

Experiencias en la aplicación del enfoque GEO en la evaluación de ecosistemas degradados de Iberoamérica

Editores

Alejandra Vanina Volpedo

Lucas Fernández Reyes

Joaquín Buitrago

Publicado por:

RED CYTED 411RT0430

**“Desarrollo de metodologías, indicadores ambientales
y programas para la evaluación ambiental integral
y la restauración de ecosistemas degradados”**



**PROGRAMA IBEROAMERICANO
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
PARA EL DESARROLLO**

2011

Esta obra es una contribución de la Red 411RT0430 “Desarrollo de metodologías, indicadores ambientales y programas para la evaluación ambiental integral y la restauración de ecosistemas degradados” del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

© Programa CYTED, 2011

Edición: Alejandra Vanina Volpedo, Lucas Fernández Reyes y Joaquín Buitrago
Buenos Aires, Argentina, diciembre 2011
ISBN: 978 987 27758 0 3
Impreso por Print & Services

Índice

Un Enfoque EAI - GEO. El caso del Parque Nacional Laguna de La Restinga, Isla De Margarita, Venezuela. Joaquín Buitrago y Rada Martín	6
Aplicación del modelo GEO (FMPEIR) a los ecosistemas acuáticos pampeanos (Argentina) Alejandra V. Volpedo y Alicia Fernández Cirelli	20
Resultados preliminares de la evaluación ambiental integral de los principales humedales de Cuba. Caso Ciénaga de Zapata. Lucas Fernández Reyes, Miriam Labrada Ponz, Grisel Barranco, Obllurys Cárdenas, Ada Roque Miranda, Hilda Alfonso de Anta, Liz Marrero y Laura Azor	36
Diagnóstico ambiental de la Cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela. Giuseppe Giuseppe Colonnello, Oscar Lasso-Alcalá.	62
Principales problemas de los recursos hídricos del humedal Zapata identificados por los indicadores de FMPEIR. Katia del Rosario Rodríguez. y Viera Petrova Nicolaevna	78
Aplicación del Modelo GEO (FMPEIR) al Parque Natural de l'albufera de Valencia (Humedal costero, Este de la Península Ibérica). Vicent Benedito, Miguel Martín, Alejandra V. Volpedo, M. E. Rodrigo Santamalia.	90
Los agrosistemas: acercamiento a las condiciones problemáticas en el contexto municipal de Güines, Cuba. Grisel Barranco	106
Estado actual de los humedales costeros en la provincia La Habana, Cuba. José Manuel Guzmán Menéndez, Leda Menéndez Carrera, Rocío Suárez Delgado y Lázaro Rodríguez Farrat.	122
Humedal costero sur de Artemisa – Mayabeque: Principales causas y consecuencias de su deterioro. Leda Menéndez Carrera y José M. Guzmán Menéndez	132
Identificación de variables inductoras de degradación en ecosistemas de alta montaña (páramos, morrenas, y glaciares) en el Ecuador Remigio H. Galár	140
Humedales del Parque Nacional Palo Verde: Problemática y Principales Medidas Correctivas. Rigoberto Rodríguez Quirós.	150
Evaluación de factores causantes del deterioro de ecosistemas y pérdida de la biodiversidad en la Amazonía ecuatoriana Remigio Galárraga, Cornelia Brito, Elvia Gallegos y Vanessa Mendoza	160
Indicadores ambientales de las presiones, estado e impactos en la cuenca del río hacha (región andino - Amazónica colombia) Marlon Peláez Rodríguez & Hernán García López	174

Cultura, medio ambiente y economía experimental: manejo del recurso pesquero en el sistema de lagos de Yahuaraca, Amazonia colombiana	186
Camilo Torres, Mónica Pérez Rúa, Abel Santos, Santiago Duque.	
Análisis comparativos de los procesos degradativos, sus causas y consecuencias en dos regiones de América Latina.	210
Obllurys Cárdenas López.	
Los bosques de mangles de la bahía de Cienfuegos: Estado actual.	224
Leda Menéndez Carrera, José Manuel Guzmán Menéndez, Lázaro Rodríguez Farrat, Arelys Sotillo Enriquez, Zehnia Cuervo Reinoso, Elizabeth Roig Vilariño y Yenizeys Cabrales	
Diagnóstico de las comunidades de chaguaramales y morichales en el golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela. Las fuerzas motrices, presiones e impactos observados y medidas de conservación.	234
Giuseppe Colonnello, Daniel Muller, María Rincón, Gustavo González	
Efecto del cambio de cobertura vegetal sobre las propiedades hidrofísicas del suelo en un área de páramo, sur del Ecuador	254
Pablo Quichimbo, Irene Cárdenas, Gustavo Tenorio, Patricio Crespo, Pablo Borja, Rolando Célleri.	
Lagos y lagunas de montaña del norte de la patagonia (38-41° S) y sus potenciales valores ecosistémicos.	266
Patricio De los Ríos-Escalante, Enrique Hauenstein, Patricio Acevedo y Mario Romero-Miéres.	
La calidad de las aguas de pozo de uso agrícola en Puerto Saavedra (38°S, Chile).	274
Nelson R. Rivera, Patricio De Los Rios y Oriana Betancourt	
Evaluación del estado de la calidad del agua del lago de Atitlán, Guatemala.	282
Francisco Pérez	
Ensamblajes zooplanctónicos (copepodos y cladoceros) y concentración de clorofila en sitios ubicados en lagos patagónicos con diferente grado de intervención antrópica.	295
Carolina Barrera y Patricio De los Ríos-Escalante	
Fauna acuática en el humedal de Mahuidanche (38° S, Región de la Araucanía, Chile).	306
Patricio De los Ríos-Escalante, Luciano Parra-Coloma, Juan Norambuena y Cristian Soto	

PRÓLOGO

Iberoamérica es una región de grandes contrastes. Posee la mayor extensión de selva húmeda tropical y la mayor extensión de tierras húmedas del planeta y al mismo tiempo el desierto más seco del mundo. Tiene la mayor diversidad de especies de las regiones del mundo y cuenta con seis países considerados megadiversos (Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela), pero esta inmensa biodiversidad está amenazada, gran parte de los ecosistemas de la región están siendo degradados o se están usando de manera insostenible con peligro de aparición de cambios irreversibles. De las 164 ecoregiones que posee, 137 se ubican en las categorías de vulnerables, amenazadas y en peligro de extinción. A pesar de sus enormes riquezas naturales, es una de las regiones del mundo con mayor índice de desigualdad, pobreza y desempleo.

Para resolver estos agudos desafíos ambientales cuyas causas y consecuencias son sumamente complejas, los órganos de decisión a diferentes instancias deben contar con la información pertinente y necesaria sobre el estado del medio ambiente y su interacción con el desarrollo humano. Una manera efectiva de lograr este propósito es mediante la realización de Evaluaciones Ambientales Integrales (EAI) basadas en el enfoque GEO (Global Environmental Outlook), desarrolladas por el PNUMA, según mandato de la Asamblea General de las Naciones Unidas, para monitorear continuamente el estado del medio ambiente a escala global, regional y local.

En este contexto, la Red CYTED “Desarrollo de metodologías, indicadores ambientales y programas para la evaluación ambiental integral y la restauración de ecosistemas degradados”, se presenta como una iniciativa regional de apoyo al programa del PNUMA, en la cual se pretende promover el intercambio de experiencia, la generación y transferencia de conocimientos científicos, la capacitación de recursos humanos, la formulación de proyectos de investigación y el desarrollo de acciones de difusión en materia de evaluaciones ambientales integrales y metodologías de restauración de ecosistemas degradados. Con 15 grupos de investigación de 11 países iberoamericanos, la Red proyecta realizar evaluaciones ambientales integrales con enfoque GEO en un grupo de ecosistemas funcionalmente diferentes, relevantes por sus bienes y servicios que proporcionan y altamente vulnerables a los efectos de los cambios ambientales.

Como parte de este esfuerzo, en la presente monografía se presentan 23 contribuciones de los grupos de investigación de la Red que resumen diferentes experiencias en materia de evaluación de ecosistemas degradados en una amplia variedad de ambientes de Iberoamérica, que van desde lagos patagónicos hasta costas caribeñas pasando por páramos andinos y agrosistemas.

Los editores

UN ENFOQUE EAI - GEO. EL CASO DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA DE LA RESTINGA, ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA.

An EIA – GEO. The case of La Restinga Lagoon National Park. Margarita Island, Venezuela.

Buitrago Joaquín¹ y Rada Martín²

¹Estación de Investigaciones Marinas de Margarita (EDIMAR) Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Final Calle Colón, Punta de Piedras. Isla de Margarita.

jbuitrago@edimar.org; buitrago.joaquin@gmail.com

²Departamento de Ciencias. Núcleo de Nueva Esparta. Universidad de Oriente. Guatamare. Isla de Margarita. Venezuela.

martin.rada@ne.udo.edu.ve; mrada@edimar.org

RESUMEN

GEO (Global Environmental Outlook), mandato de la Asamblea General de las Naciones Unidas, (1972), al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), estipula que debe monitorear el estado del medio ambiente. Se hace mediante la Evaluación Ambiental Integral (EAI) produciendo y difundiendo información sobre interacciones entre el ambiente y la sociedad. Se han realizado EAI a diferentes escalas, desde globales, hasta locales. El EAI se basa en 5 criterios: Fuerzas motrices, Presiones, Estado actual, Impactos y Cambios. Se evaluó el Parque Nacional La Restinga, con un inventario cuantitativo de servicios ecosistémicos que el parque proporciona. Las principales fuerzas motrices son el crecimiento: poblacional, de la demanda de pescado, tierras y turismo. Las presiones, y los impactos que generan, incluyen actividades ilegales, como pesca con redes, cacería y uso de leña entre otras, pero también actividades fuera del parque. La cuenca de la laguna se está urbanizando rápidamente y así como la construcción de vías, causa erosión que aumenta la tasa de colmatación de la laguna. Vertidos de residuos sólidos y líquidos, así como el incremento en la navegación y refugio de embarcaciones, aumentan el grado de contaminación. Obras de protección costera cerca del parque amenazan con romper la barra arenosa. Todo esto causa pérdida de biodiversidad, disminución de exportación de nutrientes y alevines y pérdida de atractivo escénico. El estado actual se evaluó cuantificando, mediante 7 diferentes métodos, el valor económico y social de 27 servicios ecosistémicos. El valor total anual prestado por el parque se estimó en 56.7 millones de US Dólares con beneficios de 47.9 millones de US Dólares y un valor social de cerca de 29 mil días hombre de trabajo. Las respuestas planteadas son: educación ambiental, aportes de los beneficios a autoridades del parque, control de ingreso, vigilancia, cuotas pesqueras, zona de amortiguamiento e investigación.

Palabras clave: Evaluación EIA-GEO, Parque Nacional, Laguna costera, Manglares, La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela.

SUMMARY

GEO (Global Environmental Outlook) is an UN (United Nations) General Assembly mandatory resolution to UNEP (United Nations Environmental Program). The main objective is to monitor the state of the environment. The main way to achieve this objective is through an IEA (Integrated Environmental Assessment). Dozens of IEA from Global to national, regional and local level have been constructed. The IEA is based in five criteria; Driving forces, Pressures, State, Impacts and Responses. We evaluated La Restinga Lagoon National Park using a quantitative inventory of ecosystem services. The main driving forces are the increasing population, fish demand, tourism and need for land for housing facilities. Pressures and Impacts include illegal activities like net fishing, hunting and wood picking, but also activities outside the park boundaries. Lagoon basin is being urbanized quickly. Road building erosion increases lagoon sedimentation. Liquid and solid residues are common and rise with more aquatic traffic. Coastal protection infrastructure near park boundaries threatens the sand bar. The present state was evaluated quantifying by 7 different methodologies the economic and social of 27 different ecosystem services identified. The annual total value of ecosystem services was estimated at 56.7 million US Dollars and profits of 47.9 million US Dollars. Social value was calculated at 29 thousand man/day of work. Responses proposed to ease pressures on park include; environmental education, research and monitoring, control, use of benefits by park authorities, fishing controls and the creation of a buffer zone in park basin.

Keywords: IEA-GEO Evaluation, Nacional Park, Coastal Lagoon, Mangroves, La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

GEO (Global Environmental Outlook), mandato de la Asamblea General de las Naciones Unidas, (1972), al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), estipula que debe monitorear el estado del medio ambiente mediante EAI (Evaluaciones Ambientales Integrales). La metodología subyacente al proceso de las EAI es producto de la evaluación insignia del PNUMA sobre el estado y tendencias del medio ambiente mundial: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO). Un objetivo de GEO es ayudar a desarrollar y fortalecer las capacidades necesarias para realizar evaluaciones ambientales integrales (EAI) que sean prospectivas y para la elaboración de informes (PNUMA, 2009). Los informes pueden ser globales, nacionales, regionales o locales. Cada vez es más común realizar informes locales en profundidad, que permiten, con datos más precisos ver el estado y las tendencias de un lugar.

La Restinga es un Parque Marino Costero de 18862 ha creado el 6 de Febrero de 1974 con el objetivo de preservar y conservar una muestra relevante y representativa del sistema de lagunas litorales venezolanas, (República de Venezuela, 1991) como es la Laguna de La Restinga, la más importante de la Isla de Margarita (Figura 1).

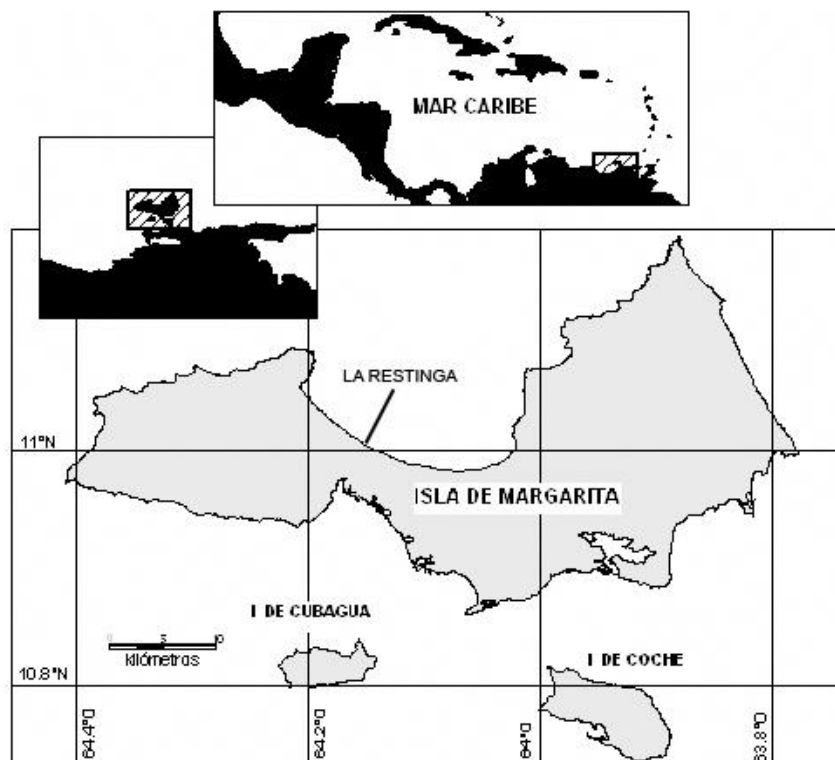


Figura 1. Ubicación relativa del Parque Nacional Laguna de La Restinga

Por la importancia de los manglares y ambientes asociados el P.N. La Restinga, en 1996 fue incorporado por la Convención de Humedales Ramsar a su lista de humedales de importancia internacional. El parque posee cuatro áreas claramente definidas (INPARQUES, 1982, 2006): el sistema lagunar, los manglares, la propia barra o restinga, las comunidades xerófilas alrededor del parque. A ellas deberíamos agregar la zona marina al norte del territorio insular del Parque y que abarca, tanto buena parte de la Ensenada de La Guardia, como el litoral, las aguas y fondos someros al norte de Punta Tigre, El Maguey, Arenas y Arenitas.

El sistema Lagunar posee una superficie de cerca de 3000 ha (Monente, 1978, Troccoli et al., 2000) entre la superficie permanente de espejo de agua, el área de manglares y la zona inundable estacionalmente. Pérez (2006), utilizando ortofotomapas, estima en 1147 ha el espejo de agua, en 1036 ha los manglares y en 455.4 ha las zonas de inundación para un total de área lagunar de 2638 ha. La laguna tiene forma triangular y una sola comunicación con el mar por un canal en el sur de la misma, considerándose un estuario negativo (Gómez-Gaspar, 1983). Por el norte está separada de la Ensenada de la Guardia por una barra o restinga de 23 kilómetros de largo por donde existen eventuales filtraciones y rebalses de agua durante tormentas (Zarzosa 1974, Monente, 1978).

Las observaciones hidrográficas más exhaustivas sobre la laguna se realizaron entre 1969 y 1970 (Voltolina, 1974; 1974a 1974b; Voltolina et al., 1975), incluyendo

observaciones durante ciclos de marea. Salazar (1996) y otros autores han realizado otros estudios, incluyendo las concentraciones de contaminantes como los hidrocarburos (Heredia, 2001).

Todo el cuerpo o borde principal de la laguna se encuentra cubierto por el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle negro (*Avicennia germinans*). El primero cubre unas 500 ha aproximadamente, mientras que el mangle negro se extiende por un área de 400 ha ubicada en los canales de menor circulación (Hoyos, 1985). El mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) se encuentra hacia el sector oeste de la laguna y el mangle de botoncillo (*Conocarpus erectus*), en la periferia del manglar, donde el contacto con el agua es menor (Hoyos 1985). Pérez (2006), utilizando ortofotomapas, estima en 1036 ha los manglares actuales.

El fondo de la laguna posee amplias praderas de *Thalassia testudinum* especialmente en la zona sur y de *Halodule sp.*, en las porciones más internas (Troccoli et al. 2000). En la Laguna de La Restinga (sin contar la parte externa marina del Parque) se han reportado 156 especies de peces, 99 de moluscos y 87 de crustáceos, además de innumerables especies de varios fila de fauna asociada.

Al norte, la laguna está separada del mar por una barra arenosa o restinga de 23,5 km de longitud, que constituye la única unión firme entre las dos porciones que conforman la Isla de Margarita, conectando la población de La Guardia con la zona denominada El Saco; es de gran atractivo turístico para la región y de gran proyección nacional e internacional. El sector más oriental de la barra está constituido básicamente por gravas, mientras que hacia el oeste, aumentan los contenidos de arenas, principalmente carbonatos producto de la meteorización de conchas de bivalvos Guacucos (*Tivela mactroides*) estimada en varios miles de toneladas (Etchevers, 1976; Marcano, 1990; Buitrago et al., 1991; Mendoza y Marcano, 2000), además existen otras especies tanto de bivalvos como el chipi-chipi (Marcano et al., 2003), como equinodermos y crustáceos. La playa o restinga además constituye un sitio de anidación de tortugas marinas, aunque se han reportado al menos cuatro especies, la más común es la cardón (*Dermochelys coriacea*). Las otras tres especies; la verde (*Chelonia mydas*), la cabezona (*Caretta caretta*) y la carey (*Eretmochelys imbricata*) anidan con más frecuencia en las playas de la parte occidental del parque, Arenas, Arenita, Manzanillo y Boca de Macanao.

El Parque, además de las áreas marinas y costeras, incluye áreas de ambientes xerófitos, cardonales, bosques secos y maleza desértica tropical. Esta combinación de ambientes hacen que el P.N. posea una rica fauna terrestre, entre la que se encuentra el único depredador tope de la isla: el cunaguaro. De las 107 especies de aves reportadas en la Laguna de La Restinga, dos de ellas se encuentran amenazadas de extinción: el ñángaro endémico de la isla *Aratinga acuticaudata neoxena* y la cotorra margariteña, *Amazona barbadensis* única en su familia adaptada a zonas áridas.

Siendo la Isla de Margarita un importante destino turístico, el Parque Nacional está sometido a un intenso uso por este concepto, se estima que en los años 2005 a 2007, periodo de estudio, el parque fue visitado por 260 000 personas, la mitad de ellos turistas internacionales. La principal atracción turística consiste en recorridos en lanchas por los túneles y canales de los Manglares de la laguna.

Las áreas urbanas y el desarrollo costero se están extendiendo en toda la región del Gran Caribe. El crecimiento de las poblaciones costeras y el incremento del número de turistas están añadiendo presiones a los ecosistemas marinos. En los últimos 15 años, el número de habitaciones destinadas al turismo se duplicó y en muchos países estas cifras continúan creciendo rápidamente. En los sitios de construcción, el suelo expuesto y el que no está debidamente confinados puede terminar fácilmente en el escurrimiento que descarga al mar y lagunas costeras, constituyendo los sedimentos y sólidos el mayor volumen de carga (Corbin y Poussart, 2008). El Parque Nacional Laguna de La Restinga no es una excepción a estas presiones.

MÉTODOS

El primer paso para proponer métodos de valoración integral de los servicios prestados por los PN, consiste en definir claramente cuáles son esos servicios en general y cómo están distribuidos geográficamente.

Clasificación de los servicios ambientales

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que la humanidad obtiene del funcionamiento de los ecosistemas. Los servicios ambientales son tan abundantes y diversos que los intentos de clasificación ya sea desde el punto de vista ecológico (Ehrlich y Ehrlich, 1992), o desde el económico y político-geográfico (Bishop y Landell-Mills, 2002) en el cual se dividen de acuerdo a si los beneficiarios son locales, regionales o globales; o una selección de ellos (Myers, 1996), siempre van a traer discusión sobre la pertenencia de un servicio a un tipo o a otro.

Hyvarinen y McNeill, (2003), en la declaración de las Naciones Unidas del Milenio (<http://www.millenniumassessment.org/>) proponen dividir los servicios, de acuerdo a cómo los utiliza la humanidad. Estos beneficios contemplan servicios de suministro, como alimentos y madera; servicios de regulación, como la prevención de inundaciones, protección de las costas y la regulación del clima; servicios de soporte, como el mejoramiento de los suelos y los ciclos de los nutrientes; y servicios de información o culturales, como los beneficios recreacionales y otros beneficios intangibles. Sin embargo, el marco más común categoriza los beneficios que proveen los ecosistemas, en términos de si contribuyen directa o indirectamente al bienestar de la humanidad es decir al tipo de uso (Quiggin, 1998).

A pesar de que el concepto del tipo de uso dado a un bien parece claramente definido, la situación se hace compleja al tratarse de servicios, lo que dificulta la división de valores de uso y de no uso y tiene implicaciones importantes al relacionarse con el concepto de uso sostenible. Aunque se piensa que la proximidad física es normalmente considerada parte esencial del concepto de uso, algunos tipos de uso no requieren de contacto físico con el recurso y son llamados “usos fuera de lugar” o “uso pasivo” (Troeng y Drews, 2004). Esta clasificación dejaría como valores de uso todas las situaciones siempre y cuando el sujeto (usuario) necesite desarrollar alguna actividad (así ésta use otro recurso), para obtener el beneficio. Si el sujeto mantiene contacto físico con el recurso que produce el servicio sería un uso directo y si el contacto no es necesario se trata de

un uso indirecto (Dosi, 2001). El termino uso pasivo se refiere entonces a cuando no hay relación entre el beneficiario y los recursos naturales que generan el valor (Carson *et al.* 2003) y recoge a los términos de “valor de no-uso”, “valor de existencia”, “valor de preservación”, “valor de legado”, “valor motivacional”, “valor intrínseco”, “valor de opción” y “valor de cuasi-opción” (NOAA, 1994, Vicent, *et al.*, 1995 y Carson *et al.* 2003).

Para el presente trabajo y dentro del contexto del P.N. Laguna de La Restinga, se utilizó el esquema de usos y valores mostrado en la Tabla 1.

Tabla 1: Esquema de clasificación de los Servicios según su Uso y Valor, empleado en el estudio del Parque Nacional Laguna de La Restinga.

TIPO DE USO		VALOR ECONÓMICO	VALOR SOCIAL
Usos Directos	Extractivos	Pesquerías dentro del Parque.	Empleo e ingresos
	No extractivos	Turismo, ecoturismo, servicios transados.	Empleo e ingresos. Refugio de embarcaciones.
Usos Indirectos		Criadero de especies pesqueras. Fijación de carbono. Incremento en precio de la tierra y bienes raíces.	Atracción de población y actividades.
Uso opcional		Bioprospección. Semilla para acuicultivos.	Atracción de población y nuevas actividades.
Uso Pasivo, legado o existencia		Reserva, equilibrio ecosistemas	Solaz

Para evaluar el estado actual del PNLR se empleó el criterio de la cuantificación de los servicios ambientales prestados por el parque. Este método permite, por un lado una precisa evaluación, tanto en cantidades físicas como monetarias convertibles, como en servicios sociales (empleo) y culturales.

Valoración de los servicios ambientales

Los métodos utilizados en el presente trabajo se muestran en forma extensa en un artículo publicado por el equipo de trabajo (Buitrago y Rada, 2005). Se usaron 7 métodos diferentes de valoración. Para los servicios de uso directo extractivo, como la pesca, y los servicios de uso directo no extractivos, pero transados, como el alquiler de toldos o sillas se usaron la valoración directa de mercado y la valoración de mercado del beneficio neto real. Para usos como la pesca deportiva el refugio de embarcaciones, la recolección de leña y otros servicios no transados, se usó el método del costo sustituto; ¿Cuánto costaría si se vendiese? ¿Cuánto costaría si se comprase?

Para los servicios de uso indirecto, como el criadero de especies pesqueras, la exportación de nutrientes y materia orgánica y la fijación de carbono, se usaron los métodos de función de producción, que estima el valor económico de servicios ecosistémicos que contribuyen a la producción de servicios mercadeados comercialmente y el de los beneficios transferidos, que estima los valores de beneficios transfiriéndolos de otros estudios ya efectuados en casos similares. Finalmente para el valor pasivo, de legado o de opción se usó la disposición a pagar. Estimando mediante encuesta de cuanto se estaría dispuesto a contribuir con la conservación del Parque.

RESULTADOS

La Figura 2 muestra el esquema EIA – GEO aplicado a el caso del Parque Nacional Laguna de La Restinga.

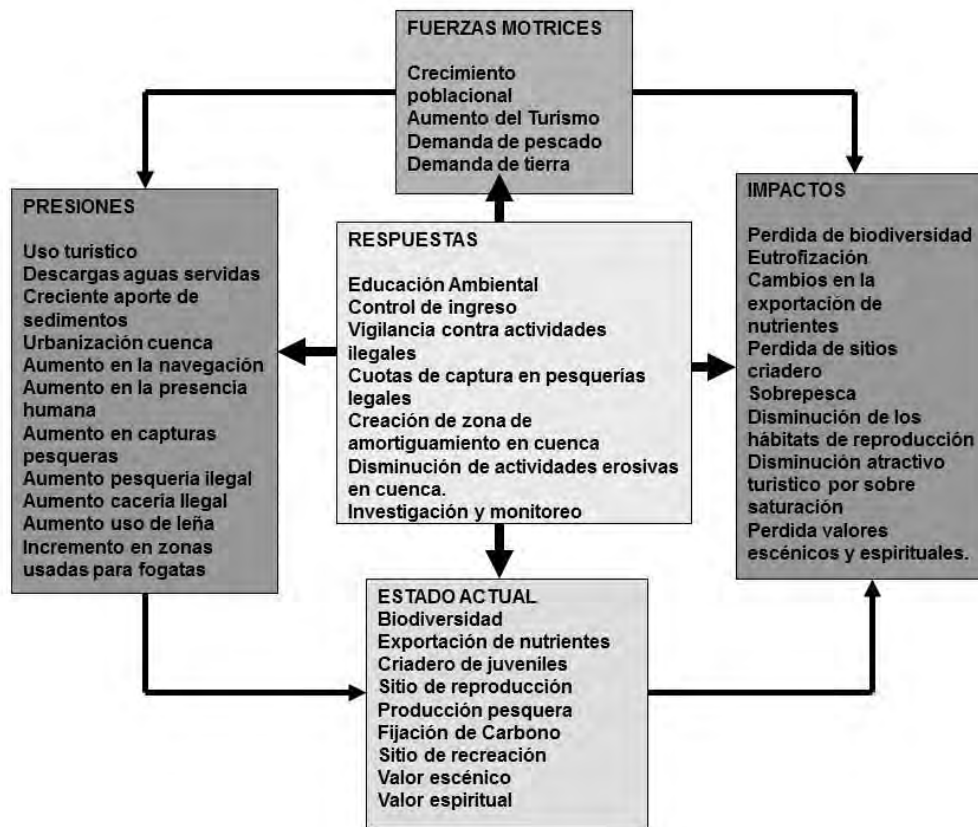


Figura 2. Esquema GEO-EAI del caso Parque Nacional Laguna de La Restinga.

Fuerzas Motrices

La laguna, como todos los sistemas de su tipo, sufre un proceso de colmatación. Este proceso natural se ve modificado por diferentes factores. En la cuenca de la Laguna, calculada en unas 17054 ha, de las cuales una buena parte está fuera del parque, se encuentran varias poblaciones, hay industrias extractivas de arena y se construyen y amplían vías de comunicación, viviendas y otras infraestructuras que implican deforestación, factor que en un clima como el de la Isla de Margarita, de pocas pero

torrenciales lluvias y poca cubierta vegetal, aumenta la erosión y el transporte de sedimentos a la laguna de forma importante. Otros factores de menor magnitud, pero relevantes son el vertido de desechos sólidos y de aguas residuales en la laguna o en su cuenca.

La barra o restinga presenta un proceso regresivo obvio. El incremento de la velocidad de erosión de la playa parece provenir mayoritariamente de la interrupción del flujo de sedimentos de este a oeste producto de acciones antrópicas en el extremo este de la Restinga.

Las intervenciones que hasta ahora se han ejecutado, (Martínez, 2000) de este a oeste son:

- Construcción de una batería de tres pequeños espigones, de poca envergadura en los años 60.
- Construcción de una segunda batería de tres pequeños espigones, ya con penetraciones significativas, entre los años 78 y 79.
- Levantamiento de dos espigones con terminaciones curvas, hacia el este entre los años 86 y 89.
- Construcción de un espigón en forma de Y, seguido de 2 espigones curvos también hacia el este, entre los años 89 y 91.
- Prolongación hacia el oeste de la terminal occidental del espigón en Y, entre los años 91 -95.
- Construcción de una escollera en 1989.

La continuidad de este proceso puede traer consecuencias de difícil predicción para la Laguna.

Presiones

Entre las principales presiones existentes está el creciente uso turístico del parque. No solo por turistas foráneos sino por los mismos habitantes locales, se estima que unas 260000 personas visitan al parque cada año, lo cual es poco más de 14 personas por hectárea, pero el uso se concentra en unas pocas áreas. La progresiva urbanización de la cuenca, la mayor parte fuera del parque, implica una creciente descarga de aguas servidas, parte tratadas, parte solo parcialmente o nada tratadas y un firme crecimiento en el aporte de sedimentos.

El mayor uso turístico genera un aumento en la navegación, pues demanda mas viajes en lancha y crea la necesidad de nuevos sistemas, como el kayaquismo. Esto a su vez causa una mayor presencia humana en sectores del parque anteriormente muy poco visitados.

El incremento en la población circundante crea de inmediato una necesidad de aumento en capturas pesqueras, la mayoría sin un basamento científico que indique su posibilidad e igualmente genera aumento en las pesquerías y cacería ilegales, el uso de leña y las zonas usadas para fogatas.

Impactos

En un Parque Nacional donde a pesar de ser una de las zonas más estudiadas de Venezuela, la mayoría de sus recursos naturales no se conocen. El mayor impacto de las Fuerzas Motrices y Presiones señaladas es la pérdida de biodiversidad, cuya magnitud es posible que nunca se conozca.

La eutrofización producto de las crecientes actividades humanas en su cuenca es otro impacto considerado importante, así como los cambios en la exportación de nutrientes, la pérdida de sitios de cría o de los hábitats de reproducción de especies.

Un impacto directamente causado y sufrido por la sociedad es la disminución de atractivo turístico por sobre saturación de usuarios, lo que conlleva la pérdida de valores escénicos y espirituales.

Estado Actual

La valoración económica de los usos dados a los servicios ecosistémicos que presta el PNLLR se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Cuantificación y valoración económica de los servicios ecosistémicos prestados por el Parque Nacional Laguna de La Restinga.

VALORACIÓN ECONÓMICA				CUANTIFICACIÓN ANUAL		VALOR TOTAL ANUAL		BENEFICIO O PÉRDIDA NETA ANUAL	
TIPO DE USO	SERVICIO		Unidad de medida	MED	±S	MED	±S	MED	±S
						US\$		US\$	
DIRECTOS EXTRACTIVOS	Pesquerías Artesanales	Redes y anzuelo	kg	204434	13548	321930	21692	214799	20867
		Guacuco	kg	240697	3290	37739	957	20933	1055
		Ostras	Docenas	257071	18262	197639	17095	163550	15235
		Caracoles	kg	1728		4019		3077	
		Chipi-chipi	kg	5760		13395		8856	
	Otros	Conchas artesanía	kg	600		558		419	
		Leña	Sacos equi.	12570	321	20463	522	8130	207
		Sal	kg	4320		502		363	
	Pesquerías Deportivas	Guacuco	kg	3514	181	6538	337	6538	337
		Anzuelo	kg	668		2291		2291	
NO EXTRACTIVOS	Servicios transados	Paseos en lanchas.	Viajes	49747	2192	842532	261806	701840	352947
		Restaurantes.	Usuarios	95033	5586	157824 0	105285	372186	26255
		Comida ambulante	Ventas	2789392 61	8929989	129739	4153	30996	1099
		Artesanías y accesorios	Ventas	4192065 931	2782961 49	194979 8	129440	335745	23190
		Toldos y otros servicios	Prestaciones	52796	1735	278950	9008	274719	9005
		Cabalgatas	Prestaciones	110		1023		941	

	Servicios no transados	Refugio de embarcaciones.	Pies/día	254676	64898	47382	12074	14993	3823
USOS INDIRECTOS	Servicios de	Fijación de Carbono.	t.C./año	95397	45715	2573267	2449646	27	
	Regulación	Protección de costas.							
	Servicios de	Criadero de especies pesqueras y no.	kg	6632916	6632916	6117855		2073318	
	Producción	Exportación de nutrientes.	kg	1208160	418900	1904959	660498	915185	705952
	Servicios de	Valor hedónico	Plus precio	960215011	319964989	446612	148821	446612	148821
	Información	Valor cultural, educativo y científico.	días	662		19254		19254	
USO PASIVO	Opcional o	Bioprospección							
	Legado o	Semilla para acuicultivos.							
	Existencia	Solaz y esparcimiento	Visitantes	267504	4926	40307304	8537394	40307304	8537394
		Equilibrio ecosistémico.							
TOTALES						56801988		45922077	

Como se puede apreciar, el valor monetario total, a precios de 2007 alcanza los 56.8 millones de dólares, o poco más de 3 millones de dólares por hectárea.

El Beneficio neto se estimo en 45.9 millones de dólares.

Más interesante aun puede ser la valoración social de los servicios que presta el parque los cuales se muestran en la Tabla 3 y que indica que los servicios generan unos 421 mil días/hombre de trabajo directos e indirectos en la región o 1900 empleos.

Tabla 3: Valor social, medido como empleo generado, de los servicios ecosistémicos prestados por el Parque Nacional Laguna de La Restinga.

MATRIZ DE VALORACIÓN SOCIAL			VALORACIÓN SOCIAL		
			CUANTIFICACIÓN ANUAL		
			MED	MIN	MAX
			DÍAS/H.	DÍAS/H.	DÍAS/H.
TIPO DE USO	SERVICIO	Sub tipos			
EXTRACTIVOS DIRECTOS	Pesquerías artesanales	Redes y anzuelo	9 650	9 405	9 896
		Guacuco	1 734	1 718	1 749
		Ostras	2 667	2 590	2 744
		Caracoles	960	960	960
		Chipi-chipi	576	576	576
		Conchas artesanía	25	25	25
		Leña	1 571	1 531	1 611
		Sal	18	18	18
	Pesquerías deportivas	Guacuco	472	442	502
		Anzuelo	247	247	247
NO EXTRACTIVOS	Servicios transados	Paseos en lanchas.	21 786	19 303	24 270
		Restaurantes.	2 850	2 835	2 865
		Comida ambulante	1 947	1 886	2 007

		Artesanías y accesorios	1 859	1 799	1 920
		Toldos y otros servicios	279	273	284
		Cabalgatas	22	22	22
	Servicios no transados	Refugio de embarcaciones.	232	173	291
USOS INDIRECTOS	Servicios de regulación	Fijación de Carbono.			
		Protección de costas.			
	Servicios de producción	Criadero de especies pesqueras y no.	307 079	307079.375	307079.375
		Exportación de nutrientes.	59 892	39 126	80 658
	Servicios de información	Valor hedónico			
		Valor cultural, educativo y científico.	662		
USO PASIVO	Opcional, legado existencia	Bioprospección.			
		Semilla para acuicultivos.			
		Solaz y esparcimiento ¹	32 981	30 240	35 723
		Equilibrio ecosistémico. ²	6336	6336	6336
		TOTAL	420 865	396 345	444 061

1= Incluye todas los días hombre en servicios al turista, no están incluidos en la suma total.

2= Personal de inparques adscrito al P.N.L.L.R.

Respuestas

Como en la gran mayoría de los casos, la Educación Ambiental es prioritaria y la clave para la solución de los problemas, junto con la investigación y monitoreo. Sin embargo, en el caso del PNLLR existen otros problemas específicos que deberían solucionarse. El control de ingreso y la vigilancia contra actividades ilegales, son difíciles de implementar hoy en día por la falta de presupuesto. Sin embargo, ya se han presentado estudios para optimizar la vigilancia y control (Barroeta-Hlusicka, en prensa) A pesar de eso, el valor de los servicios ecosistémicos que presta el parque es varios órdenes de magnitud el presupuesto actual y permitiría con la recaudación de un pequeño porcentaje cubrir las necesidades. Ya se elaboró una propuesta de financiamiento que está en manos de las autoridades. La creación de zona de amortiguamiento en la cuenca es un problema mayor. La zona tiene una alta presión demográfica y todo parece indicar que así continuará, por lo que la disminución de las actividades erosivas en la cuenca se ve poco probable. El establecimiento de cuotas de captura en pesquerías legales si es posible al estar ligado la investigación y monitoreo y ya se ha planteado proyectos para al menos una de las especies emblemáticas del parque como es la ostra de mangle.

AGRADECIMIENTOS

El estudio de campo fue financiado por el FONACIT como proyecto 2001003237. Se agradece a los más de 12 observadores, encuestadores y técnicos que participaron en la adquisición de la data.

BIBLIOGRAFÍA

Barroeta-Hlusicka, ME; J. Buitrago; MJ Rada y R Perez (en prensa) Contrasting approved uses against actual uses at La Restinga Lagoon National Park, Margarita Island, Venezuela. A GPS and GIS method to improve management plans and rangers coverage. Aceptado en Tour. Coastal Conserv. Number JCCO204.

Bishop J y N Landell-Mills, 2002. Forest Environmental Services: An Overview. 15-36. En. Pagiola S., J. Bishop and N. Landell-Mills. 2002. Selling Environmental Services. Market-based mechanisms for Conservation and Development, Earthscan Pub. London. UK, 299 pp.

Buitrago, J; R González Y C Azara, 1991. El tamaño de la muestra y la potencia de las evaluaciones de abundancia, el caso del Guacuco (*Tivela mactroides*) en La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle. 51 (135-136) Pp. 235-247.

Buitrago J y M Rada, 2005. Metodología de Valoración de los Servicios Ambientales de los Parques Nacionales; La Laguna de La Restinga, Venezuela. Monografía N°. 2 Los Humedales de Iberoamérica. CYTED. Pp. 263-271.

Carson RT, RC Mitchell, M Hanemann, RJ Kopp, S Presser y PA Ruud. 2003. Contingent Valuation and Lost Passive Use: Damages from the Exxon Valdez Oil Spill. Environ Res. Eco. 25: 257–286.

DOSI, C, 2001. Environmental values, valuation, methods and natural disaster damage assessment. CEPAL-Serie Medio Ambiente y Desarrollo 37. Washington. USA. 58 pp.

Ehrlich P y A Ehrlich, 1992 The value of biodiversity. Ambio 21. 219-226.

ETCHEVERS, SL, 1976. Notas ecológicas y cuantificación de la población de guacuco (*Tivela mactroides*, Born, 1778) (Bivalvia – Veneridae) en la Ensenada de la Guardia, Isla de Margarita, Venezuela. Bol. Inst. Ocean. Univ. de Oriente. 15 (1): 57-64.

Gómez, A, 1983. Pigmentos clorofílicos, producción primaria y abundancia planctónica en el canal de entrada a la laguna de La Restinga, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. de Venez. Univ. Oriente 22(1 & 2): 43-63.

Heredia, C, 2001. Situación ambiental actual de La Laguna de La Restinga. Informe preliminar. Ministerio del Ambiente y de Los Recursos Naturales. Dirección Estatal Ambiental Nueva Esparta. La Asunción, Venezuela.

Hoyos, J, 1985. Flora de la isla Margarita, Venezuela. Sociedad y Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Monografía N° 34. Caracas, Venezuela.

Hyvarinen J, y C McNeill, 2003. Biodiversity, Ecosystem Services and the UN Millennium Declaration. RSPB and UNPD. 7 pp.

Instituto Nacional De Parques (INPARQUES), 1982. Guía de los Parques Nacionales y Monumentos Naturales de Venezuela. Ediciones Fundación de educación Ambiental. 144 pp.

Instituto Nacional De Parques (INPARQUES), 2006. <http://www.inparques.gov.ve>. Accesado el 23 de agosto de 2011.

Marcano, J, 1990. Evaluación de la población de Guacuco *T. mactroides* (Born, 1778) en la Ensenada de la Guardia, Isla de Margarita, Edo Nueva Esparta. Informe N° publicado del FONAIAP, Porlamar. Venezuela. 20 pp.

Marcano J, A Prieto, A Lárez y H Salazar, 2003. Crecimiento de *Donax denticulatus* (Linné 1758) (Bivalvía: Donacidae) en la ensenada La Guardia, isla de Margarita, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 21(3). 235-260.

Martinez, J, 2000. Informe al Ministerio del Ambiente sobre el estado de la barra de La Restinga. La Asunción, Venezuela. 32 pp.

Mendoza, J y J Marcano, 2000. Abundancia y Evaluación del Guacuco *Tivela mactroides* en la Ensenada La Guardia, Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente* 39 (1&2): 79 – 91.

Monente, JA, 1978. Estudio químico físico de la Laguna de La Restinga. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle*. 110:227-310.

Myers, N, 1996. Environmental services of biodiversity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 93:2764-2769.

National Oceanic And Atmospheric Administration (NOAA), 1994. "Natural Resource Damage Assessments; Proposed Rules." *Federal Register* 59(5): 1062-191.

Pérez, R, 2006. Cobertura del Parque Nacional Laguna de La Restinga en las últimas 5 décadas y cambios observados mediante interpretación de imágenes remotas. Trabajo de grado. IUTEMAR. Punta de Piedras, Margarita Venezuela.

PNUMA, 2009. EAI. Manual de Capacitación para Evaluaciones Ambientales Integrales y Elaboración de Informes. PNUMA. Iisd. Panamá. Panamá, Panamá 474 pp.

Quiggin, J, 1998. Existence value and the contingent valuation method. *Austral. Econom. Pap.* 37(3):312-329.

República de Venezuela, 1991. Plan de Ordenamiento y reglamento de uso del Parque Nacional Laguna de la Restinga. Decreto N° 1641 de 5 de junio de 1991. 27p.

República de Venezuela, 1999. Decreto N° 3116 mediante el cual se dicta el plan de ordenamiento y Reglamento de uso del Parque Nacional Laguna de la Restinga. *Gaceta Oficial* N° 5.288 Extraordinario. Caracas 13 de enero.

Salazar, J, 1996. Hidrografía y sedimentología de la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Trabajo de ascenso, Univ. Oriente, 120 p.

Trocchi, L; J Herrera y J Salazar, 2000. Laguna de La Restinga, Venezuela. <http://data.ecology.su.se/mnode/CentralAmerica/laRestinga/llr.htm>. Accesado el 12 de julio de 2011.

Troeng, S y C Drews, 2004. Hablemos de Plata. Aspectos económicos del uso y conservación de las tortugas marinas. WWF International. Gland. Suiza. 71 pp.

Vicent, J; DA Hagen; G Patrick y K Swanser, 1995. Passive-Use Values of Public Forestlands: A Survey of the Literature. U.S. Forest Service. Washington. USA. 54 pp.

Voltolina, A.L. y D. Voltolina, 1974. Observaciones hidrológicas en la laguna de La Restinga. I. Abril-Diciembre 1968. Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle. 34 (97):59-72.

Voltolina, AL y D Voltolina, 1974a. Observaciones hidrológicas en la laguna de La Restinga. II.- Enero 1969- Abril 1970. Parte 1, Manglar - Vivero (datos superficie). Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle. 34 (97):73-85.

Voltolina, AL y D Voltolina, 1974b. Observaciones hidrológicas de la laguna de La Restinga. II. Enero 1969 - Abril 1970. Parte 2, Manglar. Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle. 34 (98):203-226.

Voltolina, AL y D Voltolina, 1975. Observaciones hidrológicas en la laguna de La Restinga II. Parte 4, Vivero: Ciclos de Observación. Enero 1969 - Abril 1970. Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle. 35 (102): 271-290.

Zarzosa, J, 1974. Características sedimentológicas y geomorfológicas de la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Cuadernos Azules 9:1-57.

APLICACIÓN DEL MODELO GEO (FMPEIR) A LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS PAMPEANOS (ARGENTINA)

Application of the GEO (FMPEIR) model to pampean aquatic ecosystems (Argentina)

Alejandra V. Volpedo y Alicia Fernández Cirelli

Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Av. Chorroarín 280 CP (1427). Ciudad de Buenos Aires, Argentina. avolpedo@fvet.uba.ar, ² CONICET

RESUMEN

La llanura pampeana es una de las grandes planicies a nivel mundial, presenta una escasa pendiente dando lugar a la presencia de un macrosistema de humedales. Este mosaico de humedales posee características singulares como gran complejidad, variabilidad hídrica y gran extensión geográfica, funcionando como una trampa de nutrientes, por transformaciones químicas, procesos de concentración y liberación, dependiendo de la existencia de precipitaciones, el escurrimiento y la contribución de los ríos. Esta extensa llanura posee en su mayoría tierras con aptitud para usos agrarios por lo que su potencialidad productiva la convierten a nivel internacional en una región con ventajas comparativas para la producción de granos y carnes. En las últimas décadas, debido a diferentes factores (cambios en el uso de la tierra, intensificación agropecuaria, cambios climáticos, entre otros), los cuerpos de agua de la región, conocidos como lagunas pampásicas se están degradando y con ellos los servicios ecosistémicos que brindan. En este trabajo se aplica el modelo GEO (FMPEIR) a los ecosistemas acuáticos pampeanos (Argentina) y se presentan potenciales indicadores ambientales con el fin de contribuir a la evaluación del deterioro ambiental actual y realizar un aporte con posibles respuestas para mejorar su manejo sostenible de los mismos y garantizar su conservación.

Palabras clave: modelo GEO, lagunas pampásicas, Argentina

SUMMARY

The Pampa is one of the Great Plains worldwide, presents a low slope leading to the presence of a macrosystem of wetlands. This mosaic of wetlands has unique features such as complex, water variability and wide geographical spread, functioning as a trap of nutrients, chemical transformations, concentration and liberation processes, depending on the existence of rainfall, runoff and the contribution of the rivers. This vast plain has mostly land suitability for agricultural uses so its productive potential make it internationally in a region with comparative advantages for the production of grains and meats. In recent decades, due to different factors (changes in the land use, agricultural intensification, climate change, among others), water bodies in the region, known as pampean lakes is deteriorating and with them the ecosystem services provided. In this paper applies the GEO model (FMPEIR) pampean aquatic ecosystems (Argentina) and are potential indicators environmental in order to contribute to the assessment of current

environmental deterioration and make a contribution with possible responses to improve its sustainable managing them and guarantee their conservation.

Keywords: GEO model, pampean shallow lake, Argentina

CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS PAMPEANOS

La llanura pampeana es una de las grandes planicies a nivel mundial (Fig. 1) presenta una escasa pendiente (0,1-0,3 m/km, Sala, 1975) hacia el mar, interrumpida por dos pequeños cordones de serranías, el sistema de Tandilla (350 km de longitud y altura máxima de 500 m) y el de Ventania (180 km de longitud y altura máxima 1243 m). El clima es templado, del tipo marítimo continental, con una temperatura media de 17°C en el norte y 13°C en el sur. La precipitación pluvial anual alcanza los 1000 mm en el noreste y disminuye hacia el sur y el oeste hasta alcanzar valores de 400 mm.

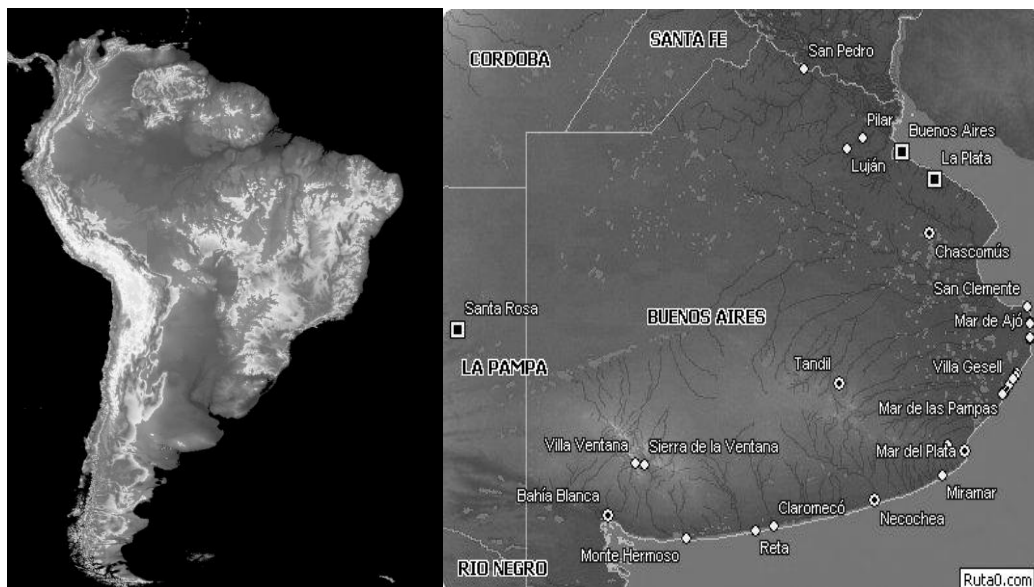


Figura 1. Llanura pampeana y lagunas pampásicas.

La escasa pendiente y la geomorfología (Iriondo, 2004) del lugar hacen que el escurrimiento de las aguas, producto de las precipitaciones, sea relativamente lento y por lo tanto se forme un macrosistemas de humedales entre lagunas, bañados, ríos, arroyos, canales y cañadones (Sosnosky y Quirós, 2005; Fernández Cirelli *et al.*, 2006) Este mosaico de humedales poseen características singulares como gran complejidad, variabilidad hídrica y gran extensión geográfica, funcionando como una trampa de nutrientes, por transformaciones químicas, procesos de concentración y liberación, dependiendo de la existencia de precipitaciones, el escurrimiento y la contribución de los ríos (Iriondo, 2004). Esta extensa llanura posee en su mayoría tierras con aptitud para usos agrarios (Pizarro, 2003), por lo que su potencialidad productiva la convierten a nivel internacional en una región con ventajas comparativas para la producción de granos y carnes. Por ello y aunque los sistemas productivos más comunes giran alrededor de la producción de granos (trigo, maíz, soja, girasol) y pecuarios (carne,

leche, lanas). En los últimos años se instalan en la región establecimientos de cría intensiva de ganado bovino, cerdos y aves.

La cuenca hidrográfica más importante de la región es la del Río Salado (140.000 km²) que desemboca en la Bahía de Samborombón (CFI, 1962). En lo que respecta a los sistemas lagunares, y, considerando solamente aquéllos con longitud mayor de 500 m, se han contabilizado 525 permanentes y 904 transitorios (Toresani *et al.*, 1994). Estas lagunas tienen diferentes orígenes ya que se han formado a partir de cauces fluviales preexistentes, de albúferas que han perdido su comunicación con el mar, por la erosión glaciaria, por fuerzas tectónicas, por la deflación o excavación eólica, por el endicamiento de ríos y arroyos o por depresiones artificiales (Ringuelet *et al.*, 1968, Conzonno y Fernández Cirelli, 1997; Quirós *et al.*, 2002). De estos cuerpos de agua, las denominadas lagunas pampásicas poseen el perfil de “palangana”, sin ciclo térmico definido, ni estratificación persistente, de circulación continua, con un sedimento propio que difiere del suelo emergido circundante, no presentan una diferenciación entre la zona litoral y la central de la laguna (Ringuelet, 1962).

El aporte de agua que reciben las lagunas es irregular, sufriendo su volumen amplias variaciones estacionales e interdecadales (Quirós *et al.*, 2002; Magrin *et al.*, 2005). El sedimento es limoso, con poca arcilla, con arena silicia fina, con partículas más gruesas que el loess y con abundante materia orgánica (Ringuelet 1962; 1972). Las lagunas se caracterizan químicamente por presentar aguas con una elevada concentración de Na, de haluros solubles y de bicarbonatos, de modo que sus aguas son bicarbonatadas sódicas o cloruradas sódicas bicarbonatadas (Fernández Cirelli y Miretzky, 2004).

Los principales procesos geoquímicos que determinan la composición química de las lagunas pampásicas fueron analizados a través de relaciones iónicas, determinándose un proceso de intercambio catiónico entre Ca y Na en la evolución hidroquímica del agua subterránea a través de los sedimentos loésicos, siendo ésta una de las fuentes de agua superficial (Miretzky *et al.*, 2000; Miretzky *et al.*, 2001 a; b; Fernández Cirelli y Miretzky, 2004).

Los estudios relacionadas con el estado trófico de los cuerpos de agua de la llanura pampeana fueron iniciados por Ringuelet (1962) y Ringuelet *et al.*, (1968) e intensificándose a partir de la década de los 80 (Quirós, 1988; Conzonno y Claverie, 1990; Izaguirre y Vinocur, 1994; López *et al.*, 1994; Conzonno y Fernández Cirelli, 1997; Mariñelarena y Conzonno, 1997; Quirós *et al.*, 2002; Schenone *et al.*, 2007; 2008; Volpedo *et al.*, 2009). Estos autores determinaron que el estado trófico de las lagunas y sistemas lóticos varía entre eutrófico ($600 \text{ ppb} < N_t < 1500 \text{ ppb}$, $25 \text{ ppb} < P_t < 100 \text{ ppb}$) e hipertrófico ($N_t > 1500 \text{ ppb}$, $P_t > 100 \text{ ppb}$). Si bien las características particulares de estos cuerpos de agua hacen que los mismos sean naturalmente eutróficos en las últimas décadas se puede observar una tendencia hacia la hipertrofia, esto coincide con la intensificación de las actividades agropecuarias en la región.

APLICACIÓN DEL MODELO GEO PNUMA EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS PAMPEANOS

El Programa de Evaluación Ambiental Integrada (EAI) del PNUMA, Perspectivas del Medio Ambiente Mundial conocido generalmente como GEO (por sus siglas en inglés) ha desarrollado una metodología propia para promover que en las diversas fases del proceso de generación de políticas y la toma de decisiones relacionados al ambiente a diferentes escalas, se base en el conocimiento científico sólido y en el interacción

interdisciplinaria (PNUMA, 2009). Las escalas desarrolladas por este modelo son diversas y pueden ser espaciales (regionales, sub-regionales, ecosistémicas, nacionales, locales) o bien estar relacionadas con temáticas determinadas o ser sectoriales.

Todos los tipos de EAI, en sus distintas escalas, dan respuestas a cinco preguntas básicas:

- ¿Qué está ocurriendo con el medio ambiente y por qué está ocurriendo?
- ¿Cuál es el impacto?
- ¿Cuáles son las acciones que se están ejecutando al respecto?
- ¿Qué ocurrirá en el futuro sino se toman medidas en el presente?
- ¿Qué se puede hacer en términos de políticas y respuestas?

La metodología GEO incluye la participación de diferentes sectores sociales, integrando las perspectivas globales y sub-globales, históricas y futuras; articulando aspectos sociopolíticos, socioeconómicos y ambientales a fin de minimizar las acciones que generan la degradación ambiental. Este modelo se basa en el análisis de las Fuerzas Motrices, Presiones, Estado, Impactos y Respuestas (FMPEIR) (Fig. 2).

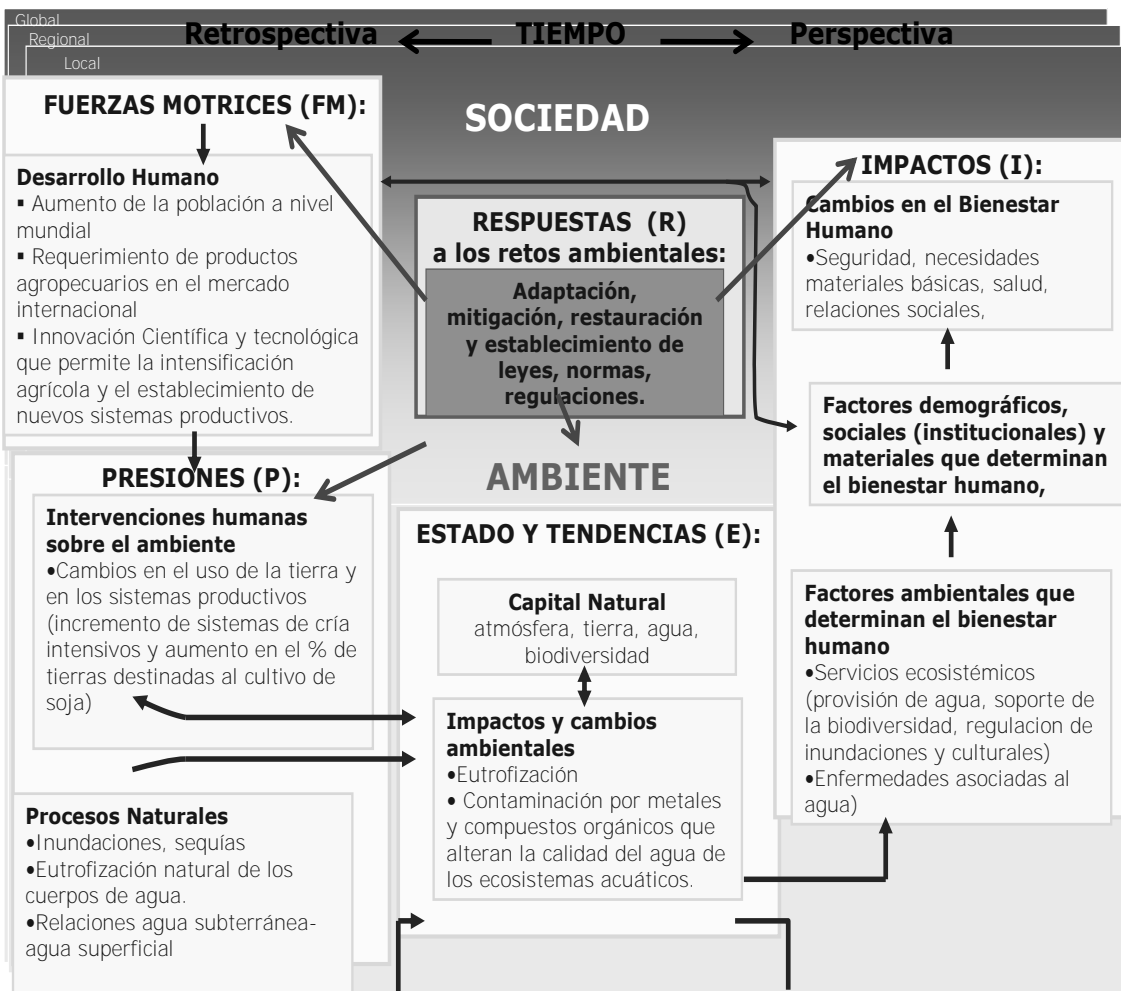


Figura 2. Esquema de la metodología GEO (FMPEIR) aplicado a las lagunas pampásicas.

Las fuerzas motrices (factores indirectos) y las presiones (factores directos) son los agentes inductores del cambio ambiental. En el caso de las lagunas pampásicas, así como de otros ambientes de regiones agropecuarias, las fuerzas motrices globales están asociadas al aumento de la población a nivel mundial (la cual demanda la producción de alimentos), y al aumento de los precios del mercado internacional sobre productos agropecuarios, como la soja y el ganado vacuno. Esto ha llevado a que en la Provincia de Buenos Aires se hayan producido en 2000, 230000 toneladas de soja, mientras que en el 2009 este valor aumentó a 561000 toneladas, exportándose aproximadamente el 85% de la producción. Con respecto al ganado bovino, la provincia de Buenos Aires, mantuvo en la última década una existencia de aproximadamente 1,7 millones de cabezas de ganado (MINAGRO, 2011).

Estas fuerzas motrices causan presiones concretas locales que se ven reflejada en la llanura pampeana en las últimas décadas con el aumento de las áreas destinadas a las actividades agropecuarias y la intensificación agrícola (Volpedo *et al.*, 2009).

Las presiones producidas por las actividades agropecuarias generan el aporte de nutrientes, compuestos orgánicos y metales que degradan el ambiente y particularmente la calidad del agua de las lagunas pampásicas.

Tabla 1. Concentraciones de nitrógeno total y fósforo total de diferentes cuerpos de agua de la llanura pampeana en las últimas décadas. e: estado eutrófico, N_t: nitrógeno total, NL: nutriente limitante, N/P: relación molar nitrógeno/fósforo, P_t: fósforo total, h: estado hipertrófico (Volpedo *et al.*, 2009).

Laguna	Pt (mg/l)	Nt (mg/l)	NT	Nt/Pt	NL	Referencia	Década
SM del Monte	0.16	5.00	H	71	P	Quirós, 1988	80
Chascomús	0.25	1.56	H	13.8	N,P	Conzonno <i>et al.</i> , 1990	80
Chascomús	0.23	2.80	H	27	P	Quirós, 1988	80
El carpincho	1.29	5.23	H	9	N	Quirós, 1988	80
de Gómez	1.25	13.00	H	23	P	Quirós, 1988	80
Navarro	0.35	7.27	H	46	P	Quirós, 1988	80
Las Mulitas	0.10	4.74	H	103	P	Quirós, 1988	80
La Chilca	0.08	3.69	E	101	P	Quirós, 1988	80
Lobos	0.36	2.00	H	12.3	N,P	Mariñelarena y Conzonno, 1997	90
Lobos	0.30	4.67	H	34.5	P	Izaguirre y Vinocur, 1994	90
Culú-Culú	0.32	5.26	H	36.4	P	Izaguirre y Vinocur, 1994	90
SM del Monte	0.24	4.16	H	38.4	P	Izaguirre y Vinocur, 1994	90
Chascomús	0.17	4.88	H	63.6	P	Izaguirre y Vinocur, 1994	90
Vitel	0.63	3.40	H	11.9	N,P	Conzonno <i>et al.</i> , 1990	90
Yalca	0.62	0.30	E	1.1	N	Conzonno <i>et al.</i> , 1990	90
Del Burro	0.03	0.70	E	5.2	N	Conzonno <i>et al.</i> , 1990	90
Adela	0.13	4.15	H	70.7	P	Izaguirre y Vinocur, 1994	90
Chis-Chis	0.13	0.10	E	1.7	N	Conzonno <i>et al.</i> , 1990	90
La Tablilla	0.13	4.70	H	80	P	Izaguirre y Vinocur, 1994	90
Las Barrancas	0.14	4.24	H	67.1	P	Izaguirre y Vinocur, 1994	90
Colis	0.32	3.36	H	23.2	P	Izaguirre y Vinocur, 1994	90
La Salada	0.45	4.54	H	22.3	P	Izaguirre y Vinocur, 1994	90
Todos los Santos	0.30	4.13	H	30.5	P	Izaguirre y Vinocur, 1994	90
Chascomús	0.29	8.00	H	15.2	N,P	Maizels <i>et al.</i> , 2002	2000
De la Via	0.72	20.28	H	14.9	N,P	Sosnosky y Quirós, 2005	2000
Las Balitas	0.40	18.73	H	8.96	N	Sosnosky y Quirós, 2005	2000

En las últimas décadas se ha modificado el estado trófico de eutrófico a hipertrofico de las lagunas pampásicas (Tabla 1) y han aumentado los registros de compuestos orgánicos (Tabla 2) y metales en las mismas (Tabla 3).

Tabla 2. Concentraciones (mg/L) de pesticidas en diferentes cuerpos de agua de la llanura pampeana. α -HCH: α -hexaclorociclohexano; γ -HCH: γ -hexaclorociclohexano; δ -HCH: δ -hexaclorociclohexano; γ -Clor: clordano, DDD: diclorodifenildicloretano; DDT: diclorodifeniltricloretano. (Peluso *et al.*, 2011).

Laguna	α -HCH (mg/l)	γ -HCH (mg/l)	δ -HCH	γ -Clor	Acetoclor	Aldrin	DDD	DDT	α -endosulfan	β -endosulfan	Heptacloro
La Barrancosa	2.00E ⁻⁸	7.30 E ⁻⁷	1.50 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁹	2.59 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁹	2.30 E ⁻⁶	2.25 E ⁻⁶
La Salada	2.00E ⁻⁸	2.50 E ⁻⁷	1.50 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	3.50 E ⁻⁶	2.59 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁹	4.50 E ⁻⁷	2.25 E ⁻⁶
El Chifle	5.00E ⁻⁶	2.50 E ⁻⁷	1.50 E ⁻⁶	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	1.50 E ⁻⁶	2.59 E ⁻⁷	3.00 E ⁻⁷	4.50 E ⁻⁷	2.25 E ⁻⁶
San Antonio	2.00E ⁻⁸	1.10 E ⁻⁶	1.50 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	1.60 E ⁻⁶	2.59 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁹	4.50 E ⁻⁷	2.25 E ⁻⁶
Del Estado	2.00E ⁻⁸	2.50 E ⁻⁶	1.50 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁹	2.59 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁹	4.50 E ⁻⁷	2.25 E ⁻⁶
MQuilla	2.00E ⁻⁸	2.50 E ⁻⁶	1.50 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁹	2.59 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁹	4.50 E ⁻⁷	2.25 E ⁻⁶
Lauquen	2.00E ⁻⁸	2.50 E ⁻⁶	1.50 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁹	2.59 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁹	4.50 E ⁻⁷	2.25 E ⁻⁶
El Paraíso	2.00E ⁻⁸	2.50 E ⁻⁶	1.50 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁹	2.59 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁹	4.50 E ⁻⁷	2.25 E ⁻⁶
La Brava	1.47E ⁻⁵	2.50 E ⁻⁷	1.50 E ⁻⁹	6.00 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	2.59 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁹	4.50 E ⁻⁷	2.25 E ⁻⁶
De los Padres	5.30E ⁻⁶	2.50 E ⁻⁷	3.00 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁹	2.59 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁹	4.50 E ⁻⁷	2.25 E ⁻⁶
La Peregrina	9.70E ⁻⁶	2.80 E ⁻⁶	1.50 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.90 E ⁻⁶	5.00 E ⁻⁹	2.59 E ⁻⁷	4.60 E ⁻⁶	8.8 E ⁻⁶	2.25 E ⁻⁶
El Carpincho	1.73E ⁻⁵	2.50 E ⁻⁷	1.25E ⁻⁵	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁹	2.59 E ⁻⁷	5.00 E ⁻⁹	2.30 E ⁻⁶	2.25 E ⁻⁶
Blanca Chica	1.80E ⁻⁶	2.50 E ⁻⁷	5.20E ⁻⁶	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁹	1.66 E ⁻⁵	5.00 E ⁻⁹	4.50 E ⁻⁷	2.25 E ⁻⁶
La Sirena	2.40E ⁻⁵	7.00 E ⁻⁷	1.50 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁸	1.50 E ⁻⁸	5.00 E ⁻⁹	5.00 E ⁻⁹	2.59 E ⁻⁷	1.04 E ⁻⁵	4.50 E ⁻⁷	2.25 E ⁻⁶

Tabla 3. Concentraciones (mg/L) de metales en diferentes cuerpos de agua de la llanura pampeana.

Laguna	Cr	Cu	Zn	Pb	Hg	Referencia
Chascomús	0.12	1.78	0.19	-	-	Barla <i>et al.</i> , 1999
Las Perdices	-	-	0.058-0.122	0.002-0.020	0.002-0.004	Dangavs, 2010
Lobos	0.002-0.031	0.01-0.035	0.011-0.122	0.002-0.011		Galindo <i>et al.</i> , 2004

De esta manera se alteran total o parcialmente los servicios ecológicos que dichos cuerpos de agua brindan (regulación de inundaciones, fuente de agua dulce para distintos usos, producción de recursos pesqueros, zonas de recreación, hábitat de especies de importancia comercial y emblemáticas, entre otras). Además, las presiones provocan cambios en el estado del ambiente que se suman a las presiones que son

consecuencia de procesos naturales (variaciones climáticas, alteraciones en los componentes del ecosistema: biodiversidad, agua, suelo), incrementando el deterioro ambiental tanto en su intensidad así como en su escala temporal.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE INDICADORES DE PRESIÓN-ESTADO-IMPACTO-RESPUESTA (PEIR) PARA LAS LAGUNAS PAMPÁSICAS.

La metodología GEO selecciona: indicadores PEIR, el estado específico del ambiente en relación a los problemas ambientales, sus tendencias y las presiones que están causando el cambio ambiental, los cambios en los servicios ambientales y los impactos sobre bienestar humano.

Considerando la literatura consultada y la experiencia de nuestro grupo de investigación en los ecosistemas acuáticos de la llanura pampeana, se identifican como las principales problemáticas ambientales que afectan a los mismos a:

- Alteración de la calidad del agua por el aporte excesivo de nutrientes, compuestos orgánicos y metales pesados provenientes principalmente de las actividades agropecuarias.
- Presencia de elementos traza de origen natural (F y As) en elevadas concentraciones
- Insuficiente cobertura para el tratamiento de los efluentes líquidos por las comunidades periurbanas y rurales.
- Escasa conciencia ambiental de los principales actores del territorio.
- Incumplimiento de la normativa vigente en relación al vertido de efluentes, legislación y regulaciones ambientales.

Dichas problemáticas están interconectadas, y además que entre muchas de ellas se generan sinergias que alteran en mayor grado al ambiente.

En relación a la problemática 1 “*Alteración de la calidad del agua por el aporte excesivo de nutrientes, compuestos orgánicos y metales pesados provenientes principalmente de las actividades agropecuarias*”, se evidencia la existencia de una tendencia actual de deterioro de la calidad del agua, la cual se ha intensificado en las últimas décadas (Volpedo *et al.*, 2009). Esto se manifiesta en el aumento de la cantidad de cuerpos de agua denominados lagunas “turbias o verdes” (las cuales están asociadas a áreas de uso intensivo del suelo) en relación a las lagunas “claras” presentes en áreas de menor intensidad del uso agropecuario (Quirós *et al.*, 2006). Por ello es necesario la reducción de los aportes de nutrientes, compuestos orgánicos y metales producidos por las actividades agropecuarias; ya que de continuar la tendencia actual se verán afectados los servicios ecosistémicos que estos ambientes brindan a las comunidades locales. Algunas de las acciones tendientes a minimizar los impactos de las actividades ganaderas como la cría en sistemas intensivos de engorde a corral están asociadas al mantenimiento de la capa sellante de los corrales, y al manejo de excretas y del alimento (Yoshida *et al.*, 2007; 2010; Moscuza y Fernández Cirelli, 2009).

Los indicadores PEIR propuestos para esta problemática y su forma de monitoreo se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Indicadores PEIR asociados a la alteración de la calidad del agua de las lagunas pampásicas.

Indicador de PRESIÓN	Avance de la frontera agropecuaria (ha/año)
Forma de monitoreo	Control anual de la superficie agropecuaria a través de imágenes satelitales periódicas, detallando superficie de cultivos y ubicación de los establecimientos de cría intensivos.
Indicador de ESTADO	Relación molar N/P (determina el estado trófico del cuerpo de agua)
Forma de monitoreo	Presencia de compuestos orgánicos y metales en concentraciones mayores a los niveles guía de protección a la biota acuática sugeridos por la autoridades nacionales competentes. Determinación estacional de Nt y Pt en las lagunas pampásicas Determinación de elementos traza Determinación de compuestos orgánicos
Indicador de IMPACTO	Cantidad de eventos de floraciones algales anuales. Cantidad de eventos de mortandad de peces anuales.
Forma de monitoreo	Comparación de la cantidad de eventos de floraciones algales y de mortandad de peces durante 5 años.

La problemática 2 “*Presencia de elementos traza de origen natural (F y As) en elevadas concentraciones*” se evidencia principalmente en aguas subterráneas de la llanura pampeana (Smedley y Kinniburgh 2002, Paoloni *et al.*, 2009, Espósito *et al.*, 2011; Rosso *et al.*, 2011 a, b) sin embargo debido principalmente a la relación existente en las aguas subterráneas y las superficiales demostradas por Fernández Cirelli y Miretzky (2004) también se han determinado en aguas superficiales de sistemas lóticos y lénticos estos elementos. El origen del As y el F en la llanura pampeana es natural y se debe su presencia en los sedimentos loésicos (Smedley *et al.*, 2002). En los sistemas lóticos de la Cuenca del Salado se determinaron concentraciones de As entre 7- 220µg/L mientras que en el sudoeste bonaerense estos valores son más altos (>400 µg/L) (Galindo *et al.*, 2004; Schenone *et al.*, 2007; Rosso *et al.*, 2011a, b). Por lo que en las lagunas asociadas a estos sistemas lóticos debieran profundizarse los estudios cuerpos de agua a fin de analizar el ciclo biogeoquímico de estos elementos, su influencia en la biota acuática y en los servicios ecosistémicos de estos ambientes.

Los indicadores PEIR propuestos para esta problemática y su forma de monitoreo se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Indicadores PEIR asociados a la presencia de elementos traza de origen natural (F y As) en elevadas concentraciones.

Indicador de PRESIÓN	Elevadas concentraciones de As y F ($\mu\text{g/L}$)
Forma de monitoreo	Determinación estacional de As y F ($\mu\text{g/L}$) en aguas de las lagunas pampásicas, cuerpos de agua superficiales aledaños y aguas subterráneas de la misma región.
Indicador de ESTADO	Presencia de As y F ($\mu\text{g/L}$) en concentraciones mayores a los niveles guía de protección a la biota acuática sugeridos por la autoridades nacionales competentes y entidades internacionales (OMS).
Forma de monitoreo	Determinación estacional de concentraciones de As y F ($\mu\text{g/L}$) en las lagunas pampásicas.
Indicador de IMPACTO	Alteraciones anatomohistológicas en la biota acuática. Presencia de hidroarsenicismo crónico endémico argentino (HACREA) y/o fluorosis en la población aledaña al cuerpo de agua
Forma de monitoreo	Comparación de la cantidad de organismos acuáticos (por ejemplo peces) con alteraciones anatomohistológicas producidas por As y/o F durante 5 años. Cantidad de casos de HACREA y fluorosis en la población local.

La problemática 3 “*Insuficiente cobertura para el tratamiento de los efluentes líquidos por las comunidades periurbanas y rurales*” se manifiesta en que en la provincia de Buenos Aires, de los 15.481.752 personas que habitan e integran 4.789.484 hogares, sólo el 47,56% poseen acceso a la red pública de saneamiento (2.278.609 hogares), el resto de población (52,44%) posee cámara séptica, pozos ciegos u excavaciones precarias) (Censo 2010; INDEC, 2011). Esto determina que en áreas rurales y algunos centros urbanos y periurbanos de la Provincia de Buenos Aires, los efluentes domésticos sean vertidos directa o indirectamente a los cuerpos de agua, en particular a las lagunas pampásicas, realizando un aporte de nutrientes importante y deteriorando la calidad del agua de las lagunas. De continuar esta tendencia los servicios ecosistémicos que brindan las lagunas pampásicas pueden verse alterados siendo en algunos casos, irreversible su recuperación.

Los indicadores PEIR propuestos para esta problemática y su forma de monitoreo se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Indicadores PEIR asociados a la insuficiente cobertura para el tratamiento de los desechos líquidos por las comunidades periurbanas y rurales.

Indicador de PRESIÓN	Aumento de población sin acceso a la red de saneamiento pública
Forma de monitoreo	% de hogares con acceso a la red de saneamiento pública, % de hogares con acceso a sistemas de tratamientos de efluentes
Indicador de ESTADO	Relación molar N/P (determina el estado trófico del cuerpo de agua)
Forma de monitoreo	Determinación estacional de Nt y Pt en las lagunas pampásicas
Indicador de IMPACTO	Cantidad de eventos de floraciones algales anuales. Cantidad de eventos de mortandad de peces anuales.
Forma de monitoreo	Comparación de la cantidad de eventos de floraciones algales y de mortandad de peces durante 5 años.

La problemática 4 “*Escasa conciencia ambiental de los principales actores del territorio*” se observa en toda la provincia de Buenos Aires y no sólo en las áreas aledañas a las lagunas pampásicas. Si bien se han iniciado a nivel gubernamental y no gubernamental iniciativas para sensibilizar a la población respecto a la temática ambiental y a la conservación de los recursos, las acciones son aisladas y discontinuadas. De no modificarse esta tendencia, tanto las lagunas pampásicas como sus recursos poseen riesgo de no poder ser utilizados por las generaciones futuras. Los indicadores PEIR propuestos para esta problemática y su forma de monitoreo se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Indicadores PEIR asociados a la escasa conciencia ambiental de los principales actores del territorio.

Indicador de PRESIÓN	Disminución de la participación de la población en actividades gubernamentales y no gubernamentales relacionadas a la conservación de los recursos naturales.
Forma de monitoreo	Cantidad de pobladores que participan en actividades y en OG y ONGs relacionadas a la conservación de los recursos naturales en áreas aledañas a las lagunas pampásicas.
Indicador de ESTADO	Cantidad de pobladores sensibilizados ambientalmente.
Forma de monitoreo	Nivel de participación en actividades relacionadas a la conservación de las lagunas pampásicas en los diferentes niveles educativos, y en educación ambiental no formal e informal.
Indicador de IMPACTO	Disminución de los usos y beneficios que los pobladores obtienen de la laguna (por ejemplo recursos pesqueros, recreación) Pérdida de ingresos por afectaciones a la pesca deportiva y al turismo.
Forma de monitoreo	Comparación de la cantidad de usos y beneficios que los pobladores le dan a la laguna.

La problemática 5 “*Incumplimiento de la normativa vigente en relación al vertido de efluentes, legislación y regulaciones ambientales*” se manifiesta en el desconocimiento a nivel de la población local de las reglamentaciones y los escasos controles locales que se ejercen. La República Argentina, la Provincia de Buenos Aires, así como los partidos bonaerenses, poseen gran cantidad de normativas ambientales, y gran parte de ellas está reglamentadas. Sin embargo el cumplimiento, el control y la ejecución de las penas por no cumplimiento son escasas, esto produce conflictos en el uso.

La normativa existente posee diferentes niveles y alcances. La Constitución de la Nación Argentina sancionada el 22/08/1994, en su artículo 41 enuncia el derecho de todos los habitantes a gozar de un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley. En relación al agua, la Ley 25688 enuncia el Régimen de Gestión Ambiental de las Aguas. Ley de Presupuestos Mínimos, y la Ley 22190 menciona el Régimen de prevención y vigilancia de la contaminación de las aguas u otros elementos del medio ambiente por agentes contaminantes provenientes de buques y artefactos navales;

derogación de la Ley 20.481. A nivel provincial la Ley 12257 de la Provincia de Buenos Aires explicita el Código de Aguas -Régimen de Protección; Conservación y Manejo del Recurso Hídrico siendo la normativa que rige para la protección de este recurso. Los indicadores PEIR propuestos para esta problemática y su forma de monitoreo se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Indicadores PEIR relacionada al incumplimiento de la normativa vigente en relación al vertido de efluentes, legislación y regulaciones ambientales.

Indicador de PRESIÓN	Aumento de vertidos de efluentes domésticos y agropecuarios cuyos parámetros no cumplen la normativa vigente.
Forma de monitoreo	% vertidos que no cumple la normativa, aumento del % de casos de enfermedades relacionadas a la mala calidad del agua (ej: enfermedad del bebe azul, diarreas, hepatitis, parasitosis).
Indicador de ESTADO	Relación molar N/P (determina el estado trófico del cuerpo de agua) Determinación de elementos traza Determinación de compuestos orgánicos
Forma de monitoreo	Determinación estacional de Nt y Pt en las lagunas pampásicas Presencia de compuestos orgánicos y metales en concentraciones mayores a los niveles guía de protección a la biota acuática sugeridos por la autoridades nacionales competentes.
Indicador de IMPACTO	Disminución de los usos y beneficios que los pobladores obtienen de la laguna (por ejemplo recursos pesqueros, recreación) Pérdida de ingresos por afectaciones a la pesca deportiva y al turismo. Cantidad de eventos de floraciones algales y mortandad de peces anuales.
Forma de monitoreo	Comparación de la cantidad de usos y beneficios que los pobladores le dan a la laguna.

POSIBLES RESPUESTAS ANTE LAS PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES RELACIONADAS CON LAS LAGUNAS PAMPÁSICAS

La metodología GEO denomina como “respuestas” a las estrategias y políticas públicas que influyen sobre las fuerzas motrices, presiones y estados ambientales y que contribuyen a reducir el impacto socioeconómico de los cambios ambientales. Además las respuestas que minimizan un impacto ambiental contribuyen a desarrollar la capacidad de adaptación en los seres humanos, lo que a mediano plazo colabora a reducir la vulnerabilidad de las poblaciones locales al cambio ambiental.

En relación a las lagunas pampásicas, algunas de las políticas públicas que podrían implementarse en diferentes niveles relacionadas al manejo adecuado de efluentes domésticos y de actividades agropecuarias pueden ser:

a) Acciones locales

- Conservación del pastizal nativo en las áreas perimetrales de las lagunas pampásicas
- Aplicación de manuales de buenas prácticas agropecuarias,
- Controles en el manejo y uso de agroquímicos,

- Manejo adecuado de la capa sellante de corrales de establecimientos de cría intensiva de bovinos
- Manejo de efluentes, manejo del alimento y de fármacos de uso veterinario en los sistemas de cría intensiva.
- Incremento de las redes de abastecimiento y saneamiento de áreas urbanas y periurbanas
- Implementación de tratamiento de efluentes domésticos alternativos en las áreas rurales
- Sensibilización de la población respecto a la temática

b) Acciones relacionadas a las normativas

- Adecuación de las normativas municipales, provinciales y nacionales respecto a los emplazamientos de establecimientos de cría intensiva a corral (feedlots, criaderos de pollo, cerdos)
- Control riguroso del cumplimiento de la normativa respecto a la aplicación de agroquímicos (dosis, veces, períodos) según tipo de cultivo

c) Acciones relacionadas al fortalecimiento institucional

- Análisis de las misiones y funciones de los organismos con competencia en la temática a fin de minimizar superposición de funciones e identificar vacíos de autoridad
- Capacitación de recursos humanos en relación a las principales problemáticas identificadas que afectan a las lagunas pampásicas
- Planes de monitoreo sistematizados y base de datos de monitoreo actualizada y pública.

d) Acciones asociadas a las políticas de ciencia y técnica

- Desarrollo de nuevas tecnologías de tratamiento de efluentes domésticos
- Estudio relacionados a la seguridad sanitaria en la reutilización de efluentes agropecuarios
- Estudio del comportamiento ambiental de fármacos veterinarios y de agroquímicos
- Desarrollo de metodologías de alerta temprana para eventos de floraciones algales e identificación temprana de causas generadoras de mortandad de peces
- Identificación de toxinas algales producidas en las floraciones que produzcan riesgo sanitario y mortandad en la biota acuática.

Si bien estas acciones son un ejemplo de las múltiples actividades potenciales que pueden desarrollarse para minimizar los impactos que afectan a las lagunas pampásicas y los servicios ecológicos que ellas brindan; solo articulando los diferentes tipo de acciones (locales, relacionadas con normativas, fortalecimiento institucional, políticas de ciencia y técnica, entre otras) se puede contribuir a una mejorar real y a corto y mediano plazo del estado de estos ecosistemas acuáticos.

La metodología GEO es una herramienta útil para evaluar integralmente estos ambientes y buscar alternativas de respuesta a las problemáticas ambientales que los mismos presentan a fin de garantizar su conservación y la preservación de sus servicios ecológicos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Buenos Aires (UBACYT CC05, VO9), al CONICET y a la ANPCyT (PICT 1372) por el financiamiento de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Barla, MJ; RU Escaray y JF Bustingorry, 1999. Copper, zinc and chromium in water, sediments and biota in the pampean Chascomús Lake (Argentina). *Natura Neotropicalis* 30 (1-2): 67-76.
- Censo 2010; INDEC, 2011 <http://www.censo2010.indec.gov.ar/> revisada 5/9/2011
- Consejo Federal de Inversiones (CFI). 1962. Evaluación de los recursos naturales de la Argentina. *Recursos Hidráulicos superficiales* 1: 1-459.
- Conzonno, VH y A Fernández Cirelli, 1997. Ecosistemas lagunares de la Provincia de Buenos Aires. 115-140. En: *Agua: uso y manejo sustentable*. Eudeba, Buenos Aires.
- Conzonno, VH y E Claviere, 1990. Chemical characteristics of water of Chascomús pond (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Limnological implications. *Revista brasileira de Biología* 50(1): 1-15.
- Dangavs, NV, 2010. Geología ambiental de la laguna de las Perdices, Monte, Buenos Aires, Argentina. *AUGMDOMUS*, 1:67-104
- Espósito, ME, JD Paoloni; ME Sequeira; NM Amiotti y M del C Blanco, 2011. Natural Contaminants in Drinking Waters (Arsenic, Boron, Fluorine and Vanadium) in the Southern Pampean Plain, Argentina. *Journal of Environmental Protection*, 2: 97-108
- Fernández Cirelli, A y P Miretzky, 2004. Ionic relations: a tool for studying hydrogeochemical processes in Pampean shallow lakes (Buenos Aires, Argentina). *Quaternary International* 114: 113-121
- Fernández Cirelli, A; C Du Mortier y AV Volpedo, 2006. Influencia de las Actividades Agropecuarias en los Procesos de eutrofización en la Cuenca Baja del Río Salado (Provincia de Buenos Aires, Argentina). (p.17-34) En: J.G. Tundisi, T. Matsumura-Tundisi, C. Sidagis Galli (eds.). *Eutrofização na América do Sul: Causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle*, Instituto Internacional de Ecologia, Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental, Academia Brasileira de Ciências, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Inter - Academy Panel on International Issues, InterAmerican Network of Academies of Sciences. 531p José Galizia Tundisi, Takako Matsumura Tundisi y Corina Sidagis Galli (Eds) *Eutrophication in South America: causes, consequences and technologies for management and control*. Instituto Nacional de Ecologia de São Carlos, pp.17-34.
- Galindo, G; MA Herrero; S Korol y A Fernández Cirelli, 2004. Water resources in the Salado River drainage basin, Buenos Aires, Argentina: Chemical and microbiological characteristics. *International water resources association*: 1-10.
- Iriondo, M, 2004. Large wetlands of South America: a model for quaternary humid environments. *Quaternary International* 114 (1): 3-9.
- Izaguirre, I y A Vinocur, 1994. Typology of shallow lakes of the Salado River basin (Argentina), based on phytoplankton communities. *Hydrobiología* 277: 49-62.
- López, H; O Padín y J Iwaskiw, 1994. *Biología pesquera de las lagunas encadenadas del sudoeste*. Provincia de Buenos Aires. División Vertebrados. Museo de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.

Magrin, GM; I Travasso y GR Rodríguez, 2005. Changes in climate and crop production during the 20th century in Argentina. *Climatic Change*, 72: 229–249.

Maizels, P; E Etchepare; E Chomonaz ; J Bustingorry; R Escaray y V Conzonno, 2002. Parámetros abióticos y biomasa fitoplansctónica en la Laguna de Chascomús (periodo de inundación 2002). <http://www.biblioteca.org.ar/LIBROS/8224.pdf>

Mariñelarena, A y VH Conzonno, 1997. Chemical characteristic and trophic status of Lobos pond (Buenos Aires, Argentina). *Natura Neotropicalis* 28(1): 7-13.

MINAGRI, 2011. (Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca de Argentina). <http://www.minagri.gob.ar/site/index.php> revisada 13/9/2011.

Miretzky P; VH Conzonno y A Fernández Cirelli, 2000. Hydrochemistry of pampasic ponds in the lower stream bed of Salado River drainage basin, Argentina. *Environmental Geology* 39: 951-956.

Miretzky, P; V Conzonno y A Fernández Cirelli, 2001a. Geochemical mechanism controlling pampasic ponds hydrochemistry. Salado River drainage basin. Argentina. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 6 (4): 29-39.

Miretzky, P; VH Conzonno y A Fernández Cirelli, 2001b. Geochemical processes controlling silica groundwater concentration. Salado River drainage basin (Argentina). *J. Geochemical Exploration* 73: 155-166.

Moscuzza, C.H. y A. Fernández Cirelli, 2009. Trace elements in confined livestock production systems in the Pampean Plain of Argentina. *World Applied Sciences Journal* 7(12):1583-1590.

Paoloni, JD; ME. Sequeira; ME. Espósito, CE. Fiorentino; y M del C Blanco, 2009. Arsenic in Water Resources of the Southern Pampa Plains, Argentina. *J Environ Public Health*. 470-477.

Peluso F; F Grosman; J González Castelain; N Othax; L Rodríguez y FL Lo Nostro, 2011. Health Risk by Chlorinated Pesticides in Water Bodies Used for Recreational Bathing in Argentina. 179- 206. En: M. Stoytcheva. *Pesticides - The impacts of pesticide exposure*. Capítulo 9. InTech, Croacia, Pp. 446.

Pizarro, J, 2003. Evolución de la producción agropecuaria pampeana en los últimos 50 años (1950-2000). XIII Economic History Congress, Buenos Aires 22-26 de July 2002.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, División de Evaluación y Alerta Temprana); Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD), 2009. *Manual de Capacitación para Evaluaciones Ambientales Integrales y elaboración de informes* 123 pp.

Quirós, R, 1988. Relationships between air, temperature, depth, nutrients and chlorophyll in 103 Argentinean lakes. *Verh. Internnat. Verein. Limnol.* 23:647-658.

Quirós, R; JJ Rosso; A Rennella; A Sosnovsky y M Boveri, 2002. Análisis del estado trófico de las lagunas pampeanas (Argentina). *Interciencia* 27(11): 584-591.

Quirós, R; MB Boveri; CA Petracchi; AM Rennella; JJ Rosso; A Sosnovsky y HT von Bernard, 2006. Los efectos de la agriculturización del humedal pampeano sobre la eutrofización de sus lagunas (p: 1-16). En J.G. Tundisi, T. Matsumura-Tundisi, C. Sidagis Galli (eds.). *Eutrofização na América do Sul: Causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle*, Instituto Internacional de Ecología, Instituto Internacional de Ecología e Gerenciamento Ambiental, Academia Brasileira de Ciências, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Inter - Academy Panel on International Issues, InterAmerican Network of Academies of Sciences. 531 pp.

- Ringuelet, RA, 1972. Tipología de las lagunas de la Provincia de Buenos Aires. La Limnología regional y los tipos lagunares. *Physis* 21(82): 1-55.
- Ringuelet, RA, 1962. Ecología acuática continental. Eudeba. Buenos Aires. 137 pp.
- Ringuelet, RA; A Salibián; E Clavero y S Ilhero, 1968. Limnología química de las lagunas pampásicas. *Physis* 22 (71):201-221.
- Rosso JJ; JJ Troncoso y A Fernández Cirelli, (2011 a) Geographic distribution of arsenic and trace metals in lotic ecosystem of Pampa Plain, Argentina. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 86:129–132.
- Rosso, JJ; ML Puntoriero; JJ Troncoso; AV Volpedo y A Fernández Cirelli, 2011 b. Occurrence of Fluoride in Arsenic-rich Surface Waters: a Case Study in the Pampa Plain, Argentina. *Bull Environ Contam Toxicol* 87(4): 409-413
- Sala, JM, 1975. Geología de la Provincia de Buenos Aires. *Recursos hídricos. Relatorio VI Cong. Geol. Arg.:*169-251.
- Schenone, N; AV Volpedo y A Fernández Cirelli, 2007. Trace Metal Contents in water and sediments in Samborombón Bay wetland, Argentina. *Wetland ecology and management* 15: 303-310.
- Schenone, N; AV Volpedo y A Fernández Cirelli, 2008. Estado trófico y variación estacional de nutrientes en los ríos y canales del humedal mixohalino de Bahía Samborombón (Argentina). *Limnética* 27 (1): 65-72.
- Smedley P y D Kinniburgh, 2002. A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Appl Geochem* 17:517–568.
- Smedley PL; HB Nicolli; DMJ Macdonald, AJ Barros y JO Tullio, 2002 Hydrogeochemistry of arsenic and other inorganic constituents in groundwaters from La Pampa, Argentina. *Appl Geochem* 17:259–284
- Sosnovsky, A y R Quirós, 2005. Efectos de la intensidad de uso de la tierra en pequeñas lagunas pampeanas (Argentina) (p: 197-215). En I. Vila y J. Pizarro (eds.) *Tercer Taller Internacional de Eutrofización de Lagos y Embalses*. CYTED. Patagonia Impresores, Santiago, Chile. 215 pp.
- Toresani, N; N Iriart y S Gómez, 1994. Lagunas de la Provincia de Buenos Aires. Dirección de Intereses Marítimos, Dirección Provincial de Pesca e Intereses Marítimos, Subsecretaría de Pesca, Ministerio de la Producción de la Provincia de Buenos, 108 pp.
- Volpedo, AV, 2007. El proceso de eutrofización en aguas superficiales. En: Marcelo Míguez, Alicia Fernández Cirelli, Mariana Vaccaro y Cecile du Mortier Eds “*El agua como fuente de vida y desarrollo*” FVET, Universidad de Buenos Aires.
- Volpedo, AV; N Schenone y A Fernández Cirelli, 2009. El proceso de eutrofización en la región pampeana (Argentina). 110-126. En Fernández Cirelli, A y I. Amaral. Eds. *Los recursos hídricos en la Región del Mercosur: estudios de caso*. Jaboticabal FUNESP.
- Yoshida, N; M Castro; C Du Mortier y A Fernández Cirelli, 2007. Environmental behavior of antibiotic monensin: preliminary studies in Argentina. *Environmental Chemistry Letters* 5: 157-160.
- Yoshida, N; M Castro; y A Fernández Cirelli, 2010. Degradation of monensin on soils: influence of organic matter and water content. *Chemistry and Ecology* 26 (1): 27-33.

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL INTEGRAL DE LOS PRINCIPALES HUMEDALES DE CUBA. Caso Ciénaga de Zapata

Preliminary results of the comprehensive environmental assessment of cuba major wetlands. Zapata Swamp Case

**Lucas Fernández Reyes, Miriam Labrada Pons,
Grisel Barranco, Obllurys Cárdenas, Ada Roque Miranda,
Hilda Alfonso de Anta, Liz Marrero y Laura Azor**

Instituto de Geografía Tropical. CITMA
Calle F No. 302 / 13 y 15, Plaza, La Habana. Cuba.
CP 10 400, lucas@geotech.cu

RESUMEN

El presente trabajo muestra los resultados preliminares del proyecto “Evaluación ambiental integral (EAI) de los principales humedales de Cuba y creación de un sistema de información” que lleva a cabo el Instituto de Geografía Tropical de Cuba entre los años 2011 y 2014. Para esta primera etapa (2011) se ha tomado como estudio piloto a la Ciénaga de Zapata, Reserva de la Biosfera y Sitio Ramsar, con dos propósitos esenciales: uno de carácter práctico dirigido a evaluar los problemas y mejorar la gestión, y otro de carácter metodológico, orientado a desarrollar las experiencias pertinentes en materia de EAI, que posteriormente puedan ser generalizadas al resto de los sectores de humedales cubanos. A partir del enfoque conceptual GEO PNUMA para las evaluaciones ambientales integrales, en el trabajo se identifican y caracterizan las presiones que están incidiendo en el cambio del estado, los impactos sobre los servicios ambientales y el bienestar humano. Como punto de partida para el análisis se determinaron las principales problemáticas ambientales del humedal y se estableció un sistema de indicadores ambientales para evaluar cuantitativamente el comportamiento de las presiones, el estado y los impactos, así como un sistema de monitoreo basado en estos indicadores. Finalmente se realiza una evaluación de la eficacia de las políticas adoptadas y se brindan las argumentaciones técnicas para mejorar o desarrollar planes, programas y medidas apropiados de conservación y uso racional. Otro objetivo importante del proyecto es la creación de un sistema de información orientado a facilitar los procesos de captación, actualización, integración y gestión de la información, el intercambio de enfoques y criterios entre las entidades participantes en un ambiente interactivo.

Palabras clave: Evaluaciones ambientales, presiones, impactos, indicadores ambientales, monitoreo.

SUMMARY

This work shows the preliminary results of the project "Integrated Environmental Assessment (EAI) of major wetlands in Cuba and the creation of an information system" carried out by the Institute of Geography Tropical Cuba between the years 2011 and 2014. For this first stage (2011) has taken as pilot study to the Zapata Swamp, a Biosphere Reserve and Ramsar Site, with two essential purposes: one of a practical nature designed to evaluate the problems and improve the management, and another of a methodological nature, aimed at developing the relevant experiences with EAI, which subsequently can be generalized to the rest of the sectors of wetlands cubans. From the conceptual approach GEO UNEP for the integrated environmental assessments, at work is to identify and characterize the pressures that are affecting the change of the state, and impacts on the environmental services and human welfare. As a starting point for the analysis identified the main environmental problems of the wetland, and established a system of environmental indicators to assess quantitatively the behavior of the pressures, the state and the impacts, as well as a monitoring system based on these indicators. Another important objective of the project is the creation of an information system designed to facilitate the processes of uptake, updating, integration and information management, sharing approaches and criteria among the entities participating in an interactive environment.

Key words: environmental assessments, pressures, impacts, environmental indicators, monitoring.

INTRODUCCIÓN

Los humedales en Cuba ocupan una superficie de unos 10 410 km², lo que representa aproximadamente el 9.3 % de la superficie del país. Incluyen los pantanos y áreas cenagosas, tanto litorales como interiores, así como el agua embalsada. No obstante, esta cifra puede ser notablemente incrementada si se incorporan los hábitat marinos hasta la primera línea de arrecifes o en ausencia de ellos, hasta la isobata de 6 m en marea baja (considerados por la Convención Ramsar como humedales), ya que de los 70 000 km² de la plataforma submarina de Cuba, aproximadamente el 40 % de su superficie se encuentra por debajo de este valor.

Dada la relativa fragilidad de estos ecosistemas, es indispensable lograr una correcta aplicación de esquemas de manejo sostenible que garanticen el desarrollo económico sin afectar el medio ambiente natural y el patrimonio socio cultural de la región. El manejo de los recursos naturales de estas zonas requiere un conocimiento actualizado sobre la existencia, estado, ubicación y condiciones naturales, así como de los aspectos socioeconómicos y de sus interrelaciones funcionales, ya que la sobreexplotación de cualquiera de estos recursos traería consigo la ruptura del equilibrio funcional con trastornos irreversibles para estos ecosistemas.

Hasta el presente en el país no se han realizado evaluaciones ambientales integrales a nivel de ecosistema. Si bien para el caso de los humedales existen inventarios y diagnósticos ambientales que han servido de base para la elaboración de la estrategia ambiental y planes de manejo de las áreas protegidas, el conocimiento disponible sobre los diferentes sectores de humedales es desigual y no existe homogeneidad en las

metodologías de trabajo. En adición, existen vacíos de información, gran dispersión de los datos y dificultades para su acceso. Los estudios se continúan realizando de forma aislada por instituciones independientes. Los Talleres nacionales e internacionales que se llevan a cabo anualmente en la Ciénaga de Zapata constituyen el único espacio de debate e intercambio de experiencia, pero no son instrumentos de coordinación y dirección metodológica de las investigaciones en los humedales. Todo ello dificulta la implementación de planes adecuados de gestión y manejo sustentable.

En este contexto, en el 2011 y con una duración de 4 años se puso en marcha el Proyecto Nacional “Evaluación ambiental integral de los humedales Evaluación Ambiental Integral de los principales humedales de Cuba y creación de un Sistema de Información, que lleva a cabo el Instituto de Geografía Tropical. Este proyecto tiene como objetivo fundamental la realización de una Evaluación Ambiental Integral con enfoque GEO PNUMA de los principales humedales cubanos, a fin de conocer las principales presiones que están incidiendo en el cambio del estado de estos ecosistemas, los impactos sobre los servicios ambientales, el bienestar humano y la elaboración de las argumentaciones técnicas para la adopción de planes, programas y medidas apropiadas de conservación y uso racional.

Otros objetivos importantes del proyecto son: la creación de un Sistema de Información que facilite los procesos de captación, actualización, integración y gestión de la información, el intercambio de enfoques y criterios entre las entidades participantes; el desarrollo de un sistema de indicadores ambientales y de un sistema de monitoreo que permita evaluar los cambios, las presiones e impactos así como la eficacia de las medidas adoptadas.

El Proyecto se ejecuta a partir de la recopilación y actualización de la información disponible y el completamiento de los vacíos de información, con el empleo de herramientas de geoprocésamiento, la cartografía automatizada soportada sobre un SIG y acompañada de los metadatos, según las normas de la Infraestructura de datos espaciales para la República de Cuba para su estandarización e integración.

EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DE ESTADO Y SUS CAUSAS

El primer paso del enfoque GEO para realizar una EAI consiste en conocer qué le está pasando al medio ambiente y cuáles son las causas que están incidiendo en los cambios de estado. Para ello es necesario identificar cuáles son las problemáticas ambientales prioritarias, cuáles son los cambios críticos de estado y sus tendencias, cuáles son las causas que están generando los cambios y qué indicadores son apropiados y necesarios para caracterizar fuerzas motrices, presiones y estados?

Breve caracterización del estado de la Ciénaga de Zapata

La historia ambiental de este territorio y su estado actual es el resultado de complejas interacciones hombre-naturaleza que durante más de dos siglos han ido modificando la estructura, funcionamiento y estabilidad de los ecosistemas.

La Ciénaga de Zapata es el mayor humedal de Cuba y uno de los mayores de América Latina y el Caribe, aprobada por la UNESCO como Reserva de la Biosfera en el año 2000 y también reconocida como Sitio Ramsar en el 2001. Fue declarada a nivel nacional como Área Protegida de Recursos Manejados “Península de Zapata” (APRM) en el año 2010. Comprende una superficie total de 720 748 ha, de ellas 512 036 ha son terrestres y 208 711 ha son marinas. Posee uno de los mayores reservorios de agua dulce del país y la mayor área de pantanos y marismas de Cuba. Dentro de ella han sido aprobadas cuatro áreas protegidas de diferentes categorías: el Parque Nacional Ciénaga de Zapata, el Elemento Natural Destacado Sistema Espeleolacustre y los Refugios de Fauna: Bermejas y Los Sábalos (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata y las áreas protegidas.
Fuente: Adaptado de Jiménez (2011).

La cuenca de Zapata es uno de los mayores y más complejos sistemas de drenaje cárstico del país. Hidrológicamente el humedal es alimentado tanto por escurrimiento superficial como por acuíferos adyacentes de las llanuras de Habana-Matanzas y de Colón, y conduce naturalmente el flujo de sus aguas de este a oeste para desaguar fundamentalmente por el Río Hatiguanico en la Ensenada de la Broa y, en menor cuantía a través del canal Soplillar, en forma léntica hacia la Bahía de Cochinos (Rodríguez Yi, et al.1993).

En la Ciénaga de Zapata se encuentran un total de 17 formaciones vegetales, según Del Risco (1978) y aportes de Oviedo (2005) en el Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata (Figura 2). Se estima que existen alrededor de 1000 especies de plantas autóctonas, distribuidas en 110 familias; destacándose 115 endemismos cubanos, de ellos 5 locales y alrededor de 30 especies raras o en peligro de extinción.

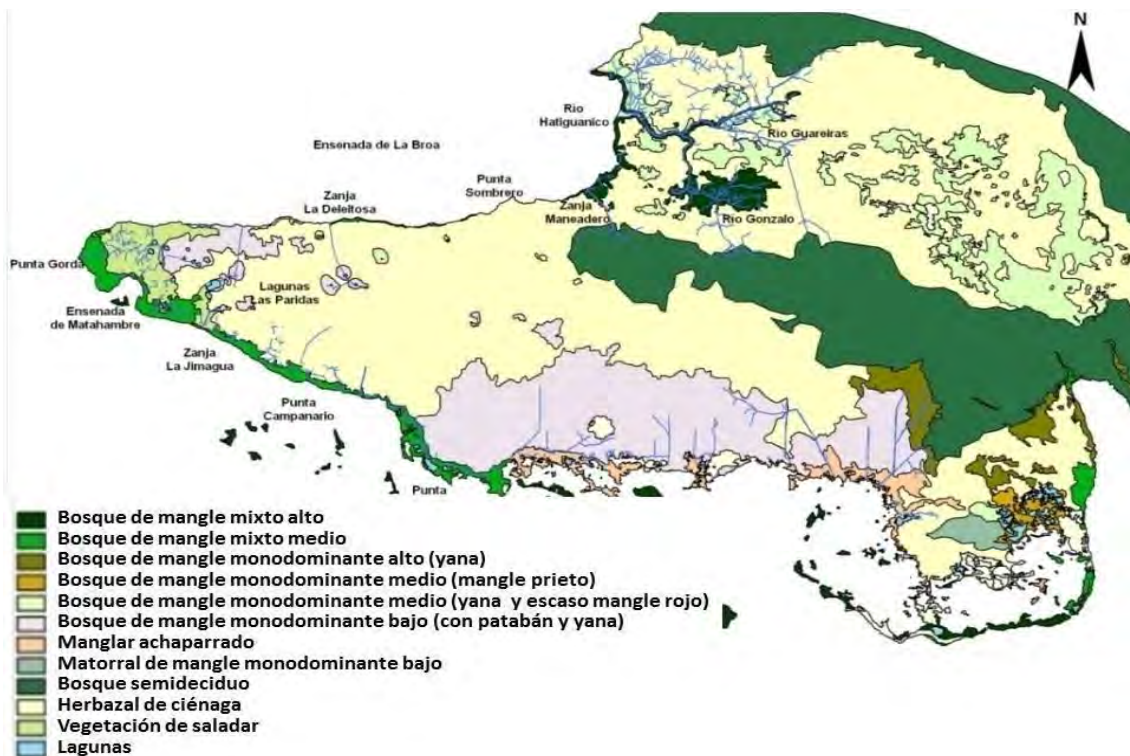


Figura 2. Distribución espacial de la vegetación de la Ciénaga Occidental de Zapata.
Fuente: Labrada et al. (2008).

La fauna está representada por 15 especies de mamíferos, 258 de aves, 43 de reptiles y 16 de anfibios, así como una gran variedad de peces, insectos y otros invertebrados (Figura 3). Entre las especies de animales se destacan 5 endémicas locales y 16 en peligro de extinción. Esta región es además uno de los refugios más importantes de 65 especies de aves migratorias (Amorín et al., 2002).



Figura 3. Algunas especies representativas de la fauna del humedal.

La Ciénaga de Zapata tiene una población de 9423 habitantes (ONE, 2011), de los cuales el 65% está considerado como urbano y el 35% como rural. Es el municipio de mayor extensión del país y menor poblado con una densidad de población, aproximadamente de 2,07 hab/km². El 34% está concentrado en dos asentamientos Gironcito y Cayo Ramona.

Las principales actividades económicas son la silvicultura, la apicultura, la pesca, la industria local y el turismo, todas ellas con bajo nivel de desarrollo y poco valor agregado por la falta de tecnologías apropiadas para el uso y manejo de los importantes recursos naturales de que dispone el territorio: forestales (madera preciosas),

energéticos (turba y bosques), melíferos, pesqueros (cocodrilos, tortugas, crustáceos, mariscos) y paisajísticos (Figura 4).

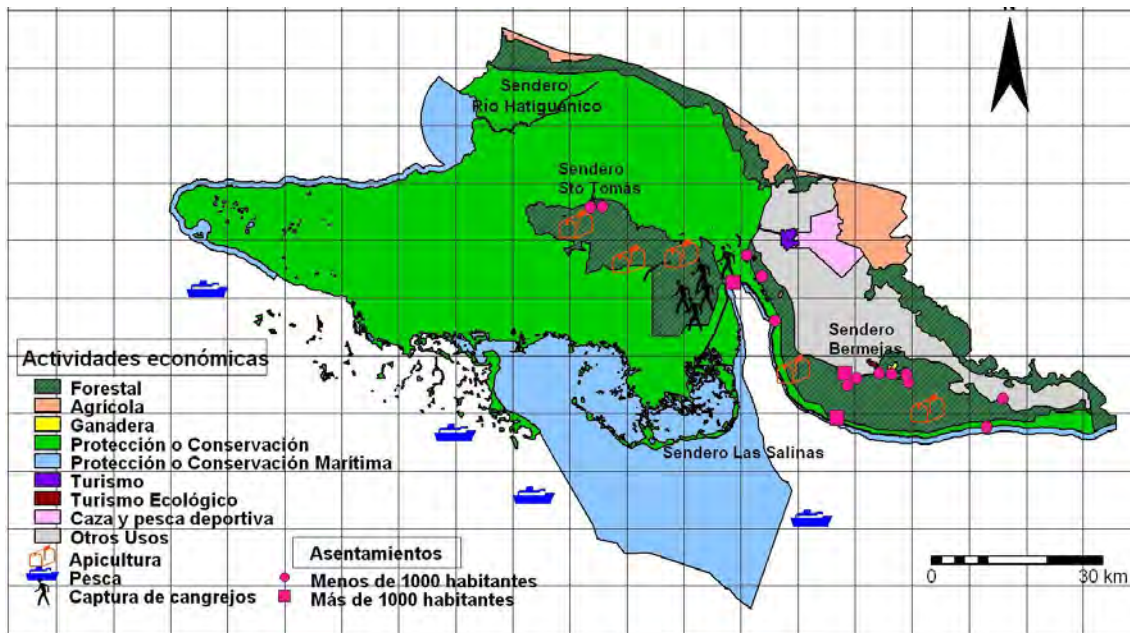


Figura 4. Principales actividades económicas en la Ciénaga de Zapata
 Fuente: Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata Labrada (2005).

El territorio presenta un alto grado de vulnerabilidad ante los fenómenos meteorológicos extremos y el incremento del nivel del mar por cambios climáticos, debido a la poca altura sobre el nivel del mar, la ubicación de los asentamientos humanos en zonas costeras bajas, la exposición de las fuentes de abastos de agua a la intrusión salina, la fragilidad de su flora y fauna y el incremento de las actividades económicas.

Identificación de las problemáticas ambientales

Las problemáticas ambientales, entendidas como cambios en el estado de los ecosistemas o de algunos de sus componentes en determinados umbrales que pueden afectar o degradar su funcionamiento normal, son el resultado de conflictos de intereses, limitaciones de las legislaciones, debilidades, amenazas, contradicciones, necesidades, entre otras, que pueden ser naturales, legales, económicas, administrativas o técnico – científicas, que inciden directamente en un espacio geográfico.

El análisis de los diagnósticos ambientales realizados para la elaboración de la estrategia ambiental de la Ciénaga de Zapata y de los planes de manejo de la Reserva de Biosfera y de las áreas protegidas del territorio permitió identificar una amplia lista de problemáticas ambientales presentes en este ecosistema. Esta lista fue sometida a un segundo análisis con el objetivo de depurar y establecer las prioridades concretas, en correspondencia con la importancia, costo para la sociedad e implicaciones para el ecosistema, riesgo, nivel atención en documentos oficiales de política ambiental, entre otras (Tabla 1).

Tabla 1. Problemáticas ambientales por temas

Tema	Problemática ambiental
Agua dulce	Disminución del balance hídrico en la porción occidental del ecosistema. Modificación de los patrones de circulación del agua debido a la construcción de canales de drenaje y viaductos. Contaminación de los cuerpos de agua con agroquímicos provenientes de las zonas agrícolas. Descenso de los niveles de los acuíferos y avance de la intrusión salina por el manejo inadecuado de los acuíferos
Bosques	Alteración de la composición florística y del funcionamiento del bosque por manejo forestal inadecuado e incendios forestales.
Biodiversidad	Proliferación de especies consideradas como casos de máxima prioridad (<i>Miriofilum</i> , la Melaleuca, la Casuarina, el Marabú y el Clarias) con comportamiento de invasoras, tanto exóticas como nativas. Fragmentación y deterioro de ecosistemas, pérdida de hábitat por incendios forestales. Destrucción de sitios de refugio, alimentación y reproducción de la fauna. Eutrofización de los cuerpos de agua con afectaciones a la calidad del agua e implicaciones negativas para determinadas actividades socioeconómicas.
Zonas marinas	Aumento de los sedimentos en suspensión en zonas marino costeras debido al escurrimiento lineal concentrado del humedal a través de canales.
Desastres	Ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos
Actividades socioeconómicas	Deterioro de los factores socioeconómicos y dificultades para la sostenibilidad ambiental, económica y social del territorio. Deficiente vinculación de la población local a las actividades de gestión y manejo del territorio. Contaminación por vertimiento de residuos sólidos. Falta de una adecuada conciencia ambiental en los principales actores del territorio.

A continuación se describen algunas de las principales problemáticas.

Alteración del régimen hídrico y de la calidad del agua

En las décadas de los 60s y 70s, principalmente en su porción oriental, el humedal fue sometido a numerosas transformaciones antrópicas, se construyeron grandes sistemas de drenaje y varias obras hidrotécnicas, que provocaron en los años subsiguientes la disminución del aporte hacia el área, la descarga rápida al mar y el aumento de inundaciones en la época lluviosa. Todo ello ocasionó serias afectaciones en el patrón hídrico. Por otra parte, el incremento de la demanda de agua embalsada y la sobreexplotación de los acuíferos trajo consigo el incremento de la salinidad en varias áreas del humedal e incluso fuera de éste, tanto en vías fluviales como pozos, lo que obligó al cambio de fuente y abandono de algunas áreas.

La aplicación de los fertilizantes provocó el aumento de contenido de nitratos en las aguas subterráneas en las áreas cercanas a la Ciénaga, que unido al vertimiento de residuales domésticos sin tratar en algunas vías fluviales, provocó contaminación bacteriológica en varias áreas y eutrofización en las aguas superficiales.

La rectificación de las vías fluviales y la construcción de canales han generado frecuentes inundaciones al paso de los eventos hidrometeorológicos con un incremento de áreas afectadas y daños económicos.

Alteración de la Biodiversidad

Está relacionada fundamentalmente con la fragmentación de los hábitats naturales como consecuencia de la construcción de infraestructura técnica en el territorio, sin el conocimiento adecuado del funcionamiento natural de los ecosistemas naturales. Otros problemas que afectan a la biodiversidad son la aparición de especies exóticas que han sido introducidas con fines ornamentales, productivos o que han llegado de manera accidental al humedal; el manejo inadecuado de los recursos naturales, acciones que hacen que aparezcan desequilibrios que alteran la composición y estructura de la biodiversidad en el territorio. Esta afectación tiene una manifestación en el humedal de carácter regional y se le concede una alta prioridad a su gestión y control, por los valores y significación nacional e internacional posee.

Deterioro de los factores socioeconómicos y dificultades para la sostenibilidad ambiental, económica y social del territorio

La Ciénaga de Zapata, en el plano socioeconómico, presenta un conjunto de rasgos eventualmente contradictorios que resultan desfavorables para alcanzar las metas de sostenibilidad ambiental, económica y social del territorio. Estos rasgos están determinados fundamentalmente por factores de tipo socioeconómico que desembocan en un bajo aprovechamiento de las potencialidades de la población del territorio y el fomento de prácticas lesivas al medio ambiente.

IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DEL CAMBIO MEDIOAMBIENTAL (FUERZAS MOTRICES Y PRESIONES)

El análisis de los cambios, tanto actuales como pretéritos, en la Ciénaga de Zapata permitió arribar a la conclusión de que las principales fuerzas motrices históricamente han estado asociadas a la demanda de agua y alimentos, productos madereros y más recientemente a la necesidad de generar ingresos en divisa a través del turismo. Estas fuerzas motrices han generado diversas presiones tanto dentro de los límites del humedal como en sus inmediaciones con fuerte repercusión en su funcionamiento (Tabla 2).

Tabla2. Principales Fuerzas motrices y Presiones que interactúan sobre el humedal.

Fuerzas motrices	Presiones
Demanda de agua y alimentos, productos madereros e ingresos en divisa por turismo	<i>Dentro del humedal</i> Desarrollo hidráulico (canales, pozos) Desarrollo forestal. Desarrollo turístico. Pesca Afluencia al humedal de las aguas contaminadas con agroquímicos. Ocurrencia de incendios forestales.

Variabilidad Climática (aumento de sequías, huracanes).
 Aumento de especies invasoras.
 Discordancias entre la política de desarrollo socioeconómico y la sostenibilidad ambiental, económica y social del territorio.

Fuera del humedal

Desarrollo agrícola.
 Desarrollo acuicultura en embalses.
 Desarrollo hidráulico (construcción de embalses, trasvases)
 Variabilidad Climática (sequías, huracanes).
 Aumento de especies invasoras.

Desarrollo hidráulico

La construcción de embalses constituye una de las presiones de mayor impacto en los ecosistemas de humedales cubanos y muy especialmente en la Ciénaga de Zapata, ya que limita los aportes de agua dulce, nutrientes terrígenos y flujos energéticos que llegan a través de la escorrentía superficial y los acuíferos subterráneos (Figura 5).



Figura 5. Ejemplo de la cadena PEIR generada por el desarrollo hidráulico.
 Fuente: Fernández (2011).

La política hidráulica encaminada a aumentar las reservas de agua en el país con diferentes propósitos, así como los planes de desarrollo integral de ese territorio, incluyendo la producción de alimentos, planteó la compleja disyuntiva de tener que compartir las aguas de la cuenca Zapata entre el humedal y la actividad económica.