2016) hallaron que la represa de Er Roseires, en Sudan, luego de 50 años de operación sobre el río Nilo Azul, generó serios impactos ambientales y sociales. Por un lado, ocasionó problemas ambientales reiterativos sobre los bajos niveles del río, especialmente en estación seca, al igual que el desplazamiento de cerca de 110.000 personas. Asimismo, el aumento de la humedad en la zona, incrementó los problemas respiratorios en sus habitantes. De otra parte, generó impactos positivos en la economía de las comunidades circunvecinas, con el incremento de la pesca y su comercialización, la agricultura y el turismo, además de proporcionar madera y frutas, especialmente de origen acuático.

## **AMÉRICA**

En Estados Unidos, la construcción de represas es un asunto del siglo veinte; no obstante, se calcula que existen alrededor de 75.000 represas entre pequeñas, medianas y grandes (Bohlen y Lewis, 2009). A pesar de los beneficios generados por dichos proyectos, son evidentes los impactos negativos ocasionados. En el Estado de Maine los proyectos hidroeléctricos han afectado ampliamente el río Maine, generando el deterioro del hábitat acuático y la supervivencia del amenazado Salmón del Atlántico (Lichter *et al*, 2006).

Douglas y Harpman (1995), utilizando el Modelo de Planeación y Análisis de Impactos (IMPLAN, por sus siglas en inglés), estimaron el valor de los ingresos generados por

las actividades recreativas y deportivas realizadas en la zona del embalse del Cañón Glen. A partir de los gastos de los turistas y los ingresos percibidos por la economía local, estimaron el número de empleos generados para la zona de estudio. Los ingresos percibidos en la zona por actividades turísticas fueron calculados en USD 11.66. 813 en 1985 y USD 14.167.847 en 1990 y, en consecuencia, el estimado de empleos para los dos periodos fue 316 y 307 puestos de trabajo, respectivamente.

Por su parte, Bohlen y Lewis (2009) realizaron un estudio con el fin de determinar las consecuencias que tenía la construcción de represas sobre el valor de la propiedad en el Estado de Maine, mediante un modelo estadístico de análisis de información, encontrando una correlación positiva entre los impactos negativos como deforestación, malos olores, deterioro de la calidad del agua, disminución de peces y la pérdida de valor de las propiedades en torno a los embalses.

Asimismo, Austin y Drye (2011) estudiaron los impactos de la represa del Cañón Glen sobre el río Colorado, al norte de Arizona. Al respecto se documentó cómo los gobiernos locales y nacionales sopesaron las alternativas al elegir entre los ingresos generados por el turismo y pesca recreativa, de un lado, y la seguridad alimentaria, del otro. El estudio evidencia los impactos sobre especies animales y vegetales nativas que se vieron abocadas a la extinción, al igual que sobre tribus de nativos que vieron alteradas sus fuentes de alimentos. Sin embargo, el estudio mostró los beneficios en la actividad turística para la región con ingresos de millones de dólares.

Por otra parte, Keilty, Beckley y Sherren (2016) revisaron los impactos originados por la represa de Mactaquac en Canadá antes y después de la construcción. En la etapa pre-construcción sobresalieron las percepciones negativas por la pérdida de tierras para la agricultura, reasentamiento de algunas personas y las enfermedades como consecuencia del estrés y las preocupaciones generadas. Posterior a la realización del proyecto, los pobladores identificaron consecuencias positivas en la comunidad, como la posibilidad de actividades náuticas, deportivas y turísticas, debido al atractivo de las costas y playas que aparecieron con el embalse.

En la región Centroamericana, específicamente en Honduras, Lehmann (2001) realizó un análisis del embalse Francisco Morazán, más conocido como El Cajón, construido



entre 1980 y 1985 por un consorcio compuesto principalmente por empresas europeas. El embalse fue construido sobre el río Comayagua, notable por su recurso pesquero en la región central del país, y generó consecuencias positivas y negativas sobre el área de influencia, especialmente minimizó las inundaciones ocasionadas por los recurrentes huracanes y tormentas tropicales que afectan a Centroamérica.

Según Loker (2003), antes de la construcción de la represa El Cajón su área de influencia tenía un total de 9241 hectáreas (Ha) de tierras con uso agrícola, pero con el llenado del embalse se inundaron aproximadamente 3577 Ha y las tierras agrícolas se redujeron a 5664 Ha; no obstante, en 1994 (aproximadamente 10 años después) se reportaron 8965 Ha, casi la misma área agrícola antes de la presa; es decir, se amplió la frontera agrícola, pero a costa de la pérdida de bosques. Se cambió la vocación productiva de la región debido a que los ganaderos, por su capacidad económica como consecuencia de las compensaciones recibidas, compraron gran parte de las tierras disponibles o ampliaron sus fincas en detrimento de las áreas boscosas, lo que generó problemas de acceso a la tierra para la agricultura. La reducción en las fuentes de recursos de subsistencia para la comunidad, hicieron de la migración hacia Estados Unidos una alternativa, donde al menos un 50 % de las familias que habitaban la zona, tenían un pariente en Norteamérica del cual recibían apoyo económico.

En Guatemala, Aguirre (2005) halló efectos negativos como la disminución de la actividad agrícola y pecuaria y la pérdida gradual de trabajos, a raíz de la construcción de la represa de Chixoy realizada entre 1976 y 1985. Además, según ODHA (1998) y CEH (1999), las múltiples afectaciones, el descontento de las comunidades y la negativa a abandonar las tierras para darle paso al embalse de Chixoy, trajo como consecuencia la masacre de Rio Negro (440 personas) ejecutada por el ejército guatemalteco sobre la población civil.

Aguilar-Støen y Hirsch (2015) examinaron cómo los estudios de impactos ambientales, a pesar de ser concebidos como instrumentos neutrales para evaluar los posibles impactos sociales y ambientales y ayudar a la toma de decisiones, se convirtieron meramente en un trámite burocrático, en el cual las proyecciones de los

impactos negativos tienden a ser subestimadas, incluso con la complicidad de las autoridades encargadas de revisar y avalar la expedición de los permisos y licencias.

En Suramérica, Goodwin *et al* (2006) prestaron especial atención a las consecuencias generadas por la presas con fines hidroeléctricos en Chile, donde reportaron pérdidas en la biodiversidad de los ríos, aparición de vegetación acuática, pérdida de conectividad longitudinal del río y alta mortalidad de organismos acuáticos. De otra parte, se encontraron fenómenos como la disminución de especies nativas y la proliferación de especies exóticas, disminución de la calidad de las aguas abajo de la presa, pérdida de corredores de migración, incluso con el cambio de sus los patrones de migración del salmón del Pacífico y otros salmónidos.

Magalhães, Martin y Castro (2009) analizaron con posterioridad el estudio de impacto ambiental, para determinar sus fallas y la situación social, económica y cultural de la zona afectada por la construcción de la represa de Belo Monte en Brasil. Entre las deficiencias de dicho estudio, se cuentan la subestimación de la población rural residente y distorsión de los datos de la caracterización elemental de la población. No se tuvo en cuenta en la proyección poblacional los flujos migratorios normales en la región de Xingu y Altamira, limitándose sólo al impacto migratorio del proyecto. Igualmente se critican las falencias en la estimación de los flujos de producción y de comercio específicos de los sistemas agroforestales que tradicionalmente apoyan el mercado interno y los intercambios con el mercado exterior. En síntesis, los investigadores consideraron que en el estudio de impacto ambiental se realizaron cálculos superfluos sobre la dinámica económica de la región.

Flores-Vichi (2012) evaluó los impactos económicos derivados de la construcción de la represa El Abrevadero con fines de irrigación, ubicada en el municipio de Jantetelco en el Estado de Morelos, México. El sistema de riego permitió que la producción y los ingresos de varios cultivos aumentaran. Así por ejemplo, los ingresos económicos del sorgo tuvieron un incremento del 40 %, mientras los del arroz y la cebolla el 30 %. No obstante, se considera que los volúmenes de agua utilizados son exorbitantes en comparación con los rendimientos e ingresos obtenidos, debido en gran medida a la poca racionalidad en el uso del recurso hídrico como consecuencia de su bajo costo.

Tagliaferro *et al* (2013) analizaron las posibles afectaciones de los proyectos de construcción de dos represas hidroeléctricas sobre el río Santa Cruz en Argentina y cinco sobre los ríos Baker y Pascua en Chile, ubicados en La Patagonia. Se destaca la pérdida de una rica variedad de macroinvertebrados, calculando que se perderá un poco más del 50% de los ecosistemas lóticos de los ríos mencionados.

Fearnside (2014) pone de manifiesto los problemas ocasionados y las lecciones que deja la construcción de las represas de San Antonio y Jirau sobre el río Madeira en la Amazonía brasilera, en la frontera con Bolivia y Perú. La pérdida del recurso pesquero es uno de los mayores impactos sobre la comunidad, especialmente el gran pez gato migratorio del grupo conocido como con el nombre de los “grandes bagres”, y sus cinco especies de interés comercial. Antes de la represa estas especies subían a la cabecera de los tributarios del Madeira a reproducirse. Aunque el estudio de impacto ambiental propone una infraestructura de transposición de peces, que científicamente no fue probada, esta sirve para que los peces adultos suban a desovar pero no funciona para que las larvas desciendan a alimentarse a la parte baja del río, por lo cual la presencia de peces a lo largo del Madeira y sus tributarios se ha visto disminuida drásticamente. De otra parte, las actividades de reemplazo para proporcionar empleo, tales como la construcción de una playa artificial y un centro de turismo en las antiguas cataratas de Teotonio, parecen ser insuficientes para suministrar un medio de subsistencia viable a la población, debido a las condiciones insalubres del agua de las represas.

Respecto de las mismas represas del río Madeira, Ortiz *et al* (2007) expresan que los autores del estudio de impacto ambiental estimaron un total de 2.849 personas directamente afectadas (1.762 en Santo Antonio y 1.087 en Jirau), cuando en realidad solamente los pescadores miembros de cooperativas fueron 2.400 aproximadamente.

Aledo, García-Andreu y Pinese (2015) presentaron los resultados de evaluaciones *ex-post* para las represas de Porto Primavera y Rosana, en la parte alta del río Paraná en Brasil, sobre la población de Porto Rico. Se experimentó un cambio de vocación productiva y la comunidad pasó de tener turismo de pesca, a turismo de playa y sol. En efecto, se trasladó del sector primario al sector terciario a la economía; sin embargo, los efectos negativos sobre el flujo del río y la vida silvestre fueron notables.

Se destacan la alta mortalidad de peces como consecuencia de la contaminación que generó el turismo, las descargas de aguas servidas sobre el embalse, los bajos niveles de agua y los contaminantes utilizados para la limpieza de las turbinas. A pesar de que se identificó la aparición de malezas acuáticas, estas alentaron la supervivencia de los peces pero obstaculizaron la navegación de embarcaciones pesqueras.

En la misma línea, Fearnside (2015) realizó otro análisis de los impactos generados por la represa de Itaipú sobre la Amazonía brasileña. Entre los aspectos que encontró están las consecuencias sobre las poblaciones ubicadas aguas abajo de la presa, debido a que se desvió un tramo de aproximadamente 100 kilómetros, dejándolo totalmente seco, históricamente utilizado para el riego y la pesca. Las migraciones de peces, aguas abajo y aguas arriba, se vieron interrumpidas por el embalse, poniendo en riesgo la autosuficiencia de la región, que en gran medida soportaba su economía en la pesca.

## **EUROPA**

Batalla, Gómez y Kondolf (2004) analizaron los niveles de los caudales de la cuenca del río Ebro (España) y encontraron que las 187 represas que lo regulaban afectaron drásticamente su promedio anual, a pesar de que se disminuyó de manera significativa la frecuencia de las inundaciones aguas abajo.

De acuerdo con Bettencourt y Grade (2009). El proyecto multipropósito de Alqueva, terminado en 2002, está ubicado sobre el río Guadiana entre Portugal y España. Con 120.00 Ha para riego y una capacidad instalada de 380 MW, constituye la represa más grande de Europa Occidental con más de 25.000 hectáreas y un distrito de riego con alcance para alrededor de 120.000 hectáreas. Santos *et al* (2007) realizaron un estudio comparativo *ex-ante* y *ex-post* de los impactos generados por la represa de Alqueva sobre los animales carnívoros amenazados en la zona de influencia, quienes reconocen que a pesar de los beneficios proporcionados por el sistema de riego, existen serias afectaciones negativas sobre especies animales como la nutria, el lince ibérico, el gato silvestre y la mofeta; no obstante, se están desarrollando programas

de conservación y repoblamiento de las especies amenazadas. Por su parte, Dias-Sardinha y Ross (2015) estudiaron el impacto de la misma represa sobre la industria del turismo y demostraron que, en contra de las expectativas iniciales, esta industria en gran medida subdesarrollada, en parte debido a la falta de inversión y una inadecuada planificación.

Loizeau, Jüstrich y Wildi (2010) tuvieron en cuenta los impactos generados por 160 grandes represas de Suiza, entre las que se encuentran las de Mauvoisin, Wettingen y Grande Dixence, tres de las más importantes del mencionado país. Hicieron énfasis en los cambios de la frecuencia y reducción de la descarga hídrica anual aguas abajo, reducción en la carga de sedimentos y nutrientes, así como la reducción del número y la magnitud de las inundaciones.

Carracedo-Martín y García-Codron (2011) estudiaron los impactos de las cuatro represas con fines de generación eléctrica que se localizan a lo largo de 40 kilómetros del río Nansa en Cantabria, España. Tales represas afectaron gravemente los ciclos de vida de los animales que se movían entre el río y el mar, especialmente de peces como el salmón, la trucha, la anguila y la lamprea. Las tres primeras fuertemente explotadas durante la primera década del siglo XX y para 2011 casi extintas. También se afectaron fuertemente por el efecto barrera de las represas los mamíferos acuáticos como las nutrias y el desmán ibérico que se encuentran en algunos de los sectores más altos de la cuenca del río. Además, el río Nansa se convirtió en un pequeño arroyo, con el agravante que se detectaron cambios significativos en los parámetros de pH, temperatura, oxígeno disuelto, sólidos en suspensión y la carga de nutrientes atribuibles al efecto de las presas y/o la disminución del caudal de descarga y la pérdida de capacidad de auto-purificación.

## **OCEANÍA**

En Australia, Walker (2008) examinó los posibles impactos originados por la represa Traveston Crossing sobre el río Mary, un ecosistema altamente sensible debido a las especies “icónicas” para el país como la tortuga, el bacalao y el pescado pulmonado

australiano. Se hizo un análisis ex – post con base en el estudio de impacto ambiental presentado por la autoridad ambiental australiana, y se estima una gran probabilidad del aumento de la temperatura del agua y del enriquecimiento con nutrientes que generará la aparición de significativa de algas y hiervas acuáticas, con altos niveles de eutrofización, afectando la calidad del recurso hídrico, con implicaciones sobre la flora y la fauna tanto del embalse como del río. En consecuencia, es probable que se presenten agua con bajos niveles de oxígeno, metales pesados y compuestos sulfurosos, que potencialmente impedirán el desarrollo de los peces y otros animales, además del riesgo de utilizar el agua para consumo humano.

Al nivel general, con el análisis de varios embalses ubicados América y otros continentes, Ledec y Quintero (2003) realizaron un estudio para el World Bank y encontraron que los proyectos hidroeléctricos generan una serie de impactos sobre su entorno. Entre los más relevantes se cuentan: inundación de hábitat naturales, pérdida de vida silvestre, desplazamiento obligado de personas, deterioro de la calidad del agua, cambios hidrológicos del río aguas abajo, aparición de enfermedades relacionadas con el agua, cambios en las formas de vida animal acuática aparición de maleza acuática, pérdida de patrimonios culturales e inmateriales, generación de gases de efecto invernadero y sedimentación de los embalses.

Ledec y Quintero (2003) atribuyen la mayoría de tales impactos a la equivocada selección del sitio del embalse. Para esto, los autores utilizan como ejemplos los casos de embalses pequeños o medianos que tienen una gran capacidad para generar energía eléctrica y que, a su vez, ocasionaron muy poco desplazamiento físico de personas. Dichos embalses generalmente se encuentran ubicados en las zonas altas de los ríos, con poca presencia de asentamientos humanos pero con un buen número de hábitat silvestres. Técnicamente los embalses son más pequeños en extensión pero compensan con profundidad, dándoles más poder de generación de energía.

Otros autores consideran que las grandes tensiones que genera la construcción de grandes proyectos de infraestructura, especialmente las represas, radica en que generalmente no se presta atención a los impactos locales, en especial, los negativos

que afectan el entorno y las comunidades (Magee, 2006; Pearse-Smith, 2014; Duflo y Pande, 2007; Ansar *et al*, 2014; Sovacool *et al*, 2014).

En el mismo sentido, Fearnside (2014) afirma que muchos de los impactos recaen sobre las poblaciones locales que viven a lo largo de los ríos que son o serán represados, mientras que los beneficios se acumulan en ciudades distantes, incluso ubicadas en otros países. Además, la World Commission on Dams (2000) considera que entre los impactos más significativos sobresale el desplazamiento de comunidades y que la construcción de represas ha generado el desplazamiento físico de 40 a 80 millones de personas aproximadamente, con las consecuencias adversas que ocasionan los respectivos procesos de reasentamiento.

### **3. CONCLUSIONES**

Las represas generan consecuencias favorables y adversas; sin embargo, en los estudios ex – ante y ex – post se resaltan, en especial, los impactos negativos. Los estudios ex – ante son más frecuentes y se realizan para tramitar la licencia ambiental de los proyectos, mientras los ex – post son escasos, su interés es más reciente y se realizan con el propósito de hacer seguimiento a los impactos, detectar cuáles de éstos son subestimados o sobreestimados y conocer nuevos impactos. Así, se puede reorientar mejor las medidas del plan de manejo ambiental del proyecto, el reordenamiento territorial o el desarrollo socioeconómico de la respectiva área de influencia. Por ende, es conveniente reflexionar sobre la obligatoriedad de los estudios de impacto ambiental después de la construcción de las represas.

En ambos tipos de estudios predomina el interés por los impactos ecológicos y socioeconómicos, negativos, pero llama la atención la reducida cantidad de investigaciones realizadas acerca de los impactos culturales y etnográficos sobre las poblaciones afectadas. Entre las principales consecuencias desfavorables reconocidas en dichos estudios realizados alrededor del mundo se cuentan el



desplazamiento físico de personas, los procesos de reasentamiento, la pérdida de fuentes de empleo y del sustento económico; la interrupción de los corredores migratorios de especies animales, principalmente acuáticas; la pérdida de hábitat y la extinción de especies animales y vegetales. Esta tendencia quizá se deba a que la legislación de licencias ambientales tiende a enfatizar más los impactos desfavorables; sin embargo, es recomendable otorgar también protagonismo a los impactos positivos debido a que esto facilitaría planificar mejor el desarrollo local o regional aprovechando las nuevas oportunidades asociadas a la construcción y operación de las represas.

Es decir, los principales impactos que se presentan con ocasión de las represas, positivos y negativos, son comunes en la gran mayoría de las regiones alrededor del mundo. No obstante, su valoración varía quizá de acuerdo con las particularidades de cada país, lo que parece explicarse por variables económicas, jurídicas, culturales y sociales, la sensibilidad y la resistencia social, así como la ética profesional de consultores y funcionarios, el número de habitantes y el tipo de ecosistema afectados.

En la mayoría de los estudios examinados, en los que se exponen consecuencias negativas como las mencionadas, los principales afectados son las comunidades de bajos recursos, incluidos asentamientos indígenas, dedicados a actividades económicas con nulo o escaso uso de tecnología y capital. Generalmente son personas dedicadas a oficios artesanales y de baja cualificación como pescadores, leñadores, agricultores de subsistencia, cazadores o jornaleros, entre otros, que difícilmente pueden ser insertados en nuevos modelos de sustento económico, a pesar de las compensaciones, debido a que no poseen conocimientos ni habilidades para desempeñarse en nuevos oficios o trabajos

Por su parte, quienes se dedican a actividades económicas, con ciertos requerimientos de capital y uso de tecnologías han desarrollado relativos conocimientos y destrezas que les permiten adaptarse más fácilmente a los nuevos retos que les plantea la construcción de las represas, tal como sucede con los medianos y grandes ganaderos, comerciantes, pequeñas empresas agroindustriales o turísticas, terratenientes, medianos y grandes agricultores.



Sin embargo, existe un reducido número de investigaciones donde los beneficios de las represas se hacen evidentes. Por ejemplo, en África los estudios se han enfocado en destacar los beneficios económicos experimentados por las poblaciones aledañas que gozan de un sistema de riego para sus cultivos con el agua suministrada desde los embalses construidos, con ventajas como el aumento significativo, tanto de las áreas cultivadas como de la producción agrícola, los rendimientos de cultivos por unidad de superficie, la frecuencia de cosechas y la diversificación agrícola.

En concordancia con lo anterior, es apropiado expresar que aunque los proyectos hidráulicos generen importantes beneficios económicos para los propietarios de los mismos o el desarrollo del país, las comunidades del área de influencia inmediata tienden a ver con buenos ojos aquellos que mejoren sus ingresos y el empleo, sin ser desplazados ni despojados de sus tierras o viviendas. Esto se logra con las represas para irrigación, los proyectos multipropósitos que incluyen adecuación de tierras con fines agrícolas o las represas con objetivos diferentes a la generación hidroeléctrica. A manera de hipótesis, podría expresarse que los habitantes y actores comunitarios o institucionales del área de influencia del proyecto tienden a tolerar impactos ecológicos adversos cuando se generan impactos favorables significativos de interés socioeconómico en dicha área, además de las compensaciones.

Por último, existen algunos estudios de impacto ambiental de represas o investigaciones equivalentes, de finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI, que no han sido publicados en revista de alta calidad, pero son muy valiosos para efectuar análisis comparativos a través del tiempo. Por ende, en caso de realizarse investigaciones con fines históricos acerca de una represa en particular podría ser necesario consultar bibliotecas de instituciones que representan la autoridad ambiental del país o de universidades que tienen programas académicos relacionados con el aprovechamiento de recursos hidráulicos, generación de hidroelectricidad o adecuación de tierras con fines agrícolas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afshari, M. & Ebrahimi, M.S. (2013). The Economic, Social and Ecological of Hana Dam from the Perspective of Operators, the Second National Conference Planning Protection and Environmental Biology, Hamadan, Iran.
- Aguilar-Støen, M. & Hirsch, C. (2015). Environmental Impact Assessments, local power and self-determination: The case of mining and hydropower development in Guatemala. *The Extractive Industries and Society*, vol. 2, p. 472–479.
- Aguirre, I. (2005). Social Investigation of the Communities Affected by the Chixoy Dam, Investigation Social de Comunidades Afectadas por la Represa Chixoy, Guatemala.
- Ahmed, A.A. & Fogg, G.E. (2014). The impact of groundwater and agricultural expansion on the archaeological sites at Luxor, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, vol. 95, p. 93 - 104.
- Aledo, A., García-Andreu, H. & Pinese, J. (2015). Using causal maps to support ex-post assessment of social impacts of dams. *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 55, p. 84–97.
- Alrajoula, M.T., Al Zayed, I.S., Elagib, N.A. y Hamdi, M.R. (2016). Hydrological, socio-economic and reservoir alterations of Er Roseires Dam in Sudan. *Science of the Total Environment*, vol. 566, p. 938–948.
- Alzate, P.A., Brunal, B.S. & Días, M. (1987). Impactos sociales del proyecto hidroeléctrico de Urrá. Fundación del Caribe Centro Investigación Social. 170 p.
- Ansar, A., Flyvbjerg, B., Budzier, A. & Lunn, D. (2014). Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. *Energy Policy* 69, 43–56.
- Austin, D. & Drye, B. (2011). The water that cannot be stopped: Southern Paiute perspectives on the Colorado River and the operations of Glen Canyon Dam. *Policy and Society*, vol. 30, p. 285–300.
- Batalla, R.J., Gómez, C.M. & Kondolf, G.M. (2004). Reservoir-induced hydrological changes in the Ebro River basin (NE Spain). *Journal of Hydrology*, vol. 290, p. 117–136.
- Bettencourt, P. & Grade, M. (2009). Environmental Impact Assessment of a Mega Project in Portugal and Spain – the Alqueva Project. 29th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment, Accra International Conference Center, Accra, Ghana.
- Bhatia, R., Cestti, R., Scatasta, M. & Malik, R.P.S. (2008). Indirect economic impacts of dams: case studies from India, Egypt, and Brazil. Washington, DC. World Bank.
- Bi, Y.H., Zhu, K.X., Hu, Z.Y., Zhang, L., Yu, B.S. & Zhang, Q. (2010). The effects of the three Gorges Dam's (TGD's) experimental impoundment on the phytoplankton community in the Xiangxi River, China. *International Journal of Environmental Studies*, vol. 67 (1), p. 207–221.
- Bohlen, C. & Lewis, L.Y. (2009). Examining the economic impacts of hydropower dams on property values using GIS. *Journal of Environmental Management*, vol. 90, p. S258–S269.
- Carracedo-Martín, V. & García-Codron, J.C. (2011). Biogeographical effects of hydroelectric infrastructures in the river Nansa (Cantabria- Spain). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, Nº 57, p. 471-478.

Comisión para el Esclarecimiento Histórico –CEH. (1999). Guatemala: Memoria del Silencio. C. p. e. E. H. (CEH), Guatemala.

Corte Interamericana de Derechos Humanos – CIDH. (2012). Caso Masacres de Río Negro Vs. Guatemala. Sentencia de 4 de Septiembre de 2012. (Excepción Preliminar, Fondo, Reparaciones y Costas).

Douglas, A.J. & Harpman, D.A. (1995). Estimating Recreation Employment Effects with IMPLAN for the Glen Canyon Dam Region. *Journal of Environmental Management*, vol. 44, p. 233–247.

Dias-Sardinha, I. & Ross, D. (2015). Perceived impact of the Alqueva dam on regional tourism development. *Tourism planning & development*, vol. 12, p. 362-375.

Duan, X.B., Liu, S.P., Huang, M.G., Qiu, S.L., Li, Z.H., Ke, W. & Chen, D.Q. (2009). Changes in abundance of larvae of the four domestic Chinese carps in the middle reach of the Yangtze River, China, before and after closing of the Three Gorges Dam. *Environmental Biology of Fishes*, vol. 86 (1), p. 13–22.

Ahmed, A.A. & Fogg, G.E. (2014). The impact of groundwater and agricultural expansion on the archaeological sites at Luxor, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, vol. 95, p. 93–104.

Duflo, E. & Pande, R. (2007). Dams. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 122, p. 601–646.

Fearnside, P.M. (2014). Impacts of Brazil's Madeira River Dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Science and Policy*, vol. 38, p. 164-172.

Fearnside, P.M. (2015). Environmental and Social Impacts of Hydroelectric Dams in Brazilian Amazonia: Implications for the Aluminum Industry. *World Development*, vol. 77, p. 48–65.

Flores-Vichi, F. (2012). Los impactos económicos derivados de la interrupción del caudal por una presa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 41, p. 851-857.

Fu, B.J., Wu, B.F., Lü, Y.H., Xu, Z.H., Cao, J.H., Niu, D., Yang, G.S. & Zhou, Y.M. (2010). Three Gorges Project: Efforts and Challenges for the Environment. *Progress in Physical Geography*, vol. 34 (6), p. 741-754.

Gao, X., Zeng, Y., Wang, J.W. & Liu, H.Z. (2010). Immediate impacts of the second impoundment on fish communities in the Three Gorges. *Environmental Biology of Fishes*, vol. 87 (2), p. 163–173.

Goodwin, P., Jorde, K., Meier, C. & Parra, O. (2006). Minimizing environmental impacts of hydropower development: transferring lessons from past projects to a proposed strategy for Chile. *Journal of Hydroinformatics*, vol. 8 (4), p. 253-270.

Gleick, P. H. (2009). Three Gorges Dam Project, Yangtze River, China. In *The world's water 2008–2009: the biennial report on freshwater resources* (p. 139-150). Island Press Washington DC.

Guo, X. Z., Huang, X. B., & Xu, K. X. (2007). Prevention and treatment of landslide and collapse geological hazards in Three Gorges Reservoir Area. *China Water Power Press: Beijing* [in Chinese].

Heidari, S. (2012). Evaluation of Social Consequences of Taleghan Dam on the Village and the Surrounding Meadows. Master's thesis. Tehran University.

International Rivers (2013). Hydropower Dams in Cambodia. Available online: (<http://www.internationalrivers.org/campaigns/cambodia>).

Keilty, K., Beckley, T.M. & Sherren, K. (2016). Baselines of acceptability and generational change on the Mactaquac hydroelectric dam head pond (New Brunswick, Canada). *Geoforum*, vol 75, p. 234–248.

Khelifi, S., Ameer, M., Mtimet, N., Ghazouani, N. & Belhadj, N. (2010). Impacts of small hill dams on agricultural development of hilly land in the Jendouba region of northwestern Tunisia. *Agricultural Water Management*, vol. 97, p. 50–56.

Khoshraftar-Moghadam, H. (2009). Economic Effects of Ghochan Tabarak Dam on Villages Around the Dam. Master's thesis. Tehran University.

Ledec, G. & Quintero, J.D. (2003). Good dams and bad dams: environmental criteria for site selection of hydroelectric projects. Latin America and Caribbean Regional Sustainable Development Working Paper 16, The World Bank, Washington, D.C., USA.

Lehmann, C. (2001). Of Dams and Hurricanes: Lessons and Recommendations from El Cajon. *Mountain Research and Development*, vol. 21(1), p.10-13.

Lichter, J., Caron, H., Pasakarnis, T.S., Rodgers, S.L., Squires Jr., T.S. & Todd, C.S. (2006). The ecological collapse and partial recovery of a freshwater tidal ecosystem. *Northeastern Naturalist*, vol. 13 (2), p. 153–178.

Loker, W.M. (2003). Dam Impacts in a Time of Globalization: Using Multiple Methods to Document Social and Environmental Change in Rural Honduras. *Current Anthropology*, vol. 44 (supplement), p. 112-121.

Loizeau, J.L., Jüstrich, S. & Wildi, W. (2010). Swiss examples of the impacts of dams on natural environments and management strategies for sediment control. *NEAR Curriculum in Natural Environmental Science, Terre et Environnement*, vol. 88, p. 199–204.

Lu, J.Y., Huang, Y. & Wang, J. (2011). The analysis on reservoir sediment deposition and downstream river channel scouring after impoundment and operation of TGP. *Engineering Sciences*, vol. 9 (3), p. 113–120.

Magalhães, S., Marin, R.A. & Castro, E. (2009) Análise de situações e dados sociais, econômicos e culturais. En: Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte. 230 p.

Magee, D. (2006). New energy geographies: power shed politics and hydropower decision making in Yunnan, China, Ph.D. dissertation, University of Washington, Seattle.

Miao, C., Borthwick, A.G.L., Liu, H. & Liu, J. (2015). China's Policy on Dams at the Crossroads: Removal or Further Construction?. *Water*, vol. 7, p. 2349-2357.

Mudzengi, B.K. (2012). An assessment of the socio-economic impacts of the construction of Siya dam in the Mazungunye area: Bikita district of Zimbabwe. *J. Sustain. Dev. Afr.*, vol. 14 (4), p. 509-520.

ODHA (1998). Guatemala Nunca más. Informe del Proyecto Recuperación de la Memoria Histórica (REMHI). Volumen III. El entorno histórico. O. d. D. H. d. A. d. Guatemala, Guatemala.

Ortiz, L., Switkes, G., Ferreira, I., Verdum, R. & Pimentel, G. (2007). O Maior Tributário do Rio Amazonas Ameaçado: Hidrelétricas no Rio Madeira. Amigos da Terra-Brasil; Ecologia e Acao (Ecoa), Sao Paulo, SP, Brazil 20.

Pauw, W.P., Mutiso, S., Mutiso, G., Manzi, H.K., Lasage, R. & Aerts, J.C. (2008). An Assessment of the Social and Economic Effects of the Kitui Sand Dams. *Sasol & Institute for Environmental Studies*.

- Pearse-Smith, S.W.D. (2014). The return of large dams to the development agenda: apost-development critique. *Consilience: Journal Sustainable Development*, vol.11 (1), p.123–131.
- Rahmati, A.R. & Nazarian, A. (2010). Economic-social and environmental impacts of settlements subject to displacement due to dam construction (case study Gotvand upper Karun river). *Environmental Study*, vol. 1 (2), p. 66-53.
- Rempel, H., Nyaga, C. H., Manzi, H. K., & Gaff, P. (2005). Water in the Sand: an evaluation of SASOL's Kitui Sand Dams project. *SASOL, Kitui, Kenya*.
- Richter, B., & Thomas, G. (2007). Restoring environmental flows by modifying dam operations. *Ecology and society*, vol. 12(1).
- Rosenberg, D.M., McCully, P. & Pringle, C.M. (2000). Global-scale environmental effects of hydrological alterations: introduction. *Bioscience*, vol. 50, p. 746-751.
- Saedi, S. (2012). Economic Consequences of Taleghan Dam Construction from the Perspective of Natural Resources. Master's thesis. Tehran University.
- Santos, M.J., Pedroso, N.M., Ferreira, J.P., Matos, H.M., Sales-Luís, T., Pereira, I., Baltazar, C., Grilo, C., Cândido, A.T., Sousa, I. & Santos-Reis, M. (2007). Assessing dam implementation impact on threatened carnivores: the case of Alqueva in SE Portugal. *Environmental monitoring and assessment*, vol. 142(1), p. 47-64.
- Siciliano, G., Urban, F., Kim, S. & Lonn, P.D. (2015). Hydropower, social priorities and the rural–urban development divide: The case of large dams in Cambodia. *Energy Policy*, vol. 86, p. 273–285.
- Sternberg, R. (2006). Damming the river: a changing perspective on altering nature. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, vol. 10, p. 165–197.
- Stone, R. (2008). Three Gorges Dam: into the unknown. *Science*, vol. 321, p. 628–632.
- Stone, R. (2011). The Legacy of the Three Gorges Dam. *Science*, vol. 333 (6044), p. 817-817.
- Shabanzadeh-Khoshrody, M., Azadi, H., Khajooeipour, A. & Nabavi-Pelesaraei, A. (2016). Analytical investigation of the effects of dam construction on the productivity and efficiency of farmers. *Journal of Cleaner Production*, vol. 135, p. 549-557
- Sovacool, B.K., Mukherjee, I., Drupady, I.M. & D'Agostino, A.L. (2011). Evaluating energy security performance from 1990 to 2010 foreign teen countries. *Energy*, vol 10, p. 5846–5853.
- Strobl, E. & Strobl, R.O. (2011). The distributional impact of large dams: Evidence from cropland productivity in Africa. *Journal of Development Economics*, vol. 96, p. 432–450.
- Tagliaferro, M., Miserendino, M.L., Liberoff, A., Quiroga, A. & Pascual, M. (2013). Dams in the last large free-flowing rivers of Patagonia, the Santa Cruz River, environmental features, and macroinvertebrate community. *Limnologica*, vol. 43, p. 500–509.
- Tan, Y. (2008). *Resettlement in the Three Gorges Project: An Asian Perspective* (Vol. 1). Hong Kong University Press.
- Tilt, B., Braun, Y. & He, D. (2009). Social impacts of large dam projects: A comparison of international case studies and implications for best practice. *Journal of Environmental Management*, vol. 90, p. S249–S257.

- Tullos, D. (2009). Assessing the influence of environmental impact assessments on science and policy: an analysis of the Three Gorges Project. *Journal of Environmental Management*, vol. 90, p. 208–223.
- Urban, F. & Siciliano, G. (2014). China Dams the World: The Governance of Environmental and Social Impacts of Chinese Overseas Dams. Paper presented at the Green Asia Conference, May14–15, Copenhagen.
- Walker, K. F. (2008). Environmental impact statement for Traveston Crossing Dam (Mary River, Queensland): a review with regard for species of concern under the EPBC Act 1999. *Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, Canberra*.
- Wang, F.W., Zhang, Y.M., Huo, Z.T., Matsumoto, T. & Huang, B.L.(2004). The July 14, 2003. Qianjiangping landslide, Three Gorges Reservoir, China. *Landslides*, vol. 1 (2), p. 157–162.
- World Bank (2009). Directions in Hydropower: Scaling up for Development. World Bank, Washington, DC, Water Working Notes.
- World Bank (2013). Toward a sustainable energy future for all: directions for the World Bank Group's energy sector. World Bank, Washington DC.
- World Commission on Dams. (2000). *Dams and Development: A New Framework for Decision-making: the Report of the World Commission on Dams*. Earthscan.
- Wu, J.G., Huang, J.H., Han, X.G., Xie, Z.Q. & Gao, X.M. (2003). Three-Gorges Dam—experiment in habitat fragmentation? *Science*, vol. 300, p. 1239–1240.
- Xu, X.B., Tan, Y., Yang, G.S. & Li, H.P. (2011). Three Gorges Project: effects of resettlement on nitrogen balance of the agroecosystems in the reservoir area. *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 54, p. 517–537.
- Xu, X.B., Tan, Y. & Yang, G.S. (2013). Environmental impact assessments of the Three Gorges Project in China: Issues and interventions. *Earth-Science Reviews* 124, 115–125.
- Yang, Z., Wang, H. & Saito, Y. (2006). Dam impacts on the Changjiang (Yangtze) River sediment discharge to the sea: the past 55 years and after the Three Gorges Dam. *Water Resources Research*, vol. 42 (4), p. W04407.1–W04407.10.
- Yang, G.S., Wen, L.D. & Li, L.F. (2007). Yangtze Conservation and Development Report. – Changjiang Press, Wuhan, China.