

**Plan de Adaptación, Ordenamiento y
Manejo integral de las cuencas de los
ríos Grijalva y Usumacinta (PAOM)**

Diagnóstico integrado con identificación de áreas prioritarias

*Programa de adaptación a las
consecuencias de cambio climático en la
provisión de servicios de las cuencas*

Resumen Ejecutivo



Banco Interamericano de Desarrollo

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Banco Interamericano de Desarrollo

PAOM: Diagnóstico integrado con identificación de áreas prioritarias. Resumen Ejecutivo.

p. cm. – (Catálogo/Folleto del BID; 128)

No incluye referencias bibliográficas.

1. Climatic changes—Mexico. 2. Environmental economics—Mexico.

I. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Cambio Climático y Sostenibilidad. II. Título.

IDB-BR-128

Palabras clave: Cambio Climático, Modelos Climáticos , Mexico

Clasificación JEL: Q54, O54.

<http://www.iadb.org>

Las opiniones expresadas en esta publicación son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Se prohíbe el uso comercial no autorizado de los documentos del Banco, y tal podría castigarse de conformidad con las políticas del Banco y/o las legislaciones aplicables.

Copyright ©2014 Banco Interamericano de Desarrollo. Todos los derechos reservados; este documento puede reproducirse libremente para fines no comerciales.



*Elaborado por: Abt Associates Inc.
4550 Montgomery Avenue Suite 800 North / Bethesda, MD 2081*

Foto de portada: Jan Harenburg

Introducción

La cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta es considerada como una región de alta vulnerabilidad y altos riesgos climáticos. La cuenca tiene una extensión de 13.2 millones de hectáreas y se ubica en la frontera colindante de México y Guatemala. En territorio mexicano, esencialmente se encuentra en los estados de Chiapas y Tabasco. En su unión, localizada a un poco más de 25 km de su desembocadura en el Golfo de México, se forma el delta Grijalva-Usumacinta, considerado como uno de los deltas más vulnerables ante el posible aumento del nivel del mar, consecuencia del cambio climático (INE-SEMARNAT, 2006). Dicha región es afectada con frecuencia por huracanes que provienen tanto del océano Atlántico como del Pacífico, generando precipitaciones torrenciales y riesgos por inundaciones, así como deslaves que provocan importantes impactos socioeconómicos (INE-SEMARNAT, 2006; INECC-GGGI, 2013).

La cuenca es una región que concentra recursos con un potencial significativo para contribuir al desarrollo sustentable de México. Se trata de un gran sistema hidrológico constituido por el río Usumacinta (el más caudaloso de México) y el río Grijalva (INE, 2000). Debido a sus altos índices de biodiversidad, a la gran cantidad de servicios ambientales que ofrece, a sus importantes recursos hídricos y su gran diversidad cultural, entre otros factores, la región es considerada una zona estratégica. Además, este sitio proporciona importantes recursos energéticos. En el río Grijalva se genera más del 40% de la energía hidroeléctrica nacional, mientras que en la parte baja del Grijalva-Usumacinta, en Tabasco, se genera el 17% de la producción petrolera de México y el 22% de la producción de gas natural del país (PEMEX, 2013).

Sin embargo, la región enfrenta retos significativos. Más del 66% de los 116 municipios que se encuentran dentro de la cuenca presentan un grado de marginación alto o muy alto (CONAPO, 2010). La región tiene una población de más de 6 millones de personas, de la cual, más del 31% vive en pobreza extrema y 32 % sufre pobreza alimentaria (CONEVAL, 2010). Además, la ubicación de los municipios con mayor marginación coincide de manera importante con las áreas de más alta presencia indígena de la región. Los retos de desarrollo de la zona podrían incrementarse como consecuencia del cambio climático.

Los posibles impactos y vulnerabilidad de la cuenca incluyen:

Seguridad alimentaria. La disminución de las precipitaciones y el aumento de la temperatura derivados del cambio climático resultarían en una pérdida de la productividad para el maíz de hasta el 11.41% y para el café de hasta 28.55%, afectando a más de 45 mil familias que viven del autoconsumo y en condiciones de marginación.

Aumento en el nivel del mar. Se prevé una pérdida de entre el 5 y el 8% del territorio de Tabasco por este fenómeno, el cual tendría un costo anual estimado en 1,500 millones de pesos al año por pérdida

de servicios ambientales, recursos naturales productivos y ecosistemas en la zona costera (Vázquez, *et al.*, 2010; Tapia, 2010).

Eventos climáticos extremos. Durante el periodo del 2000-2010, los fenómenos hidrometeorológicos extremos causaron más de 6,500 millones de pesos al año por daños en el sector agropecuario y en la infraestructura civil (sin incluir daños en infraestructura petrolera, carreteras y caminos). La inundación que sufrió Tabasco en el 2007 afectó al 75% de su población y tuvo un costo equivalente al 29.31% del PIB estatal.

Afectaciones en el sistema hidrológico. Las precipitaciones podrían reducirse en la región hasta en un 5% y los escurrimientos, hasta en 10%. Ello resultaría en una pérdida en la generación de energía hidroeléctrica. Los escenarios de cambio climático muestran una tendencia hacia un aumento en la probabilidad de eventos extremos de lluvias, aunque no hay certidumbre sobre los cambios futuros en la frecuencia e intensidad de los huracanes.

Reconociendo los retos y la importancia de las cuencas de los ríos Grijalva y Usumacinta, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) acordó con el Gobierno de México contribuir con la preparación del diseño del Plan de Adaptación, Ordenamiento y Manejo Integral (PAOM) de dichas cuencas, cuyo objetivo es incorporar una clara visión de adaptación al cambio climático y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes. Este Volúmen I presenta un *Diagnóstico Integrado con Identificación de Áreas Prioritarias*, en el que se presenta el análisis sobre la problemática del cambio climático para la cuenca y se identifican las áreas geográficas de atención prioritaria. Esto permitió establecer las bases técnicas para la identificación y análisis de opciones de intervención para enfrentar los principales riesgos e impactos del cambio climático en la cuenca. Éstas opciones son presentadas en el volumen 2 de este estudio.

Objetivos, alcances del estudio y metodología

Reconociendo los retos y la importancia de la cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) acordó con el Gobierno de México contribuir con la preparación del diseño del PAOM, cuyo objetivo es incorporar una clara visión de adaptación al cambio climático y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en la cuenca. Este *Diagnóstico Integrado con Identificación de Áreas Prioritarias (Volúmen 1)* presenta el análisis sobre la problemática del cambio climático para la cuenca y se identifican las áreas geográficas de atención prioritaria. Este diagnóstico sirvió de base para el desarrollo de estudios de prefactibilidad para intervenciones que permitan responder a los principales riesgos e impactos del cambio climático en la cuenca (Volúmen II, presentado en otro documento). El estudio tiene un enfoque territorial centrado en la cuenca, lo cual es una innovación en la política de adaptación al cambio climático en México. El marco metodológico del estudio está sustentado por análisis interdisciplinario con la participación de expertos de diversos campos de estudio, como la economía, las políticas públicas, la geografía, la ingeniería, la estadística y la hidrología, por mencionar los más relevantes. Se utilizaron los datos más recientes sobre escenarios de cambio climático compartidos por la Red Mexicana de Modelación del Clima, con base en proyecciones de 15 modelos de circulación global (MCG), utilizando el periodo histórico 1961-2000 (40 años) y con proyecciones para los periodos 2015-2039 y 2075-2099 bajo escenarios de forzamiento radiativo bajo (RCP 4.5), medio (RCP 6) y alto (RCP 8.5) (INECC, 2013). El equipo se apoyó en múltiples entrevistas, reuniones e información de múltiples actores gubernamentales a nivel federal y estatal (Chiapas y Tabasco), representantes del sector académico, y organizaciones no gubernamentales (ONGs).

Caracterización de la zona, impactos de cambio climático y vulnerabilidad

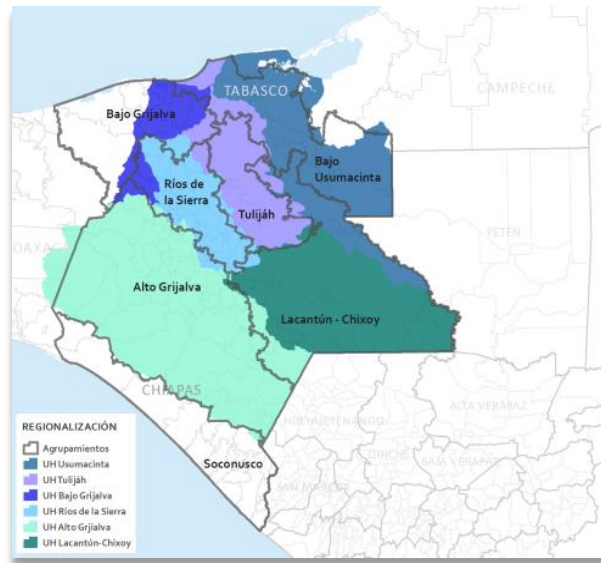
Las condiciones socioeconómicas de la cuenca Grijalva-Usumacinta presentan una clara asociación con riesgo climático, debido al alto grado marginación, rezago social y desigualdad en la región. En Tabasco, más del 96% de la población vive en localidades situadas en una altitud de menos de 50 metros sobre el nivel del mar (msnm), incluyendo las cinco ciudades que tienen más de 30 mil habitantes: Villahermosa (354,000), Cárdenas (92,000), Comalcalco (41,000), Tenosique y Macuspana (32,000 cada una). Consecuentemente, la mayoría de la población está expuesta a fenómenos meteorológicos extremos, incluyendo las inundaciones, como lo demostraron los eventos de 2007 y 2010. En Chiapas, la pobreza que afecta a prácticamente el 75% de la población y el alto nivel de marginación son factores que implican una situación de alta vulnerabilidad social. El cambio climático presenta una amenaza a las actividades agrícolas, con impactos en la productividad, como es el caso del maíz. Más del 40% de la población del estado depende del sector primario (comparado con 13% a nivel nacional), en muchos casos no tecnificado, y vive de cultivos de subsistencia en comunidades rurales dispersas. Esto genera riesgos de seguridad alimentaria que se deben atender. Alrededor de la mitad de la población de Chiapas y el 40% en Tabasco vive en localidades de 2,500 habitantes o menos, frente al 23% a nivel nacional. Esto denota una gran cantidad de comunidades rurales dispersas en el territorio, con menor acceso, con vivienda de menor calidad y menor cobertura y calidad de servicios básicos.

El sistema Grijalva-Usumacinta comprende un área total de 85,604.3 km² y tiene un volumen anual de escurrimiento de 69,082.8hm³ que representa más del 30% de los escurrimientos totales del país. La precipitación de la región es la mayor del país y una de las más altas del mundo. Su media anual es de 1,751 mm, mucho mayor al promedio nacional de 770 mm. En algunos sitios de la Sierra de Chiapas y en la Sierra de la Lacandona, las lluvias llegan hasta los 5,000 mm al año; en la zona costera del norte, el promedio es de 2,093 mm al año. En la región existen un total de 404 cuerpos de agua, incluyendo lagos, lagunas, presas y más de 40 corrientes principales, que en conjunto suman una superficie de 804 km². Esto incluye los cuatro vasos de almacenamiento ubicados en el río Grijalva, el sistema de presas de almacenamiento más importante del país, que genera más del 40% de la capacidad hidroeléctrica instalada del país. En cuanto a aguas subterráneas, existen 19 acuíferos identificados en la región (CONAGUA 2011). Los ríos y lagunas alcanzan su máximo nivel entre septiembre y noviembre, cuando se producen las inundaciones que causan severos daños a la población y la infraestructura hidráulica.

El diagnóstico integrado incluyó una regionalización de la cuenca para comprender mejor las condiciones socio-económicas y biofísicas del área, así como para avanzar en la definición de las unidades de gestión del territorio y manejo adecuado de los recursos naturales. Así, se establecieron seis agrupamientos que contienen 116 municipios. Cada uno de los agrupamientos corresponde a unidades hidrográficas y fue utilizado para diferenciar a nivel espacial y político-administrativo (nivel

municipal), el análisis socioeconómico, la descripción de tendencias climáticas, escenarios de cambio climático, y el análisis de impactos y vulnerabilidad (ver Mapa X).

Mapa X. Agrupamientos y unidades hidrográficas del Grijalva-Usumacinta



La modelación climática en la cuenca y los análisis de impactos arrojan los siguientes resultados:

Temperatura . Los cambios esperados en la temperatura media para el futuro cercano (2015-2039) serán de 1°C, mientras que el incremento podría ser de hasta 5°C (escenario RCP 8) en el futuro lejano (2075-2099). Los cambios más drásticos en temperatura media se presentan en la sub-región Lacantún-Chixoy, cerca de la frontera con Guatemala. El análisis de temperatura máxima muestra incrementos de hasta 1.4°C en el Alto Grijalva, Bajo Grijalva, Lacantún-Chixoy y el Bajo Usumacinta en el futuro cercano. Para el futuro lejano (escenario RCP 8.5) presenta incrementos de hasta 5.1°C en Lacantún-Chixoy y el Alto Grijalva, un comportamiento que posiblemente originará veranos mucho más cálidos y posibles eventos extremos con ondas de calor.

Precipitación. Los resultados obtenidos bajo el escenario RCP 4.5 futuro cercano para todas las regiones de la cuenca muestran una caída en la precipitación (entre 1.2% y 1.9%) con respecto a los datos históricos. Para el futuro lejano, la disminución es un poco más pronunciada (entre 2.1% y 3.1%). Bajo el escenario RCP 6-futuro cercano, hay caídas de entre 0.0% y 0.36%. Para este mismo escenario, pero en el futuro lejano, hay decrementos de precipitación de entre 1.9% y 2.8%. Por último, el escenario RCP 8.5 muestra, en el futuro cercano, decrementos de 1.3% en los Ríos de la Sierra y 2.1% en Lacantún-Chixoy; para el futuro lejano, se esperan decrementos más marcados, alrededor de 4.5% para cada región, llegando hasta un 5% con respecto al dato histórico.

Impactos en la hidrología superficial. Los cálculos del escurrimiento arrojan, para el futuro lejano (2075-2099), resultados en reducciones de escurrimiento, bajo escenarios RCP 4.5, RCP 6 y RCP 8.5 en el orden del 5.2, 4.5 y 8.3%, respectivamente. La disminución de escurrimientos podría llevar a una reducción en la generación de energía hidroeléctrica. En el futuro lejano, bajo el escenario RCP 8.5, la generación de energía en cada una de las presas sería el siguiente porcentaje respecto al escenario base: Malpaso, 78.5%; La Angostura, 80%; Chicoasén, 83.7%; y Peñitas, 86%. Asimismo, la posibilidad de eventos climáticos extremos (lluvias torrenciales y huracanes) debe ser un tema central en el ordenamiento del territorio, en la prevención de emergencias y en el manejo de las presas para proteger las zonas urbanas en la cuenca baja, como Villahermosa, que están altamente expuestas ante posibles desastres por inundaciones.

Degradación del suelo y erosión. La tasa de deforestación anual es de alrededor de 85,000 ha, lo que implica una tasa anual de 0.9%. La pérdida de bosque primario es mayor, con una tasa anual de 2.97%. De continuar las tendencias actuales, la cobertura forestal podría disminuir del 72% que se tenía registrado en el 2010 a un 46% para 2039. Además, el 50% de la cobertura forestal correspondía a bosque primario en 1993, pero para 2007 éste representaba apenas el 38%, lo que habla de una degradación forestal significativa. La deforestación y degradación de bosque se da principalmente en las zonas aledañas a las Áreas Naturales Protegidas (ANPs). El Alto Grijalva y Lacantún-Chixoy presentan las pérdidas más importantes de bosque. En las dos subregiones, la expansión de los pastos cultivados y, en el caso de las partes bajas, los pastizales inducidos, representan el principal motor de cambio de la vegetación primaria, lo que hace suponer que la alteración de zonas de vegetación primaria para la introducción de ganado ha sido el factor desencadenante asociado al proceso de degradación de suelos.

Un factor importante relacionado con la degradación de los suelos es la erosión, que afecta tanto a la productividad de los suelos como a las obras de infraestructura (presas, canales, sistemas de evacuación de aguas pluviales, etc.). Los resultados del mapeo de erosión potencial en la zona elaborados a partir de las variables principales (cobertura de la tierra, pendiente del terreno basados en mapas de elevación digital tipo raster con celdas de 90m x 90m, y un factor de variabilidad de la precipitación) indican que los principales problemas de erosión se presentan en la parte alta de la cuenca, en el Alto Grijalva y en los Ríos de la Sierra. La problemática de erosión es agravada por diversos factores que incluyen: la deforestación; el mal uso y la falta de prácticas de conservación del suelo; el desarrollo de cultivos agrícolas en laderas con pendientes altas y en suelos altamente erosionables; y la presencia de suelos desnudos combinados con la alta intensidad de las lluvias causada por ciclones tropicales y huracanes. En las partes altas de las cuencas, la deforestación y la erosión provocan la sedimentación de los embalses y canales, e incrementan el riesgo de inundación en las zonas baja de la cuenca.

Impactos en la actividad económica. El estudio de los impactos económicos y sociales del cambio climático partió del análisis del impacto de los eventos climáticos extremos en la cuenca Grijalva-Usumacinta, particularmente del evento que causó serias inundaciones en Tabasco en el 2007. Asimismo, se desarrollaron estudios de caso de los impactos en agricultura para los principales cultivos como son maíz, frijol y café en Chiapas y Tabasco. La selección de estos cultivos y de los

sistemas agrosilvopastoriles para el análisis se debió a la importancia del cultivo del maíz y del frijol para las economías de autoconsumo, considerando que las poblaciones indígenas incluyen estos cultivos en su acervo cultural. Los casos del café y de la producción ganadera se incorporaron por su importancia estratégica para la conservación y manejo de la frontera agrícola en Chiapas y Tabasco. Finalmente, se hizo el análisis de los impactos económicos relacionados el aumento del nivel mar para la zona costera de Tabasco. Los resultados del estudio son:

- El total de personas afectadas y de daños y pérdidas asociados para el periodo 2000-2010 (167 eventos climáticos extremos para el periodo 2000-2010 en Chiapas, y 130 eventos climáticos durante 2003-2010 en Tabasco) fue de 2,903,880 habitantes y alrededor de 75 mil millones de pesos (mmdp). Las regiones que presentaron un mayor número de eventos climáticos extremos fueron: Alto Grijalva (73); Bajo Grijalva (67), Ríos de la Sierra (34); Bajo Usumacinta (30); Lacandona-Chixoy (18); y Tulijáh (8).
- La productividad del maíz caerá en cada una de las regiones de la siguiente manera: Alto Grijalva, 4.67%; Bajo Grijalva, 11.41%; Bajo Usumacinta, 8.92%; Lacantún-Chixoy, 2.61%; Ríos de la Sierra, 11.71% y Tulijáh, 8.22%. Esto representa un problema considerable en materia de seguridad alimentaria.
- En el caso de la producción de café, las regiones con mayor caída en la productividad son Bajo Grijalva (28.55%) y Tulijáh (13.19%). Dependiendo de la magnitud del fenómeno, puede incluso condicionarse la permanencia de la población en el área, obligando a los más pobres a migrar a otras regiones.

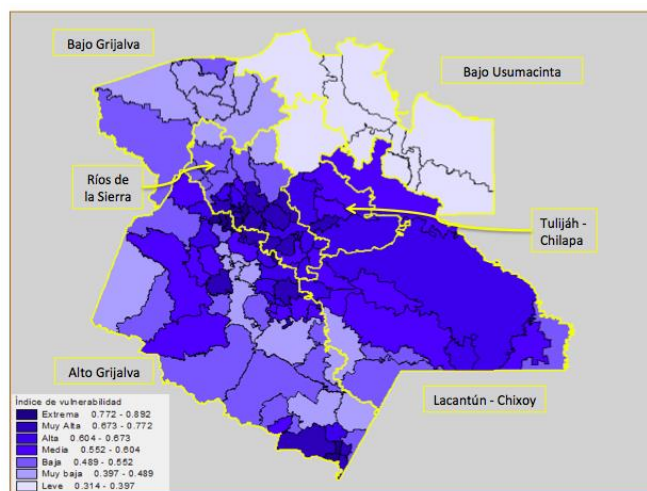
El estudio concluye que la mayor vulnerabilidad se encuentra en las regiones del Bajo Grijalva, Alto Grijalva y Ríos de la Sierra. El total de eventos climáticos en estas regiones fue de 174, afectando alrededor de 144 mil personas por año en el periodo de estudio. Los resultados del estudio señalan el gran riesgo que podría generar el cambio climático en materia de seguridad alimentaria: más de 45 mil familias podrían carecer de alimentos cada año por la caída en la producción bruta de granos básicos en estas tres regiones. En el caso de los impactos en la producción de café, las pérdidas estimadas para estas tres regiones alcanzarían alrededor de 40 millones de pesos anuales. Respecto a la vulnerabilidad de la pastura en el ganado bovino, el impacto potencial de las tres regiones asciende casi 4 mil millones de pesos.

Asimismo, merece particular atención en el largo plazo la zona costera, ya que se estima que se perderá entre 5 y 8% del territorio de línea de costa de Tabasco (INECC, 2012; Vázquez, *et al.*, 2010; Gama, *et al.*, 2011; PEACC Tabasco, 2012). Se estima que la pérdida de línea costera y terrenos de cultivo por el aumento de un metro del nivel medio del mar sería de aproximadamente 47,153 ha, que resultaría en pérdidas anuales de 124,296,679 USD (Vázquez *et al.*, 2010). Estos cálculos no consideran las posibles pérdidas en productividad de los sistemas de pozos petroleros de la región, y las posibles pérdidas en infraestructura de ductos, sistemas portuarios, poblaciones y carreteras existentes en la zona.

Análisis de vulnerabilidad

Existen muchos municipios en la cuenca Grijalva-Usumacinta que tienen una alta vulnerabilidad y enfrentan altos riesgos de ocurrencia de eventos climáticos extremos como sequías agrícolas, disminución de rendimientos agrícolas por altas temperaturas, sequías pecuarias, transmisión de enfermedades, ondas de calor, inundaciones y deslaves (INECC-GGI, 2013; ENCC, 2013). El análisis desarrollado en este estudio identifica la vulnerabilidad con base en tres categoría de indicadores: (1) estado ambiental de la cuenca; (2) factores socioeconómicos que hacen sensible a la población ante riesgos climáticos, y (3) factores sobre la capacidad institucional municipal para responder ante riesgos climáticos. Se desarrolló un índice de vulnerabilidad, que indica que los municipios más vulnerables se encuentran en el estado de Chiapas. La cuenca del Alto Grijalva, principalmente en los municipios de El Porvenir, La Grandeza, Ocotepec, Santiago el Pinar y Pantepec presentan una vulnerabilidad muy alta. Los municipios de Rayón, Ixhuatán y San Andrés Duraznal en los altos y el centro de la cuenca de Ríos de la Sierra concentran municipios con extrema y alta vulnerabilidad. La cuenca Lacantún-Chixoy presenta vulnerabilidad alta a media en toda la zona (ver Mapa XX).

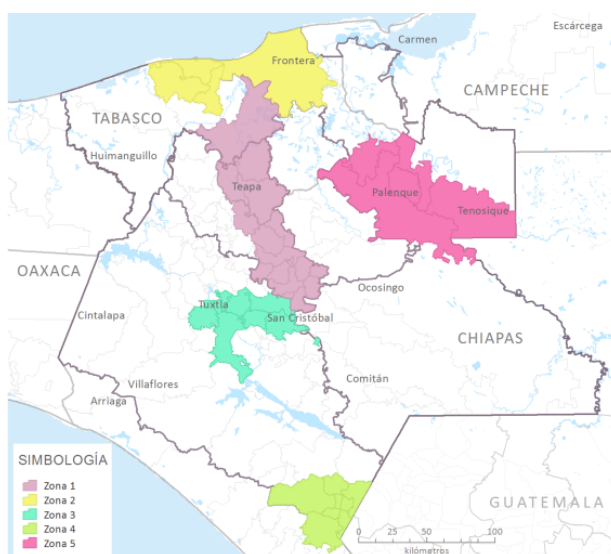
Mapa XX. Índice de vulnerabilidad Grijalva-Usumacinta



Selección de áreas prioritarias

Para responder a las necesidades en materia de adaptación al cambio climático en la cuenca Grijalva-Usumacinta, se delinearon áreas geográficas prioritarias. Los criterios utilizados fueron: 1) atención a población más vulnerable ante el cambio climático; 2) infraestructura estratégica con alta exposición ante riesgos climáticos; 3) ecosistemas y servicios ambientales clave para aumentar la resiliencia ante el cambio climático; 4) existencia de actividades económicas altamente vulnerables ante los riesgos climáticos; y 5) factibilidad política y social que permita la implementación de medidas y su sostenibilidad en el tiempo. El Mapa XXX muestra las áreas de atención prioritarias propuestas por el estudio.

Mapa XXX. Propuesta de áreas de atención prioritaria



La caracterización de los impactos y la vulnerabilidad climática en la cuenca, y la selección de las áreas de atención prioritaria presentadas en este Volumen I del estudio permitieron una focalización de esfuerzos para la identificación de medidas de adaptación en la cuenca Grijalva-Usumacinta, presentadas en el Volumen II del estudio (*Estudio de Prefactibilidad para las Opciones de Intervención*).

