



Diagnóstico de base sobre el impacto de las obras de infraestructura en la capacidad de adaptación de los humedales

Proyecto “Evaluación del componente de adaptación al
cambio climático en obras de infraestructura”

Leandro Fernández
Autor

2010

Índice

Introducción	2
Adaptación al cambio climático	2
Conceptualizando la adaptación la adaptación al cambio climático	3
Vulnerabilidad de los humedales al cambio climático	3
Las obras de infraestructura y la adaptación de los humedales al cambio climático	4
Impacto ambiental de las obras de infraestructura sobre los humedales	5
Definición de Obras de Infraestructura Pública	6
Tipos de obras de infraestructura y sus impactos ambientales	6
Caminos rurales	6
Caminos y vías de transporte	6
Desarrollo de áreas urbanas	7
Líneas de transmisión	7
Navegación interior	7
Embalses y represas	8
Protección contra inundaciones	10
Proyectos hidroeléctricos	11
Puertos y bahías	11
Riego y drenaje	11
Saturación y salinización	13
Servicios hidrológicos de infraestructura	14
Casos de estudio	14
Mar de Aral	15
Bañados del Atuel	16
El caso de los Manglares	18
Conclusiones	21
Bibliografía	24

Introducción

Adaptación al cambio climático

La adaptación al calentamiento global y al cambio climático consiste en iniciativas y medidas para reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos contra los efectos actuales o esperados del cambio climático. (IPCC, 2007).

El potencial y la capacidad de los sistemas para adaptarse, conocido como capacidad adaptativa, se encuentra distribuido de forma desigual entre las regiones y poblaciones (Schneider et al., 2007).

Los efectos proyectados¹ para el ambiente y la vida humana son variados y numerosos. El principal efecto es el incremento de la temperatura media global. Este aumento de temperaturas desencadena una variedad de efectos secundarios, como por ejemplo: cambios en los patrones de precipitación, aumento del nivel del mar, incremento de la frecuencia de eventos climáticos extremos y cambios en los ciclos hidrológicos.

Para la adaptación de la infraestructura, el informe sobre la economía del cambio climático (Stern, 2007) estima costos de entre 15 y 150 mil millones de dólares anuales o del 0,05% al 0,5% del PBI de los países de la OCDE.

Hasta el más exigente esfuerzo para reducir las emisiones, no nos prevendrá de futuros impactos climáticos, por lo que la necesidad de medidas de adaptación se hace aún más necesaria (Klein et al., 2007).

El plan de Acción de Bali adoptado por la COP13, en diciembre de 2007, identifica la adaptación al cambio climático como uno de los componentes claves para fortalecer las respuestas futuras al cambio climático y hacer posible la implementación completa, sostenida y efectiva de la Convención Marco de Cambio Climático de Naciones Unidas. El cambio climático es un problema que amenaza a todo el planeta; no obstante, será más perturbador en las economías más débiles y perjudicará a aquellos con menos recursos y capacidades para hacerle frente.

Los efectos del cambio climático podrían socavar los avances en términos del desarrollo que tanto ha costado conseguir en los últimos decenios. En efecto, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC, por sus siglas en inglés) el aumento continuo de la temperatura en la superficie de la Tierra conducirá a:

- La disminución en la cantidad y calidad del agua en muchas zonas áridas y semiáridas, además de la disminución en la posibilidad de abastecer de agua limpia a más de mil millones de personas que ya experimentan una grave falta del elemento vital;
- La disminución en la confiabilidad de la energía hidroeléctrica y la biomasa de las plantaciones, donde el suministro de energía ya es inestable;
- El aumento en la incidencia de las enfermedades de transmisión vectorial;

¹ Un resumen detallado de los probables efectos e impactos del cambio climático y sus implicaciones puede encontrarse en el Reporte para políticos de la Cuarta Evaluación del IPCC.

- La disminución de la productividad agrícola en las regiones tropicales y subtropicales, donde ya existe hambre;
- El aumento en la pérdida de especies y la degradación de ecosistemas clave;
- El desplazamiento de decenas de millones de personas en áreas deltaicas situadas a bajo nivel y;
- Una mayor amenaza a la seguridad nacional y regional debido a la pérdida de recursos naturales y refugiados por causas ambientales.

Conceptualizando la adaptación al cambio climático

La adaptación puede definirse como el ajuste de un sistema para reducir su vulnerabilidad e incrementar su resiliencia al cambio, en este caso del sistema climático (IPCC, 2007).

Las sociedades, organizaciones, individuos y ecosistemas se han adaptado a los cambios climáticos ocurridos en el pasado. Esta adaptación ha sido adaptación reactiva, por ser una respuesta a cambios no planificada. La adaptación planificada o anticipatoria es aquella que se basa en la evaluación de los riesgos o tendencias futuras y se planifica de manera pro-activa para anticiparse a los cambios para reducir los riesgos e impactos.

La capacidad adaptativa y la vulnerabilidad son dos importantes conceptos para entender el marco de acción para la adaptación. El IPCC define la vulnerabilidad como el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y sus extremos. Además indica que la vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud y el ratio del cambio climático y variación a la cual un sistema está expuesto, su sensibilidad y su capacidad adaptativa. La capacidad adaptativa es la habilidad o potencial de un sistema para responder de manera exitosa a la variabilidad o cambio del clima, de manera de reducir los impactos adversos y aprovechar las oportunidades (IPCC, 2007). Aquellos sistemas que responden a los cambios de manera adecuada tienen alta capacidad adaptativa.

Los análisis de vulnerabilidad buscan entender hasta qué grado un sistema, subsistema o componente del sistema, puede experimentar daño debido a la exposición a un peligro, a una perturbación o a un factor estresante, buscando el mejor conocimiento del sistema humano ambiente y reconociendo la importancia de sus múltiples interacciones. (Turner et al.,2003). El interrogante a responder es entonces ¿Cuáles lugares son vulnerables a los actuales y múltiples cambios ambientales?.

La capacidad adaptativa está condicionada por distintos factores interrelacionados que operan en diferentes escalas. Las condicionantes físicos son importantes, pero en muchos los procesos o condiciones sociales pueden deprimir o incrementar la capacidad adaptativa. Es generalmente reconocido que la capacidad adaptativa se construye y es influenciado por el entorno social, político y económico (Smith, 2006).

Vulnerabilidad de los humedales al cambio climático

El Cuarto Informe del IPCC reporta que los humedales figuran entre los ecosistemas más vulnerables al cambio climático. Algunos humedales –entre ellos los arrecifes de coral, los manglares y los humedales que se encuentran en bosques tropicales, bosques subárticos, praderas y zonas árticas/alpinas– están especialmente en situación de riesgo. Los humedales El impacto de las obras de infraestructura en la capacidad de adaptación de los humedales

continentales de agua dulce resultarán afectados principalmente por las modificaciones de las precipitaciones y el incremento de la frecuencia e intensidad de las sequías, tormentas e inundaciones. Asimismo, el incremento de estos eventos climáticos extremos provocará una disminución de la calidad del agua, aumentando los efectos perjudiciales de muchas formas de contaminación.

Los humedales se verán afectados de diferentes maneras por los cambios en el ciclo hidrológico. Éstos comprenden cambios en la precipitación, la evaporación, la transpiración, la escorrentía y la recarga de las aguas subterráneas y su caudal. Estos cambios afectarán tanto a los sistemas de aguas superficiales como subterráneas y tendrán un impacto en las necesidades de los humedales, el suministro de agua para uso doméstico, el regadío, la generación de energía hidroeléctrica, los usos industriales, la navegación y el turismo de base hídrica.

Se prevé que el cambio climático intensifique el ciclo hidrológico global y tenga impactos importantes en la distribución y la disponibilidad regional y temporal de agua. Las zonas en que la precipitación consiste actualmente sobre todo en nevadas invernales y en que el caudal de los cursos de agua viene determinado en gran medida por la fusión de las nieves en primavera y verano figuran entre las más vulnerables. En estas zonas es muy posible que un aumento de la temperatura provoque un aumento de la escorrentía invernal y reduzca los caudales en la primavera y el verano.

Particularmente, se verán afectadas las zonas semiáridas y áridas (por ejemplo, la Cuenca Mediterránea, California, el África austral, el noreste de Brasil y la región de Cuyo en Argentina) y se prevé que estas zonas sufrirán graves deterioros en sus recursos hídricos y que aumente la presión humana sobre los humedales.

Los efectos del cambio climático en los humedales tendrán repercusiones en todos los bienes y servicios que estos proveen, lo cual determina que el papel del cambio climático debe tenerse en cuenta cuando se manejen humedales y/o se tomen decisiones que los afectan (Ramsar COP10 DOC. 25).

Las obras de infraestructura y la adaptación de los humedales al cambio climático

Las obras de infraestructura se encuentran entre las actividades humanas más responsables de la degradación de los humedales -detalles de estos impactos se presentan en la siguiente sección-. Por otro lado, como se mencionó anteriormente se estima que se requerirá una importante inversión en obras de infraestructura, para reducir los impactos del cambio climático en diversos sectores de la economía.

Sin embargo, la construcción de obras de infraestructura para contener eventos climáticos y/o regular procesos naturales, como los ciclos hidrológicos, ha provocado un gran impacto en los ecosistemas y hasta la destrucción de humedales. Muchas veces estas medidas han sido poco efectivas o han producido impactos ambientales y sociales no previstos a lo largo del tiempo. Asimismo, los cambios climáticos representan una nueva amenaza para todos los tipos de obras de infraestructura, especialmente considerando el aumento de la frecuencia de eventos climáticos extremos previstos debidos al calentamiento global.

Las obras de infraestructura son instrumentos de la adaptación, pero al mismo tiempo, pueden producir importantes modificaciones en el ambiente y causar importantes impactos ambientales sobre los humedales. En este sentido se destaca la importante interrelación existente entre las obras de infraestructura, la adaptación al cambio climático y los humedales.

El impacto de las obras de infraestructura en la capacidad de adaptación de los humedales

La modificación más importante del cambio en las condiciones climáticas, es que se modificarán las opciones y formas en la que el hombre interactúa con los ambientes naturales.

En este sentido, la adaptación se relaciona entonces con modificar la manera en la que las actividades humanas interactúan con los servicios del ecosistema y como se manejan y mantienen estos servicios. La mayor parte de esta interacción se produce a través de las obras de infraestructura y las instituciones que gestionan estas obras.

En este marco, los objetivos de la adaptación al cambio climático en relación a humedales y obras de infraestructura, puede generalizarse de la siguiente manera:

- a) evitar la degradación de los humedales, especialmente de aquellos por sus cualidades específicas representen un valor relevante en el contexto del cambio climático.
- b) promover la restauración de los servicios ecosistémicos de los humedales, de forma de incrementar las capacidades adaptativas de los mismos
- c) integrar los humedales en el planeamiento de las obras de infraestructura, utilizando sus potencialidades como instrumentos para la adaptación.

Impacto ambiental de las obras de infraestructura sobre los humedales

El modelo agro productivo y las obras de infraestructura son las principales amenazas que afectaron históricamente la integridad ecológica de los humedales. Sin embargo, el interés por la protección de este tipo de ecosistemas empieza a considerarse recién a partir de la segunda mitad del siglo XX, y culminó con la adopción por parte de 18 países, el 02 de febrero de 1971, de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocida como Convención Ramsar, la cual entró en vigor el 21 de diciembre de 1975. El objetivo principal de la Convención es la conservación y uso racional de los ecosistemas de humedal mediante acciones a tomar en el ámbito nacional e internacional por medio de la cooperación internacional, en consonancia con los principios propios del desarrollo sostenible.

Hasta no hace mucho tiempo, los humedales eran drenados por ser considerados una simple inundación de los terrenos, y no eran consideradas las funciones y valores que tenían y cumplían como ecosistemas. El carácter distintivo de los humedales está en la escasa profundidad del nivel freático, con la consecuente alteración del régimen del suelo y la función principal más distinguible, además de ser un importante hábitat para muchos seres vivos, es que actúan como filtradores naturales del agua. Esta función se debe fundamentalmente gracias a que sus plantas hidrófitas y sus tejidos, almacenan y liberan agua, y de esta forma hacen un proceso de filtración.

Las infraestructuras, especialmente aquellas de comunicación y riego, han demostrado ejercer un papel negativo sobre los ecosistemas a varias escalas, resultando ser un motor de fragmentación de hábitats y cambios en las funciones hidrológicas. Entre los efectos ecológicos que generan la desestructuración del hábitat y a lo largo de su fragmentación, destaca la afección directa en los patrones de movimiento de los organismos y los ciclos hidrológicos. Las funciones del ecosistema pueden verse seriamente afectadas por la alteración de distintos procesos hidrológicos, causadas por la construcción de obras de infraestructura tales como caminos, puentes, canales, represas, etc. Considerando que la adaptación al cambio climático

es un proceso íntimamente ligado al desarrollo, y que en términos generales, los impactos del cambio climático representan un desafío adicional necesario para lograr los objetivos de desarrollo. Un paso fundamental para la elaboración de un marco o plan de adaptación nacional, es el desarrollo de un nuevo enfoque teórico y operativo que permita cambiar el modelo de desarrollo habitual de las obras de infraestructura y su impacto sobre el medio ambiente y en particular sobre los humedales.

Definición de Obras de Infraestructura Pública

Las obras de infraestructura son grandes proyectos que facilitan los servicios sociales a una comunidad como autopistas, puentes, puertos, aeropuertos, ferrocarriles, represas, obras de riego, entre otras. Este tipo de obras son las más complejas de coordinar y construir, debido a sus extensiones y magnitudes, y los impactos ambientales suelen tener grandes alcances.

Se considera en los términos de la Ley N° 25.924 y sus normas complementarias, obra de infraestructura pública toda aquella cuyo objetivo principal promueva la realización de actividades productivas y sea ejecutada por Empresas del Estado Nacional o Empresas Concesionarias de Servicios Públicos o se trate de la generación, el transporte y la distribución de energía eléctrica cuya realización sea declarada como obra de infraestructura crítica por la Secretaria de Energía de la Nación.

En el ámbito mundial, la relación de los proyectos de infraestructura de desarrollo y la biodiversidad presenta un avance caracterizado por incorporar la evaluación de los impactos ambientales y sociales de los proyectos y programas, y la puesta en funcionamiento de medidas de mitigación de los impactos a través de la declaración impacto ambiental (DIA), la cual es un requisito para la integración de ambos en el marco del concepto de desarrollo sostenible. En este último, se internalizan los costos ambientales, se potencian los beneficios ambientales de los proyectos y el tema de la biodiversidad debe adquirir una consideración precisa.

Tipos de obras de infraestructura y sus impactos ambientales²

Caminos rurales

Los impactos ambientales en caminos rurales incluyen los efectos directos que ocurren en el sitio de la construcción y los alrededores de la vía de pasaje autorizado, y los indirectos en la región circundante. Esta área más grande de influencia del camino rural es la de los efectos económicos, sociales o ambientales inducidos, sean estos planificados o espontáneos, y son el resultado del mayor acceso físico y la reducción de los costos de transporte.

Caminos y vías de transporte

El impacto ambiental de vías terrestres que abarcan autopistas, caminos principales, desvíos, vías férreas puede ser tanto positivo como negativo, directo e inducido. Los caminos no pavimentados pueden tener considerables impactos, a menudo más que la pavimentación y los caminos existentes. Los impactos más importantes relacionados con la construcción son aquellos que corresponden a la limpieza, nivelación o construcción del piso: pérdida de la capa vegetal, exclusión de otros usos para la tierra; modificación de patrones naturales de drenaje;

² Desarrollo en base Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales. Departamento de Medio Ambiente - Banco Mundial - Washington, D.C.

cambios en la elevación de las aguas subterráneas; deslaves, erosión y sedimentación de ríos y lagos.

Desarrollo de áreas urbanas

Las ciudades desempeñan un papel central en el proceso de desarrollo. Sin embargo, el proceso de crecimiento urbano representa un deterioro de las condiciones ambientales circundantes. Las ciudades concentran el uso de energía y recursos y la generación de desperdicios al punto en que los sistemas tanto artificiales como naturales se sobrecargan. La urbanización tiene profundos impactos sobre el ciclo hidrológico tanto de forma cuantitativa como cualitativa. Los recursos hídricos disponibles en las cercanías de las ciudades, se explotan o degradan a tal punto que aumenta substancialmente el costo de su abastecimiento. El bombeo excesivo del agua subterránea resulta en muchos casos en el hundimiento de la tierra con su consecuente daño a las estructuras urbanas, la disminución del nivel freático, y en muchos casos, problemas de salinización. La impermeabilización de la superficie de la tierra en las áreas urbanas cambia considerablemente la hidrografía del flujo, resultando en picos más altos e inundaciones más frecuentes, y a menudo se reduce la recarga directa del agua subterránea. Al mismo tiempo, el flujo urbano es una de las principales fuentes de contaminación difusa de los humedales. Se prevé que los impactos del cambio climático tengan especial implicancia para el sistema urbano, limitado sus posibilidades de alcanzar modelos de desarrollo sustentable y agudizando la escasez de recursos y la degradación del ambiente, por ejemplo debido al aumento de frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos.

Líneas de transmisión

Las líneas de transmisión pueden tener pocos o cientos de kilómetros de longitud. El derecho de vía donde se construye la línea de transmisión puede variar de 20 a 500 metros de ancho, o más, dependiendo del tamaño de la línea y el número de líneas de transmisión. Las líneas de transmisión son principalmente sistemas terrestres y pueden pasar sobre los humedales, arroyos, ríos y cerca de las orillas de los lagos, bahías, etc. Los impactos ambientales negativos de las líneas de transmisión son causados por la construcción, operación y mantenimiento de las mismas.

Navegación interior

Los proyectos emprendidos con el fin de mejorar la navegación interior, incluyen el dragado de construcción, mejora y mantenimiento de los canales, el desarrollo de puertos y bahías (p.ej. instalaciones de atracado, etc.) y la construcción de esclusas, canales y vías fluviales.

El dragado es la principal práctica empleada en todo el mundo para mejorar la navegabilidad de las vías acuáticas interiores. Puesto que el dragado es un método bien establecido y sigue siendo utilizado como el principal método de establecimiento y mantenimiento de las vías de navegación interior, existe una extensa base de información sobre los impactos ambientales de tales proyectos.

La alteración de las aguas naturales y el desarrollo de los canales artificiales, puede ocasionar cambios físicos, químicos y biológicos en la masa de agua, resultando en impactos adversos, directos e indirectos, sobre los correspondientes ecosistemas y comunidades que se encuentran en las inmediaciones. La contaminación de agua, tierra y aire, resultante de las operaciones de dragado, la eliminación de materiales, las actividades de construcción y el mayor tránsito marítimo, puede resultar en la liberación de contaminantes naturales y antrópicos en el El impacto de las obras de infraestructura en la capacidad de adaptación de los humedales

ambiente. Puesto que existen numerosos métodos de dragado y eliminación de los materiales para la mejora de la navegación interior, variarán las combinaciones de efectos físicos, químicos y biológicos. Las potenciales preocupaciones incluyen derrames y descargas de petróleo, liberación de contaminantes, destrucción de hábitats, alteraciones de la circulación y seguridad en el transporte. Los impactos terrestres pueden incluir la contaminación debido a la eliminación de materiales de dragado, erosión y sedimentación debido a los cambios hidrológicos.

El dragado no es la única actividad derivada de la navegación interior, con impacto sobre el ambiente; la construcción de diques de encauce de los ríos requiere el minado y transporte de grandes cantidades de material.

Los sistemas acuáticos pueden ser afectados por las siguientes operaciones de dragado:

- turbiedad asociada con la re-suspensión y asentamiento del sedimento;
- la separación de los contaminantes y su nueva introducción en la columna de agua;
- la ingestión y acumulación de los contaminantes por los peces;
- la disminución a corto plazo del nivel de oxígeno disuelto;
- la modificación de la batimetría, ocasionando cambios en la circulación, diversidad de especies, y composición química del agua;
- la pérdida o modificación de los hábitats y recursos pesqueros.

La vinculación de estas operaciones con el impacto del cambio climático, es más bien indirecta. Sin embargo, es de resaltar la posibilidad de que el aumento del nivel del mar y el aumento de precipitaciones, provoquen un aumento de la intensidad de la erosión en algunos sistemas fluviales y estuarios. El incremento de estos procesos podría determinar la degradación y desaparición de importantes áreas ribereñas.

Embalses y represas

Un embalse es la acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce. La obstrucción del cauce puede ocurrir por causas naturales como, por ejemplo, el derrumbe de una ladera en un tramo del río, la acumulación de placas de hielo o las construcciones hechas por los castores, y por obras construidas por el hombre para tal fin, como son las represas.

Embalses artificiales

Los embalses generados al construir una presa pueden tener la finalidad de:

- regular el caudal de un río o arroyo, almacenando el agua de los períodos húmedos para utilizarlos durante los períodos más secos para el riego y/o para el abastecimiento de agua potable;
- contener los caudales extremos de las crecidas ;
- crear una diferencia de nivel para generar energía eléctrica, mediante una central hidroeléctrica;

- crear espacios para esparcimiento y deportes acuáticos, o permitir la navegación.

Las características físicas principales de un embalse son las curvas cota-volumen, la curva cota-superficie inundada y el caudal regularizado. El caudal regularizado es la característica más importante de los embalses destinados a regularizar a lo largo del día, del año o periodos plurianuales, el caudal que puede ser retirado en forma continua para el uso para el cual se ha construido el embalse.

Principales impactos ambientales de las represas artificiales en los humedales

Los proyectos de las represas grandes causan cambios ambientales irreversibles en un área geográfica grande y por lo tanto, tienen el potencial para causar impactos importantes. El área de influencia de una represa se extiende desde los límites superiores de captación del reservorio hasta todo el sistema fluvial asociado incluyendo humedales, la costa y el mar, incluyendo la cuenca hidrográfica y el valle del río aguas abajo de la represa.

Los embalses tienen una importante influencia en el entorno. Los efectos aguas arriba de un embalse, provocan que el nivel freático de los terrenos vecinos se pueda modificar fuertemente, trayendo consecuencias en la vegetación asociada a los humedales y cauces de los ríos. Aguas abajo los efectos de un embalse son de varios tipos; especialmente importantes son: El aumento de la capacidad de erosionar el lecho del río; La disminución de los caudales medios vertidos y, consecuentemente, la facilidad para que actividades antrópicas ocupen parte del lecho mayor del río; La disminución del aporte de sedimentos a las costas, incidiendo en la erosión de las playas y deltas.

Si bien existen efectos ambientales directos de la construcción de una represa (por ejemplo, problemas con el polvo, la erosión, el movimiento de tierras), los impactos mayores provienen del envase del agua, la inundación de la tierra para formar el reservorio y la alteración del caudal aguas abajo. Los efectos indirectos de la represa se relacionan con la construcción, mantenimiento y funcionamiento de la misma (por ejemplo, los caminos de acceso, campamentos de construcción, líneas de transmisión de la electricidad) y el desarrollo de las actividades agrícolas, industriales o municipales, fomentadas por la represa.

Además de los efectos ambientales directos e indirectos de la construcción de la represa, deberán ser considerados los efectos que el medio ambiente produce en la represa. Los principales factores ambientales que afectan el funcionamiento y la vida de la represa son causados por el uso de la tierra, el agua y los otros recursos del área de captación encima del reservorio (por ejemplo la agricultura, la colonización, el desmonte) y éste puede causar mayor acumulación de limos y cambios en la calidad del agua del reservorio y del sistema fluvial aguas abajo. Asimismo, los efectos hidrológicos son significativos. Al represar un río y crear una laguna, se cambia profundamente la hidrología y limnología del sistema fluvial. Se producen cambios dramáticos en el flujo, la calidad, cantidad y uso del agua, los organismos bióticos y la sedimentación de la cuenca del río. La descomposición de la materia orgánica (por ejemplo, los árboles) de las tierras inundadas enriquece los nutrientes del reservorio. Los fertilizantes empleados aguas arriba se suman a los nutrientes que se acumulan y se reciclan en el reservorio, promoviendo el crecimiento de las hierbas acuáticas, que obstruyen las salidas de la represa y los canales de riego, destruyen la pesca, limitan la recreación, aumentan los costos de tratamiento del agua, impiden la navegación y aumentan sustancialmente las pérdidas de agua a causa de la transpiración.

Si el terreno inundado tiene muchos árboles y no se limpia adecuadamente antes de inundarlo, la descomposición de esta vegetación agotará los niveles de oxígeno en el agua. Esto afecta la vida acuática, y puede causar disminución de las poblaciones de peces. Los productos de la descomposición anaeróbica incluyen el sulfuro de hidrógeno, que es nocivo para los organismos acuáticos y corroe las turbinas de la represa, y el metano, que es un gas de invernadero. El dióxido de carbono, el gas principal que se produce, aumenta el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero.

Las partículas suspendidas que trae el río se asientan en el reservorio, limitando su capacidad de almacenamiento y su vida útil, limitando sedimentos al río aguas abajo. Muchas áreas agrícolas de los terrenos aluviales han dependido siempre de los limos ricos en nutrientes para sostener su productividad. Como el sedimento ya no se deposita aguas abajo en el terreno aluvial, esta pérdida de nutrientes deberá ser compensada mediante la adición de fertilizantes para mantener la productividad agrícola. La liberación de las aguas libres de sedimentos, puede lavar los lechos, aguas abajo. Sin embargo, la sedimentación del reservorio produce agua de más alta calidad para riego, y consumo industrial y humano.

Los efectos adicionales de los cambios en la hidrología de la cuenca del río, incluyen variaciones en el nivel freático, aguas arriba y abajo del reservorio, y problemas de salinización; estos tienen impactos ambientales directos y afectan a los usuarios aguas abajo. En general todos estos efectos pueden ser exacerbados por los impactos del cambio climático, pero especialmente importante es la regulación del flujo aguas abajo. Considerando los usos del agua para las actividades humanas, la construcción de represas puede significar una medida de adaptación para regular las inundaciones o crecidas de los ríos, o como reservorio para morigerar la variabilidad del recurso hídrico disponible para destinar a uso humano o agrícola. Sin embargo, el efecto sinérgico entre la disminución de los caudales y otros efectos del cambio climático, puede determinar una profunda transformación de los humedales existentes aguas abajo. Este tema es de especial importancia en las áreas áridas y semiáridas, donde los humedales están alimentados casi únicamente por el flujo hidrológico proveniente de aguas arriba. Si a la restricción de caudales se le suma un aumento del proceso de desertificación y una reducción de la disponibilidad hídrica por cambio climático, gran número de humedales de áreas áridas y semiáridas correrán riesgo de desaparecer.

Protección contra inundaciones

Con la excepción de los casos de inundación severa, los ecosistemas y las comunidades humanas de muchas áreas se han adaptado y dependen de la inundación periódica de la tierra. Generalmente, la inundación llega a ser un problema solo si los eventos naturales o las actividades humanas aumentan su intensidad o frecuencia, o si el hombre invade las áreas anegadizas; colocando estructuras y realizando actividades que requieren protección. Los potenciales impactos ambientales más importantes de las medidas estructurales para controlar las inundaciones, se basan en la eliminación del modelo natural de inundación y los beneficios asociados que ésta trae. Los terrenos aluviales son productivos porque la inundación los hace así; ésta renueva la humedad del suelo, y deposita limos en las tierras aluviales fértiles. En áreas áridas, posiblemente sea la única fuente de riego natural, o de enriquecimiento del suelo. Al reducir o eliminar las inundaciones, existe el potencial de empobrecer la agricultura de los terrenos aluviales (recesión), su vegetación natural, las poblaciones de fauna y ganado y, la pesca del río y de la zona aluvial, que se ha adaptado a los ciclos naturales de inundación.

Asimismo, las zonas costeras han estado frecuentemente sujetas a la construcción de obras de contención y protección contra las inundaciones y/o la erosión. Este tema resulta relevante en el contexto del cambio climático, debido al aumento del nivel del mar y de los procesos erosivos costeros. Está demostrado que las obras de protección costera pueden exacerbar los efectos del cambio climático, y aumentar los procesos erosivos, a la vez que disminuyen las capacidades naturales de adaptación que tiene el ecosistema costero. De la misma manera, las urbanizaciones en zonas costeras, ribereñas y llanuras de inundación actúan modificando los ciclos naturales de inundación y depósito de sedimentos, y provocan una degradación y pérdida de capacidad del sistema de adaptarse a las modificaciones impuestas por el clima.

Proyectos hidroeléctricos

Los proyectos hidroeléctricos incluyen las represas, los reservorios, los canales, los conductos, las centrales eléctricas y las playas de distribución que se emplean para generar electricidad. La represa y el reservorio pueden ser multi-propósitos; si las características de lluvia en la cuenca hidrográfica y el caudal del río, y los modelos de uso del agua y la energía lo permiten, los reservorios hidroeléctricos pueden proporcionar uno o más de los siguientes servicios: riego, control de inundación, fuente de agua, recreación, pesca, navegación, control de sedimento, control de los atascamientos de hielo y control de las roturas de los lagos glaciales. Cada uno de estos componentes por sí mismos tienen impactos ambientales, positivos y negativos que deben ser analizados y evaluados para proponer medidas de mitigación.

Puertos y bahías

El desarrollo marítimo suele generar problemas ambientales locales; sin embargo, puede producir problemas de escala regional. Los impactos del desarrollo marítimo difieren según su ubicación, debido a las variaciones en tales rasgos como geografía, hidrología, geología, ecología, industrialización, urbanización y tipos de embarque. La alteración de las aguas naturales y construcción de estructuras artificiales, puede resultar en impactos directos sobre la masa de agua siendo desarrollada, así como impactos directos e indirectos sobre los ecosistemas y comunidades correspondientes en las cercanías del proyecto. Las operaciones de dragado, eliminación de materiales, desarrollo de la zona playera, mayor tránsito marítimo y vehicular en el puerto, pueden resultar en la liberación de contaminantes naturales y antropogénicos en el medio ambiente. Los potenciales impactos acuáticos incluyen: derrames y descargas de petróleo; liberación de contaminantes en base a la resuspensión del sedimento, el aflujo superficial y las descargas de fuentes puntuales; destrucción del hábitat; cambios en la composición química y circulación del agua; preocupaciones ocupacionales y de salud pública y seguridad en el transporte. Los impactos terrestres pueden incluir: la contaminación debido a la eliminación de materiales dragados; erosión y sedimentación debido a cambios hidrológicos ocasionados por la profundización y ampliación del canal y desarrollo de la zona playera (construcción de rompeolas, etc); pérdida de hábitats frágiles (Por ejemplo: tierras húmedas, manglares) debido al desarrollo de la playa y con relación al puerto y; pérdida de usos existentes y futuros de la tierra. Los impactos aéreos pueden incluir la degradación y tránsito de vehículos, y la generación de polvo fugitivo.

Riego y drenaje

Existen distintas técnicas de riego que tienen distintas implicancias para evaluar sus impactos ambientales:

- Por arroyamiento o surcos.
- Por inundación o sumersión, generalmente en bancales o tablones aplanados entre dos caballones.
- Por aspersión. El riego por aspersión rocía el agua en gotas por la superficie de la tierra, asemejándose al efecto de la lluvia.
- Por infiltración o canales.
- Por goteo o riego localizado. El riego por goteo libera gotas o un chorro fino, a través de los agujeros de una tubería plástica que se coloca sobre o debajo de la superficie de la tierra.
- Por drenaje.

El método principal de entrega de agua al campo (para cerca del 95% de los proyectos en todo el mundo) es el riego por inundación o de surco. Otros sistemas emplean aspersores y riego por goteo. Aunque sean técnicas relativamente nuevas, que requieren una inversión inicial más grande y manejo más intensivo que el riego de superficie, el riego por aspersión y el de goteo suponen una mejora importante en la eficiencia del uso del agua, y reducen los problemas relacionados con el riego.

Los sistemas de riego pueden incluir la siguiente infraestructura: Embalses (con represa) o reservorios; balsas; obras de toma o derivación (azudes); pozos, estaciones de bombeo, canales, acequias y sistemas para transportar el agua (incluyendo el drenaje); sistemas de distribución para el riego por goteo y por aspersión.

Los impactos ambientales de los sistemas de riego dependen del tipo de riego, de la fuente del agua (superficial o subterránea), de su forma de almacenamiento, de los sistemas de transporte y distribución, y de los métodos de entrega o aplicación en el campo.

Desde hace mucho tiempo, se ha utilizado el agua superficial (principalmente los ríos) para riego, y, en algunos países, desde hace miles de años; todavía constituye una de las principales inversiones del sector público. Los proyectos de riego en gran escala, que utilizan el agua subterránea, son un fenómeno reciente, a partir de los últimos treinta años. Se encuentran principalmente en las grandes cuencas aluviales de India y China, donde se utilizan pozos entubados para aprovechar el agua freática, conjuntamente, con los sistemas de riego que emplean el agua superficial.

Los potenciales impactos ambientales negativos de la mayoría de los grandes proyectos de riego incluyen la saturación y salinización de los suelos; la mayor incidencia de las enfermedades transmitidas o relacionadas con el agua; el reasentamiento o cambios en los estilos de vida de las poblaciones locales; el aumento en la cantidad de plagas y enfermedades agrícolas, debido a la eliminación de la mortandad que ocurre durante la temporada seca; y la creación de un microclima más húmedo. La expansión e intensificación de la agricultura que facilita el riego puede causar mayor erosión; contaminar el agua superficial y subterránea con los biocidas agrícolas; reducir la calidad del agua; y, aumentar los niveles de nutrientes en el agua de riego y drenaje, produciendo el florecimiento de las algas, la proliferación de las malezas acuáticas y la eutrofización de los canales de riego y vías acuáticas, aguas abajo. Así, se requieren mayores cantidades de productos químicos agrícolas para controlar el creciente número de plagas y

enfermedades de los cultivos. Los grandes proyectos de riego que represan y desvían las aguas de los ríos, tienen el potencial de causar importantes trastornos ambientales como resultado de los cambios en la hidrología y limnología de las cuencas de los ríos.

Al reducir el caudal del río, se cambia el uso de la tierra y la ecología de la zona aluvial; se impactan los recursos pesqueros y se permite la invasión del agua salada al río y al agua subterránea de las tierras aledañas. El desvío y pérdida de agua debido al riego reduce el caudal que llega a los usuarios, aguas abajo, incluyendo las municipalidades, los agricultores y también los ecosistemas naturales como los humedales. La reducción del flujo básico del río disminuye también la dilución de las aguas servidas municipales e industriales que se introducen, aguas abajo, causando contaminación y peligros para la salud. El deterioro en la calidad del agua, debido a un proyecto de riego, puede volverla inservible para los otros usuarios, perjudicar las especies acuáticas, y, debido a su alto contenido de nutrientes, provocar el crecimiento de malezas acuáticas que obstruirán las vías fluviales, con consecuencias ambientales para la salud y la navegación.

Los potenciales impactos ambientales negativos directos del uso del agua freática para riego surgen del uso excesivo de estas fuentes (retirando cantidades mayores que la tasa de recuperación). Esto baja el nivel del agua freática, causa hundimiento de la tierra, disminuye la calidad del agua y permite la intrusión del agua salada, especialmente en áreas costeras, y puede provocar la desaparición de humedales en algunos casos.

Hay algunos factores ambientales externos que influyen en los proyectos de riego. El uso de la tierra, aguas arriba, afectará la calidad del agua que ingresa al área de riego, especialmente su contenido de sedimento (erosión causada por la agricultura) y composición química, (contaminantes agrícolas e industriales). Al utilizar el agua que deposita el sedimento en los terrenos, durante el tiempo, o, simplemente, al utilizar el agua que trae un alto contenido de sedimento, se puede alzar el nivel de la tierra a tal punto que se impida el riego.

Los beneficios obvios del riego provienen de la mayor producción de alimentos. Además, la concentración e intensificación de la producción en un área más pequeña puede proteger los bosques y tierras silvestres, para que no se conviertan en terrenos agrícolas. Si existe una cobertura vegetal mayor durante la mayor parte del año, o si se prepara la tierra (por ej. nivelar y contornear), se reduce la erosión de los suelos. Hay algunos beneficios para la salud, debido a la mejor higiene y la reducción en la incidencia de ciertas enfermedades. Los proyectos de riego pueden moderar las inundaciones, aguas abajo.

Sin embargo, es particularmente relevante considerar los impactos de las obras de infraestructura para riego, ante los escenarios de cambio climático y de disminución de disponibilidad de recursos hídricos. Las áreas irrigadas son potencialmente las vulnerables a las alteraciones sinérgicas de los ciclos hidrológicos por la actividad humana y los impactos del cambio climático.

Saturación y salinización

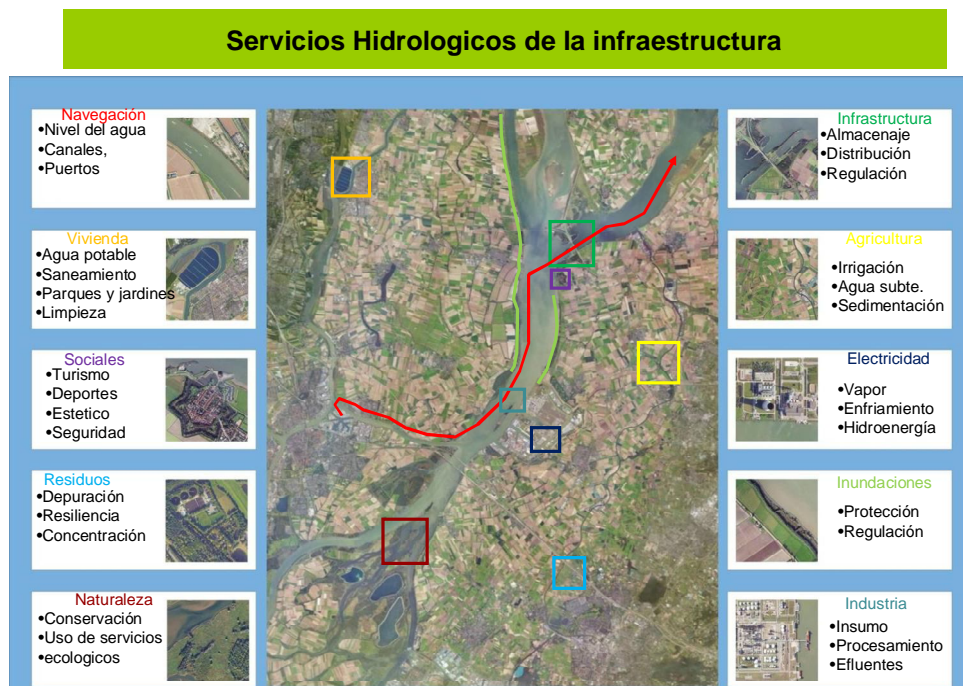
La saturación y salinización de los suelos son problemas comunes con el riego superficial. A nivel mundial, se ha estimado que, cada año, el riego saca de la producción una cantidad de terreno que es igual a la cantidad que entra en producción bajo riego, debido al deterioro del suelo, principalmente, la salinización. La saturación es causada, principalmente, por el drenaje inadecuado y el riego excesivo, y en un grado menor, por fugas de los canales y acequias. El

riego exacerba los problemas de la salinidad, que naturalmente, son más agudos en las áreas áridas y semiáridas, donde la evaporación superficial es más rápida y los suelos, más salinos. La saturación concentra las sales absorbidas de los niveles más bajos del perfil del suelo, en la zona de arraigamiento de las plantas. La alcalinización (acumulación de sodio en los suelos) es una forma, especialmente perjudicial, de salinización que es difícil de corregir.

Aunque los suelos de las zonas áridas y semiáridas tienen una tendencia natural de sufrir salinización, muchos de los problemas relacionados con el suelo podrían ser atenuados si se instalan sistemas adecuados de drenaje. El drenaje subterráneo es el elemento crítico para los proyectos de riego y, muy a menudo, se lo planifica y se lo maneja mal. El uso del riego por aspersión o por goteo, reduce el problema de la saturación porque el agua se aplica más precisamente y se puede limitar las cantidades. Los riesgos de salinización aumentarán a medida que aumente la imprevisibilidad del recurso hídrico.

Servicios Hidrológicos de la Infraestructura

A modo de ejemplo en el siguiente cuadro se presenta un resumen de los servicios hidrológicos provistos por la obras de infraestructura.



Fuente: Adaptado de Ecosystems and Community Based Climate Change Adaptation Training Kit (2010)

Casos de estudio

Todos los impactos ambientales descritos anteriormente, tienen un alto potencial para actuar de manera sinérgica con los impactos producidos por los efectos del cambio climático, exacerbando los riesgos de interrupción de la producción de bienes y servicios ecológicos de los ecosistemas de humedales.

Los riesgos derivados del cambio climático, tienen más importancia aun considerando que los impactos de las obras de infraestructura y otras actividades humanas, están reduciendo considerablemente la capacidad de adaptación de los ecosistemas. Muchos de los impactos

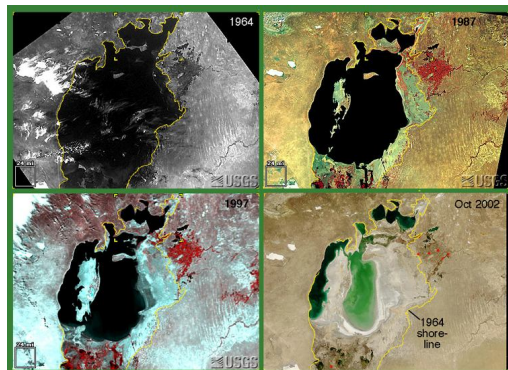
ambientales descriptos actuarán como barreras para que los ecosistemas puedan adaptarse al cambio climático.

Estos efectos sinérgicos podrían resultar graves en algunos de los ejemplos descriptos, y para resaltar y demostrar las implicaciones que podrían tener para la conservación de los ecosistemas y para la planificación de las medidas de adaptación, se describen a continuación dos casos de estudio de relevancia y que servirán como base para reflexionar sobre la importancia de la temática.

Mar Aral

Hay muchos ejemplos de la pérdida de funciones ecosistémicas de los humedales resultado de la extracción de agua en la parte superior de una cuenca (aguas arriba) a través de obras de infraestructura. Uno de los ejemplos, más notorios es el Mar de Aral. El nivel del agua del lago, alimentado por los ríos Amudaria y Sirdaria, experimentó un descenso de 13 metros en un período de 27 años y su superficie disminuyó en un 40 por ciento debido al desvío de agua para riego. La salinidad aumentó y el clima local se modificó completamente. La mayoría de las especies endémicas de peces han desaparecido y las capturas comerciales de peces disminuyeron de 48.000 toneladas a cero. El valor ecológico de las zonas circundantes disminuyó notoriamente y se han registrado importantes efectos negativos en la salud y los medios de subsistencia de los habitantes de la zona.

Efecto de décadas de malas prácticas de irrigación en el Mar Aral 1964-2002



Fuente: USGS y NASA Earth Observatory (2002)

El Mar Aral es uno de los mayores desastres ambientales del planeta. Es el cuarto "mar" de agua dulce más grande del mundo, alguna vez tuvo una superficie equivalente al tamaño de Irlanda. Sin embargo, durante los años bajo dominio soviético los ríos que lo alimentaban fueron desviados para la irrigación de campos de algodón. En la actualidad se redujo su superficie en un 90 por ciento y sólo consiste en pequeñas cuerpos de agua en zonas aisladas. Lugares donde hace décadas hubo una fuerte industria pesquera se convirtieron en lugares abandonados en medio de un desierto. La sal en el lecho marino expuesto se expuso por la erosión eólica, trayendo enfermedades respiratorias a los habitantes de Kazajistán y Uzbekistán. El proceso de sequía dañó seriamente la vida vegetal y animal, creando grandes tormentas de polvo y sal que pueden viajar hasta 500 kilómetros.

A mediados de la década de 1970, las capturas en el Mar de Aral cayeron más de tres cuartas partes frente a las 40.000 toneladas antes de que el lago se redujera de manera drástica. Al final, la pesca a nivel industrial cesó totalmente.

Antes de 1960 un promedio de 55.000 millones de m³ ingresaban anualmente en el Mar de Aral. El riego de algodón y la construcción de embalses para el control de inundaciones disminuyó el caudal anual y entre 1981 y 1990, este caudal fue de 7.000 millones de m³. Como resultado, el nivel del mar descendió 16 metros entre 1962 y 1994 y el espejo de agua se redujo a un cuarto. Veinticuatro de las especies marinas han desaparecido, y la pesca que alcanzó 44.000 toneladas anuales en los años cincuenta y que proporcionaba empleo a 60.000 personas, ha desaparecido. Las mezclas de polvo salado del fondo marino, que son transportadas por el viento y depositadas en las tierras agrícolas aledañas, están dañando y matando a los cultivos. Los bajos caudales del río han concentrado sales y productos químicos tóxicos, haciendo que los recursos hídricos sean peligrosos para la bebida y contribuyendo a un aumento de muchas enfermedades en el área. Los habitantes que todavía permanecen en el área han perdido su principal medio de vida. Aquellos que se han ido se han convertido en refugiados ambientales.

Fondo seco del Mar Aral



Fuente: Banco Mundial, 2006

Actualmente, existe un proyecto para restaurar el Mar de Aral mediante el dique de concreto de Kokaral. Es una estructura que tiene una apariencia poco notable, pero su impacto ha sido importante, y ha provocado una reversión del proceso en el sitio. El nivel del agua ha enfriado el clima y ha bajado la salinidad suficientemente como para que los peces de agua dulce puedan volver a vivir allí.

Según el Banco Mundial, la captura de peces de agua dulce alcanzó alrededor de 2.000 toneladas en 2007, frente a las apenas 52 toneladas en 2004. Sin embargo, aun así las imágenes de satélite tomadas este año muestran que una sección del mar se ha encogido 80% en los últimos tres años.

Bañados del Atuel

La problemática que se ha desarrollado alrededor del río Atuel se relaciona a una situación actual hidrológica e hidrográfica del río que no refleja lo que fue en sus orígenes. El Atuel siendo el último afluente de la gran cuenca Desaguadero-Salado-Chadileuvú-Curacó, originalmente tenía al Diamante como afluente. El río tenía el doble del caudal medio que en la actualidad: 32 m³/s fueron hasta 1806, que es cuando se realizó el desvío, de alrededor de 70 m³/s. Esa

cantidad ayudaba a entender esa enorme planicie aluvial sobre la que se desenvuelve el río, que tiene más de 250 km de norte a sur, con un ancho variado. Es el resultado geológico y geomorfológico de la construcción del terreno por parte de aquel gran río, que después disminuyó al Atuel histórico. Entre 1806 y las primeras sustracciones de agua, que comienzan en 1917, el Atuel entraba a La Pampa por tres brazos principales y al menos dos secundarios. Ellos eran: el Atuel propiamente dicho, que pasaba por atrás de Santa Isabel; el arroyo de la Barda, que era el mismo brazo que encontramos en la actualidad (hoy en día es el único que conduce agua); y el arroyo Butaló, que era el más extenso y se prolonga en La Pampa, hasta Limay Mahuida, o sea 270 km en territorio pampeano. Todos esos brazos generaban como principal característica una enorme superficie de bañados. Esos bañados tenían unos 3000 km². Comprendían los cauces que traían el agua, lagunas, bañados propiamente dichos, lagunas temporarias y cauces que se activaban según la dinámica de crecientes que tuviera el río. Existen testimonios de 1.770 que hablan de unos 100 km inundados.

A partir de entonces se produce un deterioro ambiental continuo como consecuencia del corte o las interrupciones que ha sufrido el río a lo largo de la historia del uso humano aguas arriba. La interrupción del río en la década del 40 como consecuencia de la construcción del dique el Nihuil en la provincia de Mendoza, fue uno de los impactos más importantes en la organización ambiental del Atuel y todo el sistema que éste integra. En realidad, es un proceso que se venía dando un tiempo antes, cuando en el año 1918 se produce la primera interrupción. El corte de un brazo de un río en aquel momento implicó, en principio, el retiro de pobladores que estaban a su vera, quienes se trasladaron al otro brazo que había quedado corriendo, que es el brazo Butaló. Cuando el Butaló es interrumpido en la década del '30 se vuelve a generar otra crisis, porque se ven afectadas las pasturas. Como consecuencia se produce el retiro de hacienda y también afecta los valores de la tierra y los pobladores locales. Por último, con la interrupción que se produce en el año '47, se produce una situación de secamiento generalizado, puesto que al dejar de correr agua por los cauces, éstos se embancan y comienzan a formarse una serie de médanos, que son muy propensos a las voladuras por estar constituidos por un material muy liviano. También afecta a las pasturas porque es una zona de grandes variaciones térmicas. En verano hay altas temperaturas, y ello incide en que haya una gran evaporación. Consecuentemente, los pastos naturales, propios de zonas húmedas, disminuyen notablemente y solo quedan pastos que no son muy adecuados para el ganado. También, los ovinos que pastaban a lo largo de todo el valle disminuyen drásticamente su cantidad. Se produce un deterioro de la vegetación porque los árboles que había ven frenado su desarrollo. Además, esto se ve reflejado en la pérdida de la riqueza piscícola y de aves, sobre todo en la zona de los humedales.

Al comenzar la década del 70, que es cuando se va a reactivar el río, nos encontramos desde el punto de vista de lo humano, con un gran despoblamiento y una pérdida de actividades económicas, que llevaron a una economía pastoril extensiva, fundamentada en el ganado caprino y algo de vacuno, y prácticamente un retroceso total del ovino.

También se deterioraron las aguas que quedaron en superficie. En síntesis, el deterioro ambiental se transformó en una tragedia ambiental y económica regional.



Fuente: Fundación Alihuen

El río Atuel corría en condiciones normales, por ser un río alimentado por precipitaciones nivales en la cordillera registra un momento de creciente, que habitualmente se daba desde octubre hasta febrero o marzo, y después disminuían los caudales en la medida que dejaba de precipitar y de derretir la nieve en la cordillera. Cuando el año hídrico era rico, el río desbordaba en las grandes extensiones que había en aquellas épocas cubiertas de grandes pastizales, por cuanto es una formación deltaica, lo que significa que el río tiene allí poca velocidad, los materiales que arrastra se depositan, y eso hacía que se derramaran a lo largo de cientos de km².

Los pobladores locales estaban organizados y adaptados a estos ciclos de inundación. Pero de las extensiones cubiertas de agua, el paisaje se transforma en grandes extensiones cubiertas de arenales. Debido a que es una zona de gran evaporación las lluvias se infiltran y lo que queda superficialmente se evapora rápidamente. Por lo tanto, una serie de sequía recurrente se comienza a asociar con la región, modificando las funciones ecológicas de forma irreversible.

En el río también se producen otros efectos, se produce un embancamiento debido a la pérdida de velocidad y la capacidad de arrastre de sedimentos. Asimismo, otros obstáculos se presentan por el depósito de ramas y materiales que no pueden ser removidos. Estos obstáculos naturales generan el problema, de que cuando el río vuelve tiene que cavar nuevos cauces. Cuando el río llega, de esta forma, afecta a los pobladores porque es una zona donde hay muchos cauces abandonados.

La única forma de revertir todas estas amenazas es recuperando ese caudal mínimo fluvio-ecológico y poner así en funcionamiento nuevamente al humedal, teniendo en cuenta también la calidad del agua.

El caso de los Manglares

Los Manglares representan un ecosistema relevante como caso de estudio. A nivel global estos ecosistemas han sido seriamente degradados, con drásticas pérdidas para la economía mundial y los medios de sustento. Estos ecosistemas se pierden a un ritmo tres a cuatro veces mayor que los bosques terrestres del mundo.

El impacto de las obras de infraestructura en la capacidad de adaptación de los humedales

Desde 1980, se estima se han perdido alrededor de una quinta parte de los manglares del mundo, principalmente por el desarrollo de granjas de camarón y del desarrollo costero.

Los datos y evaluaciones económicas proporcionan algunos de los argumentos más poderosos a favor de la gestión, la protección o la restauración de los manglares. Los estudios estiman que los manglares generan entre 2000-9000US\$ por ha/año, considerablemente más que lo generado en usos alternativos, como la acuicultura, la agricultura o el turismo.

Los manglares contribuyen a la subsistencia local y global al proporcionar recursos forestales como madera, leña y materiales, así como productos no madereros. También se reconocen como un importante cinturón verde y sumidero de carbono que protege las zonas costeras de los desastres naturales como los tsunamis, los ciclones y la erosión resultante del incremento del nivel del mar, sobre todo en los pequeños Estados insulares. Existe evidencia de que en algunas ubicaciones, los manglares incluso redujeron el impacto del tsunami del Océano Índico en 2004, comparativamente con las áreas donde los manglares habían sido deforestados.

Por otro lado, representan un reservorio importante de carbono orgánico en los suelos de manglares, lo que significa que podrían jugar un papel importante en el proceso de mitigación del cambio climático.

Sian Kaan Manglares, Riviera Maya, Cancun, Mejico



Los manglares también se encuentran entre los más importantes hábitats intermareales para la pesca marina y costera. Se ha estimado que las especies relacionadas con los manglares soportan el 30% de la captura de peces y casi 100 % de la captura de camarón en los países del sureste asiático, mientras que los manglares y los hábitats asociados en Queensland, Australia, dan soporte al 75 por ciento de la pesca comercial.

Además, los manglares pueden constituir un claro ejemplo, de cómo usar los servicios ambientales que proveen los ecosistemas como instrumentos de adaptación al cambio climático. A continuación se citan algunos ejemplos, que distinguen las diferencias entre los

países, y dan pautas de cómo las políticas de adaptación podrían implementarse en las distintas circunstancias nacionales.

La destrucción de los manglares es a menudo causada por decisiones tomadas a nivel local, las fuerzas del mercado, la demanda industrial, el aumento de población, o la pobreza y en muchos países, y también en muchos casos está determinada por las decisiones de alto nivel político.

En Filipinas, por ejemplo, el fomento de la acuicultura a nivel estatal, que se remonta a la década de 1950, llevó a pérdidas masivas. En Malasia, en contraste, prevalece la propiedad de los manglares a nivel del estado. Si bien ha habido pérdidas, grandes áreas se mantienen en las reservas forestales, gestionadas para la producción de madera y carbón, con beneficios también para la pesca.

Las tendencias en el aumento o la pérdida de manglares se pueden revertir de manera rápida y dramática. Las leyes que imponen normas a la acuicultura o para la minimización de la contaminación del agua limitan enormemente la estructura de nuevos avances en la acuicultura.

Nuevas políticas y proyectos de plantaciones de manglares de manera extendida han permitido restaurar valiosos servicios ecosistémicos, por ejemplo en Filipinas. También políticas de compensación de las pérdidas con reforestación se han utilizado en la Florida y Australia. Otros países, como México, Belice, Tanzania y Mozambique, han establecido también una protección jurídica general para los manglares, controlando las actividades destructivas a través de sistemas estrictos de autorización.

Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes: pesca por rodeo



Fuente: Alejandro Tello / Perú

Los manglares son la ilustración muy clara de por qué los seres humanos necesitan la conservación de la naturaleza, y ejemplifica de manera inequívoca la sinergia entre el bienestar humano y los bosques. Los árboles dan madera dura y resistente con múltiples usos, se puede obtener uno de los mejores carbones vegetales en el mundo. Los manglares promueven una mayor productividad de peces y mariscos en todas las aguas costeras, y contribuyen enormemente a prevenir la erosión y mitigar los riesgos naturales desde ciclones hasta tsunamis y constituyen defensas costeras naturales.

Conclusiones

Existen diferentes herramientas para considerar el impacto ambiental en relación con la biodiversidad, de acuerdo al nivel de las acciones previstas. Para analizar las políticas se usa la Valoración de Escenarios Alternativos VEA, la cual permite definir marcos adecuados para la planificación. Para los Planes y Programas se dispone de las herramientas técnicas de la Evaluación Ambiental Estratégica EAE o SEA (por la sigla internacionalmente reconocida del inglés Strategic Environmental Assessment). Los EIA son una herramienta destinada a obtener conocimientos sobre el desempeño ambiental futuro de los proyectos.

Entre los principios y criterios a tener en cuenta es necesario recalcar en primer lugar que la adaptación al cambio climático debe integrarse en todos los sectores del desarrollo, particularmente en las consideraciones ambientales y sociales de las evaluaciones de impacto ambiental y social de los proyectos de infraestructura y en las evaluaciones estratégicas de los programas nacionales.

Uno de los principales lineamientos a tener en cuenta, es modificar la consideración de los aspectos estructurales naturales dentro de las obras de infraestructura. Es decir, es necesario revalorizar la función que cumplen las estructuras de los ecosistemas y sus funciones, incorporándolas en el diseño de las obras. Este enfoque permitiría disminuir las modificaciones introducidas a los ecosistemas y sus ciclos naturales. Asimismo, cuando fuera posible podría evaluarse la restauración ecológica como potencial mecanismo para satisfacer las necesidades humanas. Es decir, aprovechar y usar explícitamente los ecosistemas de una manera integral, como por ejemplo, conservar o restaurar los ecosistemas costeros, en lugar de proponer obras de contención de inundaciones. Mantener los humedales y ecosistemas ribereños, como forma de reducir la contaminación y la erosión, y aumentar la protección contra inundaciones. Utilizar de manera natural los humedales para el tratamiento de residuos. Incorporar tecnologías apropiadas para el manejo de los ecosistemas de acuerdo a sus funciones ecológicas.

Para ejemplificar algunos de los aspectos relativos a los potenciales mecanismos de adaptación al cambio climático en relación a las obras de infraestructura y los humedales, se muestra una tabla comparativa de algunos casos con propuestas u opciones que permiten analizar las causas de los principales problemas creados por las obras de infraestructura, y vincularlos con los aspectos relativos al fortalecimiento de las capacidades adaptativas, por medio de la incorporación de las consideraciones relativas a la conservación de las funciones de los humedales como instrumentos de adaptación, la promoción de la restauración de estos servicios, cuando se encuentren degradados y el aumento de la protección, en el caso de que sean vulnerables al impacto del cambio climático.

Lugar	Principales impactos directos	Causa	Efectos ecológicos	Instrumentos de adaptación
Mar Aral	Disminución de la superficie del cuerpo de agua	Desvío para irrigación de campos de algodón de los afluentes principales	Salinización Pérdida de especies nativas Efectos en la salud Destrucción de pesquerías y pueblos pesqueros	Dique de contención y restauración ambiental

Bañados del Atuel	Desertificación generalizada	Represas y desvío del agua para irrigación	Disminución de la productividad agrícola Perdida biodiversidad Impactos sociales	Mantenimiento de los caudales ecológicos mínimos
Manglares	Perdida del hábitat	Deforestación para acuicultura y desarrollo turístico	Aumento de la erosión Perdida de recursos pesqueros y biodiversidad Cambios en el ciclo hidrológico	Protección y restauración de manglares
Lago Mono. California.	Nivel del agua se redujo en 13,7 mts	Abastecimiento de agua potable para la ciudad de Los Ángeles	Aumento del 100% de la salinidad	Búsqueda de nuevas fuentes de agua potable
Lago Chad. África	Degradación generalizada del cuerpo de agua	Cambios en los patrones de lluvias y sequías Utilización de agua en la cuenca alta	Disminución de agua potable disponible para las comunidades. Reducción de las poblaciones de peces Concentración de la contaminación	Disminución de la presión de uso del recurso hídrico Conservación de los ecosistemas en la cuenca alta
Marismas de Macquarie. Australia	40-50% de reducción de la superficie	Uso extractivo para agricultura irrigada	Reducción de la biodiversidad de especies de aves.	Plan de Gestión Integral a lo largo de toda la Cuenca
Canal de Panamá y humedales asociados	Eventos Climáticos extremos	Deforestación y cambio en el ciclo hidrológico	Daño de la infraestructura Sedimentación Contaminación Perdida de hábitats	Creación de áreas protegidas como protectoras de cuenca Restauración de humedales y reforestación

En términos generales, los temas más relevantes que aplican a todos los casos de estudio de modo generalizado, es el uso racional del agua en la cuenca alta y la conservación de los ecosistemas que regulan los ciclos hidrológicos en la misma. La Gestión Integral de Cuencas debería utilizarse para tener en cuenta todos los usos, incluyendo los caudales mínimos necesarios para el mantenimiento de las funciones ecológicas de los sistemas de humedales. Asimismo, esta gestión integral debería planificarse considerando los escenarios de cambio climático y las variabilidades climáticas y sus extremos. Muchos de los daños ecológicos

producidos por la infraestructura se producen cuando suceden eventos climáticos extremos. La conservación del ecosistema cumple funciones de amortiguación de los extremos en las cuencas y en las costas y riberas. El ejemplo de los manglares, se resalta como una actividad de conservación que cumple objetivos económicos, ecológicos y también de adaptación al cambio climático, siendo una opción beneficiosa aún en ausencia de un escenario de cambio climático.

Sin embargo, en la actualidad las EIAs pocas veces incorporan los escenarios de cambio climático y consideraciones para la adaptación o para la creación de capacidades adaptativas, considerando el valor de los humedales. En algunos casos, como la DIA del Dique Potrerillos, en la Provincia de Mendoza, se han incluido consideraciones relativas a la conservación de los caudales ecológicos mínimos para los humedales existentes agua abajo. Sin embargo, no se ha verificado su cumplimiento efectivo. Por otro lado, a pesar de que existen algunos lineamientos desarrollados por el Banco Mundial para la incorporación del cambio climático dentro de sus operaciones, no se ha avanzado hacia una definición operativa dentro de las EIAs y dentro de las políticas de salvaguardas ambientales y sociales.

La necesidad de identificar lineamientos que puedan pautar la integración de estos aspectos dentro del planeamiento de las obras de infraestructura y en el ciclo de desarrollo de los proyectos debería hacer énfasis en los puntos ejemplificados en los casos de estudio, y que pueden resumirse de la siguiente manera:

- 1) **Evitar la degradación del ecosistema** mediante el uso de las funciones naturales del ecosistema, minimizando la intervención de las obras de infraestructura. Promover las soluciones “naturales”, es decir utilizar los servicios ecosistémicos para suplantar las funciones de las obras de infraestructura, cuando sea posible.
- 2) **Restaurar los ecosistemas y sus funciones ecológicas**, como una medida de adaptación al cambio climático y como una manera de revertir los impactos de la intervención humana a través de obras de infraestructura.
- 3) **Incorporar las tendencias climáticas en el diseño y planificación de las obras de infraestructura y en el análisis de sus impactos ambientales y sociales**, incorporando opciones “ganar-ganar”, es decir que sean ambientalmente y económicamente beneficiosas aún en escenarios sin cambios climáticos.
- 4) **Incorporar las escalas temporales y espaciales de modo explícito en un marco de planificación integrada**. Las opciones de obras de infraestructura y las medidas de adaptación no deben desarrollarse en relación a tendencias climáticas de corto-plazo, lo cual podría conducir a prácticas de mal-adaptación y/o opciones que agudicen las desigualdades y los costos de la infraestructura.
- 5) **Incorporar la conservación de los humedales y la gestión de sus funciones**, en la planificación de las obras relacionadas a la gestión del recurso hídrico.
- 6) **Eficienciar la gestión del recurso hídrico, a través de la gestión de la demanda hídrica**, considerando las necesidades mínimas de caudales ecológicos necesarias para mantener las funciones ecológicas de los humedales agua debajo de las obras de infraestructura.

Bibliografía

IPCC. 2007. *Climate Change 2007, the Fourth IPCC Assessment Report.*, Working Group 3, Annex 1, Glossary, <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/ar4-wg3.pdf>

M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, (Eds.). 2007. In: *Climate Change 2007, the Fourth IPCC Assessment Report.*, Working Group 2. Summary for Policymakers. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 7-22.

Banco Mundial. Trabajo Técnico Número 139. Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Volumen I. Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales. Departamento de Medio Ambiente. 288 p. Washington, D.C.

Banco Mundial. Trabajo Técnico Número 140. Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Volumen II. Lineamientos Sectoriales. Departamento de Medio Ambiente, Washington, D.C.

Klein, R.J.T. et al. 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (M.L. Parry et al. Eds.). : Inter-relationships between adaptation and mitigation.* Cambridge University Press, Cambridge, U.K., and New York, N.Y., U.S.A. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch18s18-es.html

B. Smit, J. Wandel. 2006. *Adaptation, adaptive capacity and vulnerability Global Environmental Change* 16 : 282–292.

World Resources Institute. 2005. *Servicios de los Ecosistemas y Bienestar Humano: Síntesis de Humedales y Agua en: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005.* Washington, D.C. http://www.millenniumassessment.org/documents/MA_WetlandsandWater_Spanish.pdf

Scientific & Technical Review Panel (STRP). 2008. *Ramsar COP10 DOC.25: Información adicional sobre las cuestiones relativas al cambio climático y los humedales.* http://www.ramsar.org/pdf/cop10/cop10_doc25_e.pdf

The Royal Society. 2008. *Biodiversity-climate interactions: adaptation, mitigation and human livelihoods, Report of an international meeting, June 2007.* 49 pp. Science Policy Section, London, <http://royalsociety.org/displaypagedoc.asp?id=29026>.