

**PROPUESTA DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL  
INTEGRAL DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS DE IBEROAMÉRICA**

(VERSIÓN PRELIMINAR)

**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

### **Autores principales**

Lucas Fernández Reyes, Grisel Barranco Rodríguez  
Alejandra Volpedo, Joaquín Buitrago Borrás y Miriam Labrada Pons

### **Coautores**

Giuseppe Giuseppe Colonnello, Vicent Benedito, Remigio H. Galárraga,  
Rigoberto Rodríguez Quirós, Marlon Peláez Rodríguez, Camilo Torres,  
Obllurys Cárdenas López, Viera Petrova Nicolaevna, Katia del Rosario Rodríguez,  
Francisco Pérez Sabino, Leda Menéndez Carrera y José M. Guzmán Menéndez

Esta versión preliminar de indicadores para la evaluación ambiental de ecosistemas degradados 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

La Habana, Cuba, diciembre 2011  
ISBN: 978-959-7167-34-1



## ÍNDICE

Prólogo	4
Introducción	4
Tendencias teórico- metodológicas mundiales y procedimiento de trabajo.	6
Los indicadores para la EAI de los ecosistemas degradados	11
Agroecosistema Güines, Cuba	14
Agroecosistema Yaguajay, Cuba	18
Humedal Ciénaga de Zapata	21
Ecosistemas lagunares pampeanos, Argentina.	31
Parque Natural de l'albufera, Valencia, España	36
Parque Nacional Laguna de la Restinga, Venezuela	41
Lago Maracaibo, Venezuela	45
Morichales y maporales, Venezuela	49
Páramos, Ecuador	56
Humedales Parque Nacional Palo Verde	59
Cuenca río Hacha Amazonía colombiana	62
Lago Atitlán	64
Bosque amazónico, Ecuador	67
Bosque de ciénaga y manglares	70
Consideraciones generales	75
Bibliografía	76

## **PRÓLOGO**

La realización de Evaluaciones Ambientales Integrales (EAI) basadas en el enfoque GEO (Global Environmental Outlook) constituye una herramienta eficaz para monitorear continuamente el estado del medio ambiente a escala global, regional y local. Un momento determinante durante las evaluaciones EAI consiste en la elaboración de indicadores apropiados para evaluar fuerzas motrices y presiones, estados e impactos. Ello se debe a que el análisis de las relaciones causa efecto entre los cambios de estado, sus causas y consecuencias tiene generalmente un carácter cualitativo. Surge por tanto la necesidad de valorar objetivamente en términos cuantitativos ¿qué le está pasando al medio ambiente?, ¿por qué está sucediendo?, ¿cuáles son las consecuencias para el medio ambiente y la sociedad? y ¿cuán eficaces son las medidas aplicadas?

Los indicadores permiten no solo ilustrar y validar el contenido de las evaluaciones sino también comprender objetivamente en términos cuantitativos. Otro elemento importante es que los indicadores permiten realizar estudios comparativos de ecosistemas funcionalmente diferentes y evaluar con herramientas metodológicas comunes.

En el presente trabajo se resume la experiencia de la Red CYTED “Desarrollo de metodologías, indicadores ambientales y programas para la evaluación ambiental integral y la restauración de ecosistemas degradados”, en la elaboración de una versión preliminar de indicadores PEIR aplicados a una amplia diversidad de ecosistemas con diferentes problemas de degradación, entre los que figuran glaciares, morrenas y páramos, bosque húmedo tropical, manglares, pastos marinos y arrecifes, zonas estuarinas y albuferas, humedales interiores y marino costeros, sistemas lacustres y los propios ecosistemas culturales.

Los indicadores han sido elaborados con base en las problemáticas prioritarias utilizando el marco conceptual fuerzas motrices - presión - estado - impactos -respuestas (FMPEIR), que vincula las relaciones entre la actividad humana y el estado del medio ambiente.

## **INTRODUCCIÓN**

En relación con la degradación de los ecosistemas se suscita una expectativa creciente, en la misma medida que se incrementan en dichos ambientes las afectaciones en el orden espacial, de composición, fragmentación, entre otras situaciones no deseables y que de forma coherente, se incentivan las incertidumbres sobre el propio destino de la humanidad.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972), enfatizó la necesidad de emprender la evaluación del medio ambiente y la elaboración de los informes correspondientes, asociados a diferentes marcos espaciales (mundial, nacional, etc.). Con ello se perseguían dos propósitos esenciales: contar con una base homogénea y común para la evaluación del medio ambiente, así como preparar informes periódicos sobre la situación de los territorios. Esos designios se han ido materializando en el tiempo, en consecuencia de las propias condiciones en que ha

evolucionado el mundo, pero también en atención de los avances de la ciencia, la conciencia ambiental y la voluntad política.

Es incuestionable el impulso que los referidos temas recibieron a partir de la Conferencia de Río'92, pues colocó una perspectiva realista sobre las circunstancias dadas en el planeta, y avizoró los riesgos de la inercia de pensamiento y acción en función de su mejoramiento. Uno de sus aciertos fue la definición de un conjunto de pautas al efecto del seguimiento evolutivo de los problemas, donde la Agenda 21, con el programa convenido bajo los auspicios de la ONU, acotó aspectos bien relevantes. Específicamente en su párrafo 40.4, se postula la urgente creación de los indicadores del desarrollo sostenible (IDS), para dar implementación a los respectivos capítulos de dicha Agenda internacional. Con esa demanda concreta se abrió todo un debate entre científicos, pero incluso el tema fue dimensionado a los aspectos gubernamentales, expresivos de la disposición para la consumación del contenido de la Agenda.

Aunque el tema contaba con precedentes en la bibliografía y práctica mundial (OCDE, 1991), tales formulaciones lo incentivan. Surgen así diferentes perspectivas expresadas a modo de modelos, en la búsqueda de las opciones de mayor agudeza y sensibilidad para visionar el medio y los cambios en él generados (OCDE, 1993; CEPAL, 1994; EPA, 1994; entre otros).

Puede apreciarse, sin embargo, que uno de los procesos más afines en la materia ha contado con el protagonismo de la División de Evaluación y Alerta Temprana (DEAT) del PNUMA, por la perspectiva abarcadora que propone. En ella se postula: "Ofrecer a la comunidad internacional un mejor acceso a datos e información ambiental de carácter significativo, así como ayudar a incrementar la capacidad de los gobiernos para usar la información ambiental en el proceso de toma de decisiones y la planificación de medidas conducentes al desarrollo humano sostenible" (Jäger, 2008). A partir de ello se ha generado un marco de evaluación con clara definición de la cadena de relaciones que tienen lugar en el medio.

La propuesta implica que de modo gradual, a través de un sistema de información y monitoreo, se logren rumbos promisorios en el manejo de los recursos y la protección. Ello se hace de especial significado cuando se trata de ecosistemas degradados, pues las medidas para la rehabilitación deben partir de un conocimiento abarcador, que puede ser objetivamente encausado por medio de los indicadores.

Las interrogantes asociadas a los mismos hacen valedera la asunción de procesos investigativos que coloquen una perspectiva precisa. Orientados hacia dicho propósito, el presente trabajo se planteó como objetivo:

- ***Conformar en primera versión un sistema de indicadores para evaluar presiones, estados, impactos y respuestas inherentes a los ecosistemas degradados.***

Al efecto de aproximarse a ello se emprendió un trabajo exhaustivo, donde se involucraron las tendencias mundiales que se vienen promoviendo en la materia, y que permitió plasmarse en el presente documento. En este trabajo se plantea una mirada amplia, que va

desde la conceptualización del problema y sus expresiones en los diferentes subsistemas del medio ambiente (naturaleza, economía, población), así como otros aspectos cardinales para la vida del ecosistema, como son los aspectos de gestión y protección. Muy particularmente, se realizaron propuestas que puedan transformarse en políticas concretas con fines de saneamiento y rehabilitación de ecosistemas.

Así, fue factible conformar una herramienta propia, de fácil implementación, que aunque posee un carácter preliminar, puede ser útil y accesible a los diversos actores con intereses investigativos y prácticos en los ecosistemas degradados, aunque es evidente que sus valores pueden extenderse a otros ambientes.

## **TENDENCIAS TEÓRICO- METODOLÓGICAS MUNDIALES Y PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.**

Contemporáneamente para enfrentar los estudios ambientales, una de las alternativas que se viene empleando es la de utilizar indicadores. Ciertamente en torno al tema, se ha configurado todo un entramado discursivo no concluido, de modo que hoy no existen visiones únicas sobre su conformación, determinación y el posible alcance.

El amplio debate que se ha promovido tiene al propio concepto como eje de controversia. Por eso es pertinente partir de la reflexión conceptual.

### **El concepto, como premisa en la conformación de los indicadores.**

En relación con los indicadores hay todo un camino avanzado de éxitos e incertidumbres, en tanto que aún se discute sobre las limitantes para integrar los aspectos sociales, económicos y ecológicos, con la visión sistémica y se porfía en lo teórico sobre la construcción de los indicadores medibles (<http://www.ine.gob.mx/>), de forma preferencial, respecto a los cualitativos.

En cualquier caso, orientar con acierto el estudio ambiental y en especial el de los ecosistemas degradados, obliga a transitar por su pertinente entendimiento. Colocando una perspectiva amplia, se puede tratar de buscar el acercamiento a lo que es un indicador en las siguientes construcciones:

- Se trata de información cuantitativa que ayuda a explicar como las cosas están cambiando a lo largo del tiempo (Departamento de Medio Ambiente de la Gran Bretaña, 1996),
- Es una señal que muestra una tendencia, es una herramienta para simplificar, medir y comunicar información. "Permite representar un conjunto de datos en el tiempo y así como visualizar los cambios generados" (Wautiez y Reyes, 2001).
- "... son capaces de sintetizar información medioambiental muy amplia dirigida a cuantificar y notificar el comportamiento medioambiental" (<http://www.life-ecomining.org>).

Más específicamente hay todo un trabajo orientado a visionar la sostenibilidad y ello ha colocado nuevas complejidades que nacen de las propias tendencias con que se maneja el desarrollo y de cómo se expresa en el diseño de las políticas públicas. Pueden reconocerse en consecuencia un conjunto de definiciones, dentro de las cuales, por el apego a las propias directrices de trabajo que aquí se plantean, parecieron pertinentes. Entre ellas resultó más expresiva la que considera:

- "Los Indicadores de sustentabilidad son importantes para avanzar en la comprensión integral del medio ambiente, en donde se combinan aspectos ecológicos, sociales y económicos. Los Indicadores proveen información sobre el estado del medio ambiente, así como de las presiones que ocasiona dicho estado y los impactos que produce. Asimismo, para evaluar la acción pública se pueden generar indicadores de respuesta, que indican como se responde a dicha situación ambiental. Los indicadores se expresarán en un valor numérico y pretenden sintetizar información."  
<http://www.minambiente.gov.co>

No puede eludirse, sin embargo, que el manejo de indicadores, aun cuando se promueven en el sentido de universalizarlos en función de lograr enfoques y posiciones comunes sobre el medio ambiente, deben también responder a las realidades nacionales, y a los problemas específicos a los que van dirigidos, por cuanto no son una herramienta más, son en realidad facilitadores de las acciones que deben diseñarse en el universo de la política y la gestión en un contexto dado. Este aspecto es perfectamente conexo con la reflexión del Banco Mundial (1997) que apunta: "El desarrollo de indicadores ambientales útiles, requiere no sólo de la comprensión de conceptos y definiciones, sino de un conocimiento exhaustivo de las necesidades de política pública. De hecho, uno de los factores clave que distinguen a un buen indicador es el vínculo entre la medición de condiciones ambientales y las opciones prácticas de política pública".

Es importante señalar también, que ningún criterio o indicador constituye por si solo una medida de la sostenibilidad. Un criterio o indicador individual tiene que ser considerado en el contexto de otros razonamientos, pues consiste en el conjunto de juicios que proporciona, cuando se mide a largo plazo, la imagen total de la tendencia hacia lo sostenible como condición contradictoria de la degradación.

Es incuestionable que queda mucho por hacer en esta materia, pues no son aun suficientemente claros los indicadores que midan de manera sucinta la calidad o la sostenibilidad de una situación o un espacio. Los indicadores orientados específicamente en esa dirección deben permitir: medir, evaluar y monitorear, cambios e impactos en el estado y particularidad de los recursos y del ambiente.

En este contexto se ha renovado el interés con el lanzamiento de los indicadores GEO.

Uno de los elementos claves del momento es que pueden identificarse diversas tendencias en el manejo de los modelos que dan base a los indicadores (<http://www.mideplan.go.cr/sinades/PUBLICACIONES/>), dentro de lo cual resultan los más usados los siguientes:

- “Impulso-estado-respuesta” (Adriaansse, 1993; OCDE, 1994). Los elementos del modelo responden a una lógica que observa como las acciones humanas producen presiones sobre el medio (el impulso), lo que cambia la calidad y cantidad de los recursos naturales (el estado), estos cambios se observan mediante los efectos sobre la salud ambiental. Ante lo cual la sociedad adopta una respuesta.
- "Presión-Estado-Impacto/Efecto-Respuesta" (P-E-I/E-R) que ha sido desarrollado por Winograd (1995; 1997) para el proyecto de indicadores del CIAT/PNUMA para América Latina. Este proyecto fue diseñado particularmente para los indicadores del uso sostenible de tierras; para ello, combina información basada en estadísticas ambientales corrientes con variables "*georeferenciadas*", indicadores generados por aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Estos modelos suponen como requerimiento un conocimiento muy preciso de las relaciones causa-efecto, que si bien se adecua mejor al comportamiento propio del medio ambiente, en algunos casos adolece por el nivel de concreción práctica, que depende en gran medida de la experticia de los evaluadores, y las dificultades del uso de los sistemas estadísticos, su consistencia y representatividad. Es detectable también un complejo posicionamiento vinculante entre temas ecológicos y económicos, que sitúa al segundo como subsistema del primero con lo cual lo posiciona en el plano de inconmensurabilidad que tiene en muchos aspectos la naturaleza, cuando en realidad puede y debe ser consecuentemente regulado.

El modelo GEO genera una mayor articulación de los procesos dados en el medio ambiente, y "...dedica especial atención a la recolección y el análisis de estadísticas y datos espaciales...". En el mismo se reconoce "la importancia crítica de contar con datos e indicadores adecuadamente seleccionados, porque la pobreza de la información puede traducirse en malas decisiones. Al mismo tiempo es necesario que la información resulte significativa y relevante para el público objetivo, de lo contrario, incluso los mejores indicadores tendrán escaso impacto" (Jäger, 2008).

A partir de las anteriores consideraciones, una posición bien estructurada en relación a lo que es un indicador lo considera:

- "El valor observado representativo de un fenómeno a ser estudiado. Los indicadores señalan, brindan información y describen el estado del medio ambiente con una relevancia superior a lo directamente asociado a la mera observación. En general los indicadores cuantifican la información, al agregar y sintetizar datos distintos y múltiples, simplificando así la información capaz de esclarecer fenómenos de gran complejidad. (European Environment Agency, 2006)".

Desde esa perspectiva se asumió la determinación de los indicadores para el estudio de los ecosistemas degradados.



## Los indicadores para la evaluación ambiental integral de los ecosistemas degradados.

Tomando el modelo GEO como fundamento para la conformación de los indicadores, se partió necesariamente del entendimiento de los diferentes elementos del mismo. Originalmente la División de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible reconoció y trabajó de acuerdo al marco Presión – Estado – Respuesta (PER), del Departamento de Estadística de Canadá y la OCDE. Posteriormente se introducen innovaciones según el marco Fuerza motriz – Estado – Respuesta (FMER). Más recientemente, GEO-4 se basó en el entendimiento de Fuerza motriz – Presión – Estado – Impacto – Respuesta (FMPEIR), según el cual se consideran:

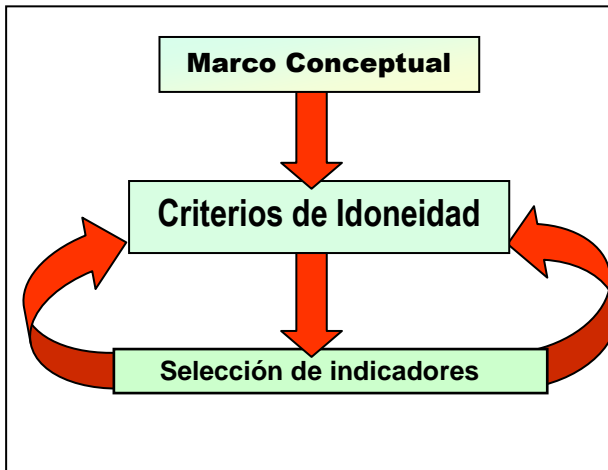
- ➔ **Fuerzas Motrices (FM):** Son los factores indirectos (procesos demográficos, patrones de producción y consumo, la innovación científica y tecnológica, la demanda económica, mercados y comercio, los modelos institucionales y político sociales) que causan presiones más concretas (actividad agrícola y forestal, minería, industria, construcción, actividad pesquera, etc.) sobre el medio ambiente y que generan emisión de sustancias, contaminantes o desechos y modifican el funcionamiento del ecosistema.
- ➔ **Presiones (P):** Conocidas también como factores directos o agentes inductores del cambio ambiental. Se suman a aquellos que son consecuencia de los procesos naturales (cambios en el clima, la biodiversidad, el agua, los suelos).
- ➔ **Estado (E):** Se refiere a los cambios en el estado del medio ambiente, y que provocan a su vez alteraciones en los servicios ambientales que recibe la sociedad, como la disponibilidad de aire y agua limpios, de alimentos, etc. Éstos, unido con factores demográficos, sociales y materiales, producen impactos en el bienestar humano (la seguridad alimentaria, la salud, los activos materiales, las buenas relaciones sociales).
- ➔ **Respuestas (R):** Entendida como una elaboración de la sociedad a fin de adaptarse a los cambios en el estado en general, o bien reducir las presiones sobre el medio ambiente.

En cada caso es necesarios identificar los indicadores más adecuados para realizar el examen y evaluación del cuadro territorial. Para ello, la elección de indicadores determina los tipos de datos necesarios para llevar a cabo la EAI, pues ayudan a estructurar y orientar la recolección de información. Al elegirlos es importante que se consideren aquellos que demuestran algo importante acerca de los temas y problemáticas en estudio, pero también, que se constituyan en facilitadores de la comunicación entre diferentes entes gestores. Cuando se les adopta y usa adecuadamente, aportan:

- ➔ Una caracterización de tendencias históricas relacionadas con problemáticas prioritarias.
- ➔ Patrones espaciales de cambio.
- ➔ Un análisis de avances en cuanto a objetivos/parámetros/valores de referencia.

En el caso de los ecosistemas degradados, que constituyen ámbitos complejos deben reflejar todas esas peculiaridades, pero también toda la riqueza que los caracteriza, para asumir con todos los juicios posibles las acciones de rehabilitación, asumiendo de forma eficiente y efectiva herramientas como las económico-ambientales.

Por ello al diseñar los indicadores propios para la EAI se tuvieron en cuenta todos los elementos que comprende la Figura 1.



**Figura. 1. Pasos para el desarrollo de indicadores (Volpedo, 2011).**

El marco conceptual permite colocar, según el modelo GEO, el ámbito de actuación específico del indicador, si es válido para definir presión, estado o respuesta.

Con el criterio de idoneidad se puede medir el propio impacto y el alcance del indicador. Según la apreciación del

OCDE (1993) y el Banco Mundial, (1997), constituyen elementos claves a considerar:

- que se desarrollen dentro de un marco conceptual aceptado;
- estar claramente definidos, fáciles de entender y capaces de mostrar tendencias a lo largo del tiempo;
- ser científicamente creíbles;
- tener relevancia en términos de política pública;
- ser relevantes para los usuarios, políticamente aceptables y constituir un fundamento para la acción;
- ser receptivos a cambios en el medio ambiente y actividad humana;
- brindar una base para la comparación internacional al ofrecer un valor de referencia o umbral;
- incluir la posibilidad de agregación (de vivienda a comunidad, de comunidad a nación);
- ser objetivos (ser independientes de quien recolecta los datos);
- estar limitados numéricamente.

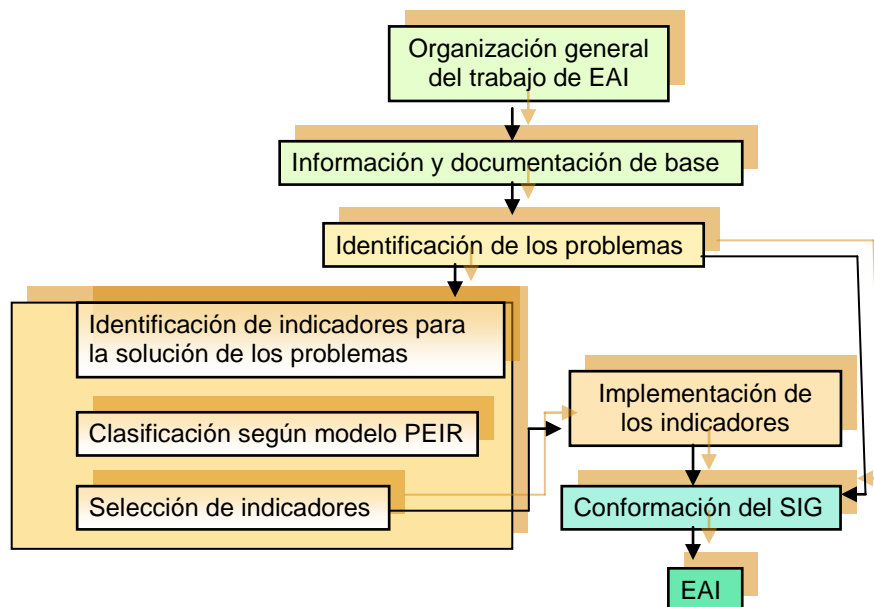
La etapa de selección corresponderá a aquellos que mejor se adecuen a tales premisas, o sea, los que respondan de forma más pertinente a las preguntas clave del modelo GEO:

- ¿Qué le está pasando al ecosistema y por qué?
- ¿Cuales son las consecuencias para el medio ambiente y el bienestar humano?
- ¿Qué se está haciendo y cuan eficiente son las medidas aplicadas?

## LOS INDICADORES PARA LA EAI DE LOS ECOSISTEMAS DEGRADADOS

La identificación y selección de los indicadores propios para la EAI de los ecosistemas degradados, partió de todo el conjunto informativo dado en la literatura internacional, pero muy particularmente, se centró en los objetivos y experiencias de la Red CYTED 411RT0430 “Desarrollo de Metodologías, Indicadores Ambientales y Programas para la Evaluación Ambiental Integral y la Restauración de Ecosistemas Degradados”.

Para la obtención de los propósitos del trabajo, se siguió la lógica que refiere la Figura 2, que parte de la identificación del espacio objeto, como ámbito referencial a las características intrínsecas y el diseño consecuente de los indicadores que lo reflejen de forma pertinente.



**Figura 2** Proceso de conformación de los indicadores PEIR.

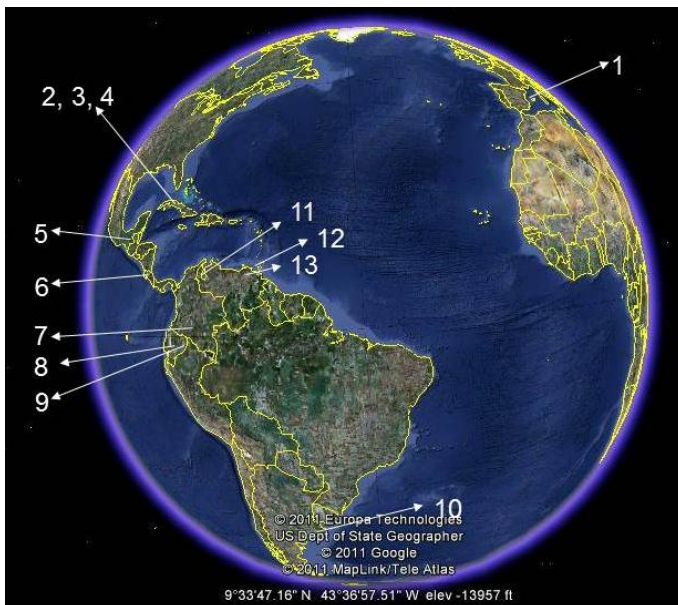
En el proceso de trabajo los propios problemas identificados jugaron un papel importante, en tanto que al definir las causas modificadoras del contexto, se establecen las primicias sobre las presiones dadas, los cambios en el estado y los impactos sucedidos.

Una herramienta clave fue la aplicación del análisis grupal, que resultó elocuente y aportador, en tanto que facilitó el análisis de los temas desde el pensamiento colectivo, así como la mejor visualización de las relaciones causa - efecto que se están sucediendo.

Otro instrumento considerado esencial fue la conformación de un sistema de información geográfica (SIG), que soporte la voluminosa información generada a partir de los indicadores, e incluso desde tal situación, la generación de nuevas aristas de análisis que permitan hacer más exhaustiva la propia EAI.

Para la ejecución del trabajo se ha seleccionado una diversidad de ecosistemas con diferentes problemas de degradación que se caracterizan por ser: a) funcionalmente diferentes y relevantes por bienes y servicios que brindan a los sistemas humanos y la regulación de procesos globales; b) altamente vulnerables a efectos de los cambios ambientales producidos por actividades humanas y procesos naturales. Los tipos de ecosistemas seleccionados son: glaciares, morrenas y páramos (Andes ecuatorianos), bosque húmedo tropical (Amazonía), manglares, pastos marinos y arrecifes (Caribe), zonas estuarinas y albuferas (Península Ibérica), humedales interiores (Pantanal, Ciénaga de Zapata, Planicies deltaicas costeras del Orinoco), agrosistema (llanura pampeana, Argentina y de diferentes cultivos en Cuba).

En este primer año de funcionamiento de la Red CYTED, se ha elaborado a modo de modelos de referencia una versión preliminar de indicadores para un grupo de problemáticas ambientales en diferentes ecosistemas y contextos espaciales (Figura 3).



**Figura 3. Ubicación geográfica de los ecosistemas seleccionados.** 1- Parque Natural de l'albufera de Valencia, España. 2-Agrosistemas de Güines, Cuba. 3-Agrosistemas de Yaguajay, Cuba. 4-Humedal Ciénaga de Zapata, Cuba. 5- Lago de Atitlán, Guatemala. 6- Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica. 7- Cuenca del río Hacha, Colombia. 8- Ecosistemas de páramos, Ecuador. 9- Amazonía ecuatoriana. 10- Ecosistemas acuáticos Pampeanos, Argentina. 11-Chaguaramales y morichales en el golfo de Paria, Venezuela. 12- Parque Nacional Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. 13- Cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela.

Como un referente especial fue manejada la problemática del suelo, en tanto que se presenta de forma generalizada como uno de los recursos bajo mayor degradación, lo cual comporta una alta prioridad, pues se constituye un inmediato exponente de la pérdida de atributos y capacidad de prestación de los servicios ambientales, en especial los asociados a la auto reproducción, así como los de generación de bienes y servicios para la obtención de plantas útiles a la vida humana.

Aun cuando la diversidad de los ecosistemas examinados fue notable, las problemáticas ambientales observadas en los mismos, tienen alta similitud, pero además con mayor o menor intensidad se replican en otros ámbitos geográficos, repercutiendo en la degradación de los ecosistemas. Al efecto de valorar las sinergias permisibles entre diferentes ecosistemas, éstos fueron examinados en una secuencia lógica, que partiendo de las problemáticas de la tierra firme, transita por las de la interface mar- tierra, hasta la de los ecosistemas acuáticos. Las situaciones de conflicto fueron resumidas en la Tabla 1.

**Tabla 1. Temas fundamentales e incidencia de diferentes problemáticas ambientales.**

<b>Tema</b>	<b>Problemática ambiental</b>
Suelos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pérdida de capacidad productiva del suelo.</li> <li>2. Conflictos de manejo de tierras agrícolas.</li> <li>3. Degradación de suelos por manejo agrícola inadecuado</li> <li>4. Agotamiento de la fertilidad de los suelos</li> <li>5. Erosión, compactación y contaminación de suelo.</li> </ol>
Biodiversidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proliferación de especies consideradas como casos de máxima prioridad con comportamiento de invasoras, tanto exóticas como nativas.</li> <li>2. Fragmentación y deterioro de ecosistemas, pérdida de hábitat por tala indiscriminada e incendios forestales.</li> <li>3. Destrucción de la flora en sitios de refugio, alimentación y reproducción de fauna.</li> <li>4. Pérdida de biodiversidad de las comunidades acuáticas por eutrofización.</li> <li>5. Conversión de los páramos en tierras de uso agropecuario.</li> <li>6. Pérdida de diversidad ecológica de los páramos.</li> <li>7. Reducción de hábitat, fragmentación y transformación de ecosistemas.</li> <li>8. Reducción de las poblaciones de especies amenazadas y pérdida de especies.</li> <li>9. Reducción de la superficie de bosques por deforestación para uso agropecuario e incendios forestales.</li> <li>10. Alteración de la composición florística y del funcionamiento del bosque.</li> <li>11. Enfermedad y pérdida de la superficie de manglares, por contaminación y colmatación.</li> <li>12. Cambios en el balance hídrico de los manglares por intercepción de flujos de agua dulce.</li> <li>13. Sobreexplotación pesquera.</li> <li>14. Reducción de la superficie de manglares para uso agropecuario, camaronicultura y arrozales.</li> <li>15. Enfermedad y pérdida de la superficie de corales por contaminación, turbidez y aumento de temperatura del agua.</li> <li>16. Pérdida de los ecosistemas de praderas de pastos marinos por eutrofización.</li> </ol>
Agua dulce	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambios en el balance hídrico de los ecosistemas.</li> <li>2. Modificación de los patrones de circulación del agua a causa de a las condiciones de manejo inapropiadas.</li> <li>3. Contaminación de los cuerpos de agua con agroquímicos y otros efluentes provenientes de las zonas agrícolas y urbanas.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Disminución de los niveles de los acuíferos y avance de la intrusión salina por el manejo inadecuado de los mismos.</li> <li>5. Reducción de la superficie y volumen de los glaciares.</li> <li>6. Aparición de morrenas por retracción de glaciares debido al cambio climático.</li> <li>7. Alteración del régimen hidrológico de los páramos y disminución de los suministros de agua a los sistemas humanos.</li> <li>8. Alteración de la calidad del agua en las nacientes de ríos amazónicos.</li> <li>9. Eutrofización de los cuerpos de agua de la llanura pampeana por aporte de nutrientes provenientes de las tierras de uso agropecuario</li> <li>10. Eutrofización de los cuerpos de agua con afectaciones a la calidad de la misma e implicaciones negativas para diferentes actividades socioeconómicas.</li> </ol>
Zonas marinas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anomalías por déficit o exceso de los sedimentos en suspensión en zonas marino costeras, debido a las condiciones del escurrimiento lineal concentrado desde la tierra firme.</li> <li>2. Aportes de nutrientes y otros contaminantes originados en las tierras inmediatas.</li> </ol>
Actividades socioeconómicas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Insuficiencias en el manejo de tierras y el ordenamiento ambiental.</li> <li>2. Manejo inapropiado de efluentes y residuos.</li> <li>3. Escasa vinculación de la población local a las actividades de gestión y manejo del territorio.</li> <li>4. Falta de una adecuada conciencia ambiental de los principales actores del territorio.</li> <li>5. Deficiente vinculación de la población local a las actividades de gestión y manejo de los páramos.</li> <li>6. Incumplimiento de la legislación y regulaciones ambientales.</li> </ol>

Fuente: conformada a partir de informaciones claves de los ecosistemas usados como modelos.

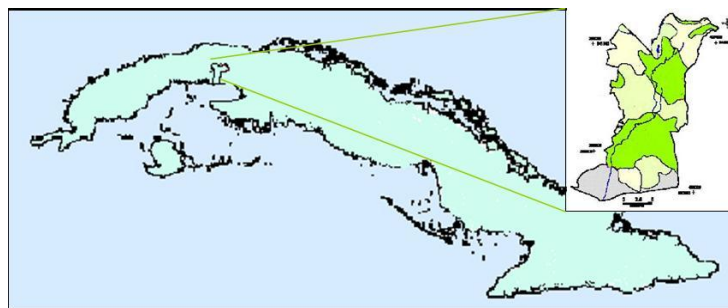
En correspondencia con los problemas ambientales identificados, en cada ecosistema se diseñaron indicadores de presión, estado, impacto (PEI), según se muestra a continuación.

### AGROECOSISTEMA GÜINES, CUBA



En relación a los agrosistemas se suscitan hoy algunos de los mayores conflictos ambientales, en tanto que experimentan impactos poco promisorios que de forma directa o indirecta implican al hombre. El tema se ha identificado con elevada prioridad para Cuba, donde algunos territorios, por su tradición productiva, configuran ejes claves para el mejor entendimiento de los problemas.

El área objeto de interés se ubica en la región occidental de Cuba, a 30 km al sur de La Habana, y más específicamente en la porción centro- sur de la provincia Mayabeque (Figura 3). En dicho ámbito, las condiciones agroclimáticas permitieron que muy tempranamente, la economía colonial lo vinculara a la práctica agropecuaria; la plantación y el monocultivo después se hicieron presentes, asociados al desmonte tala y quema de las tierras. A esa práctica recurrente se fueron asociando en el tiempo otras, que repercutieron en la degradación del medio, y aunque permitían responder a las demandas de incrementos productivos, afectaban ineludiblemente el patrimonio natural. El municipio se convirtió en proveedor de productos del agro en un amplio contexto nacional e internacional, pero la erosión, el mal drenaje y otros problemas de los suelos empezaron a menguar las provisiones de productos y servicios ambientales.



**Figura 3. El municipio Güines en el contexto geográfico cubano.**

La actividad agrícola ocupa el 81 % de la superficie total del territorio, y donde los cultivos ocupan un 69,4 % de la misma, con usos de diverso carácter que implican diferentes demandas del medio, lo cual se expresa en disímiles situaciones de interés, en cuanto a la significación socio-productiva de los enclaves, así como por su incidencia ambiental. Están presentes de forma prominente los cultivos de alto laboreo, que como la caña de azúcar (10591ha), han demandado del suministro de sustancias y energías a fin de garantizar el sostenimiento de los niveles productivos que se han demandado. El grado de mecanización no ha sido un factor desestimable a tal efecto, tanto en la producción como en la carga ambiental, lo cual puede evaluarse de forma idéntica con la quimización

Los suelos son objeto de diversos conflictos como la erosión, que se hace más aguda en la sección media a alta del territorio. En algunos sectores la canalización, poco atendida, ha incrementado la retención hídrica; la acidez está también presente. De conjunto, todo ello hace que el panorama de los suelos se exprese de modo incierto, pues las pérdidas de potencialidades naturales hacen consecuentes los decrementos en la productividad, y en

alguna medida explican lo inescrutable del panorama agrícola. Se constata un uso continuado de la tierra, que según los referentes apreciados muestra signos de agotamiento, entre otros problemas degradantes. De esa forma, los rendimientos no están conforme a las necesidades del presente y supuestas demandas del futuro.

En el territorio se está manifestando la implantación de transformaciones poco propicias en la tierra, que apuntan a la merma en la prestación de servicios ambientales de diferente carácter. Todo ello merece atención y acciones mejoradoras en pro de la sostenibilidad. Las prácticas agroecológicas pueden ser de una ayuda sustancial en la búsqueda de modificaciones promisorias.

### Propuesta de indicadores para evaluar presiones, estado e impactos en agrosistemas

<b>Tipo de ecosistema:</b> Antrópico (agrícola)			
<b>Tema:</b> Suelo			
<b>Problemática ambiental:</b> Pérdida de capacidad productiva del suelo.			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Ampliación de la frontera agrícola.	Tendencia de cultivo en suelos con evidencias de degradación (tipos de erosión, salinidad, mal drenaje, etc.).	Disminución del área de suelos aptos para la producción.
<b>Forma de expresión</b>	ha/año; caballerías/año	ha/año; caballerías/año	ha/año; caballerías/año
<b>Forma de monitoreo</b>	Observación anual de la superficie agrícola a través de imágenes satelitales reiteradas o por medio de anuarios estadísticos.	Control anual a través de imágenes satelitales reiteradas, anuarios estadísticos o inspección de terreno.	Diferenciación superficial entre el total de tierras agrícolas y las que presentan evidencias de degradación.

<b>Tipo de ecosistema:</b> AGROECOSISTEMA			
<b>Tema:</b> Suelo			
<b>Problemática ambiental:</b> Conflictos de manejo de tierras agrícolas.			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Uso agrícola de espacios no conformes.	Volumen total de la producción agrícola	Inconstancia en los rendimientos agrícolas.
<b>Forma de expresión</b>	ha/año; caballerías/año	ton.	ton/ha/año



<b>Forma de monitoreo</b>	Registro anual de la superficie agrícola establecida sobre el patrimonio boscoso, forestal o degradado, estimado por medio de imágenes satelitales reiteradas o por reportes de anuarios estadísticos.	Anuarios estadísticos; encuestas a entidades y productores líderes.	Registros de anuarios estadísticos.
---------------------------	--	---	-------------------------------------

<b>Tipo de ecosistema: AGROECOSISTEMA</b>			
<b>Tema: socioeconómico</b>			
<b>Problemática ambiental: Falta de incentivos en el ámbito rural.</b>			
<b>Elementos de caracterización</b>	<b>Indicadores</b>		
	<b>Presión</b>	<b>Estado</b>	<b>Impacto</b>
<b>Denominación</b>	Elevación de precios de la canasta básica	Tendencia de la fuerza de trabajo directa en el ámbito rural.	Educación agroecológica de la fuerza de trabajo agrícola.
<b>Forma de expresión</b>	Pesos MN	hombre/ha	No. de acciones agroecológicas implementadas por unidad organizativa; o superficie (ha) bajo dichas prácticas.
<b>Forma de monitoreo</b>	Estadísticas anuales de precio y consumo.	Según estadísticas anuales de anuarios o captura directa.	Captura directa anual de la información en unidad organizativa.

<b>Tipo de ecosistema: AGROECOSISTEMA</b>			
<b>Tema: socioeconómico</b>			
<b>Problemática ambiental: Conflictos de manejo de tierras agrícolas</b>			
<b>Elementos de caracterización</b>	<b>Indicadores</b>		
	<b>Presión</b>	<b>Estado</b>	<b>Impacto</b>
<b>Denominación</b>	Uso agrícola de espacios no conformes	Ampliación de la frontera agrícola.	Decremento del coeficiente de estabilidad geosistémica
<b>Forma de expresión</b>	Ha/año; caballerías/año	ha/año; caballerías/año	adimensional
<b>Forma de monitoreo</b>	Registro anual de la superficie agrícola	Registro anual de la superficie agrícola a	Registro anual de la superficie agrícola

	establecida sobre el patrimonio boscoso, forestal o degradado por medio de imágenes satelitales reiteradas o por reportes de anuarios estadísticos.	través de imágenes satelitales reiteradas o por medio de anuarios estadísticos.	vista en proporción de la superficie de bosques, formaciones forestales y silvícolas, por medio de imágenes satelitales reiteradas o por la datación de anuarios estadísticos, en ámbitos espaciales de interés.
--	---	---	--

<b>Tipo de ecosistema: AGROECOSISTEMA</b>			
<b>Tema: socioeconómico</b>			
<b>Problemática ambiental: Conflictos de manejo de tierras agrícolas</b>			
<b>Elementos de caracterización</b>	<b>Indicadores</b>		
	<b>Presión</b>	<b>Estado</b>	<b>Impacto</b>
<b>Denominación</b>	Ampliación de la frontera agrícola.	Volumen total de la producción agrícola	Inconstancia en los rendimientos agrícolas.
<b>Forma de expresión</b>	ha/año; caballerías/año	ton.	ton/ha/año
<b>Forma de monitoreo</b>	Registro anual de la superficie agrícola a través de imágenes satelitales reiteradas o por medio de anuarios estadísticos.	Anuarios estadísticos; encuestas a entidades.	Registros de anuarios estadísticos.

**AGROSITEMA YAGUAJAY, CUBA**



Áreas ociosas degradadas.



Pérdida de la calidad del suelo.



Deforestación y exposición del suelo.  
Fuente: Tomadas por Martin, G. et al (2011)



Áreas deforestadas con pasto.

El municipio de Yaguajay se encuentra en la provincia de Sancti Spiritus en la región central de Cuba (Figura 4).

**Figura 4. Municipio de Yaguajay-Provincia de Sancti Spiritus-Cuba**

En este territorio, uno de los problemas ambientales más acuciantes y que compromete la calidad de vida de sus pobladores es el aumento de la degradación del suelo.



El territorio posee grandes extensiones de suelos pardos con carbonato típico, de pardos sin carbonato, de ferralíticos pardos rojizos típicos y de oscuros plásticos no gleyzados gris amarillentos. Los de mayor significación para la agricultura son los ferralíticos rojos típicos que son utilizados fundamentalmente en el cultivo de la papa.

En la época de la Colonia y Neocolonia, las llanuras fueron totalmente deforestadas para ser utilizadas fundamentalmente en el cultivo de la caña de azúcar, monocultivo que erosionó fuertemente el suelo durante más de cuatro siglos. De las zonas más elevadas se extrajo la madera, sobre todo para la exportación. En la actualidad se cultiva la caña, en menor proporción el arroz, cultivos varios; persiste la cría de ganado y en las zonas más elevadas se encuentran los bosques degradados con planes de reforestación.

Entre las principales causas de la degradación del suelo se encuentran: la tala del bosque nativo en la zona costera, que actuaba como bosque de transición, por lo que en estos momentos la cuña salina penetra varios kilómetros tierra adentro provocando la salinización de los suelos. La erosión de los suelos, la pedregosidad y la rocosidad es característica de las pendientes abruptas pero la deforestación y el mal uso de las técnicas agropecuarias aceleran este proceso revirtiéndose en bajos rendimientos agrícolas y pérdida de tierras para el cultivo. Los suelos fluviales, al estar situados aguas abajo de los territorios, reciben la escorrentía contaminada con fertilizantes y desechos domésticos provenientes de las partes más altas provocando su contaminación. Se encuentran extensas áreas ociosas que, al no poseer protección natural o de cultivos, están expuestas a la acción del viento y de la lluvia por lo que los procesos degradativos actúan en ellas con mayor fuerza.

Todo lo anterior se traduce en la pérdida de la calidad del suelo para las labores agrícolas, en los bajos rendimientos agrícolas, en la disminución de las cosechas, en el aumento de los costos de las labores de restauración de los suelos y en el aumento de los costos por la compra de alimentos sustitutos.

### Propuesta de indicadores para evaluar presiones, estado e impactos en agrosistema

<b>Tipo de ecosistema:</b> Agrosistema			
<b>Tema:</b> Suelos			
<b>Problemática ambiental:</b> Aumento de la degradación del suelo.			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Aumento de las áreas ociosas.	Pérdida de la calidad del suelo para el desarrollo de la actividad agropecuaria.	Aumento de los costos de aplicación de enmiendas y otras acciones para recuperación de las áreas degradadas.
<b>Forma de expresión</b>	Ha/año	Áreas por categorías de agroproductividad/año	Costos (\$)/año
<b>Forma de monitoreo</b>	Control de las áreas ociosas por año.	Control del cambio de la agroproductividad por año.	Control de los costos en concepto de enmiendas, otras acciones y pago de salarios para su aplicación en las áreas degradadas.

<b>Tipo de ecosistema:</b> Agrosistema			
<b>Tema:</b> Suelos			
<b>Problemática ambiental:</b> Aumento de la degradación del suelo.			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto

<b>Denominación</b>	Disminución del rendimiento de las cosechas y pastos.	Pérdida de ingresos por disminución de la producción agropecuaria.	Aumento de gastos por concepto de alimentos sustitutos.
<b>Forma de expresión</b>	Cantidad de productos obtenidos/año	Ingresos (\$)/año	Gastos en alimentos sustitutos (\$)/año
<b>Forma de monitoreo</b>	Control de los productos obtenidos por año.	Control de los ingresos en el sector agropecuario.	Control de los gastos en alimentos sustitutos por año.

## HUMEDAL CIÉNAGA DE ZAPATA, CUBA



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 Sábalo (Figura 5).

Las principales presiones causantes de los cambios ambientales en la Ciénaga de Zapata están asociadas al desarrollo de diversas actividades económicas dentro y fuera del humedal con enfoques marcadamente sectoriales como es el caso del desarrollo hidráulico, forestal, turístico, pesquero, agrícola, así como otros procesos relacionados con la variabilidad climática, la ocurrencia de incendios forestales, el aumento de especies invasoras. Las principales problemáticas ambientales asociadas a estas presiones son: la disminución del balance hídrico y modificación de los patrones de circulación del agua, la contaminación de los cuerpos de agua con agroquímicos, la alteración del funcionamiento del bosque, la proliferación de especies con comportamiento de invasoras, la fragmentación y deterioro de ecosistemas, la eutrofización de los cuerpos de agua, la ocurrencia de eventos

hidrometeorológicos extremos, el deterioro de los factores socioeconómicos y dificultades para la sostenibilidad ambiental, económica y social del territorio, entre otras.



Figura 5. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata y las áreas protegidas.

Fuente: Adaptado de Jiménez (2011).

### Propuesta de indicadores para evaluar presiones, estado e impactos en humedal interior con zona marina de interface

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Biodiversidad			
<b>Problemática ambiental:</b> Disminución de la disponibilidad de agua en el humedal.			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Disminución de los aportes de agua al humedal	Déficit hídrico	Disminución de los espejos de agua e Incremento de la salinidad
<b>Forma expresión</b> de	m <sup>3</sup> /s (para gasto) mm (para lluvia, evapotranspiración)	m <sup>3</sup> /s (para gasto) mm (para lluvia, evapotranspiración)	ha (para espejos de agua) ml/ m <sup>3</sup> (para concentración)
<b>Forma monitoreo</b> de	Mediciones periódicas de los componentes del balance hídrico (m <sup>3</sup> /s)	Mediciones periódicas de los componentes del balance hídrico (m <sup>3</sup> /s)	Mediciones periódicas de la salinidad

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Biodiversidad			
<b>Problemática ambiental:</b> Pérdida de hábitat.			
<b>Elementos de caracterización</b>	<b>Indicadores</b>		
	<b>Presión</b>	<b>Estado</b>	<b>Impacto</b>
<b>Denominación</b>	Cambios de uso	Cambio de cobertura vegetal	Variación de la disponibilidad de recursos (refugio, alimentación) de especies sombrilla.
<b>Forma de expresión</b>	(ha x t)	(ha x t)	sp/ha
<b>Forma de monitoreo</b>	Evaluación periódica de la tasa de deforestación anual % Tdf	Análisis multitemporal de cobertura vegetal	Mediciones periódicas de abundancia de especies.

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Biodiversidad			
<b>Problemática ambiental:</b> Presencia de especies invasoras			
<b>Elementos de caracterización</b>	<b>Indicadores</b>		
	<b>Presión</b>	<b>Estado</b>	<b>Impacto</b>
<b>Denominación</b>	Abundancia de cada especie invasora	# de especies con comportamiento de invasoras	Cambios en el número de especies endémicas o autóctonas.
<b>Forma de expresión</b>	(# ind /UM)	(# sp/ha/t)	sp/ha
<b>Forma de monitoreo</b>	Evaluación periódica (# ind /UM)	Mediciones periódicas ((# sp x ha)	Mediciones periódicas de abundancia de especies.

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Biodiversidad			
<b>Problemática ambiental:</b> Pérdida de hábitat.			
<b>Elementos de caracterización</b>	<b>Indicadores</b>		
	<b>Presión</b>	<b>Estado</b>	<b>Impacto</b>
<b>Denominación</b>	Cambios de uso	Cambio de cobertura vegetal	Variación de la disponibilidad de recursos (refugio, alimentación) de

			especies sombrilla.
<b>Forma de expresión</b>	(ha x t)	(ha x t)	sp/ha
<b>Forma de monitoreo</b>	Evaluación periódica de la tasa de deforestación anual % Tdf	Análisis multitemporal de cobertura vegetal	Mediciones periódicas de abundancia de especies.

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Biodiversidad			
<b>Problemática ambiental:</b> Presencia de especies invasoras			
<b>Elementos de caracterización</b>	<b>Indicadores</b>		
	<b>Presión</b>	<b>Estado</b>	<b>Impacto</b>
<b>Denominación</b>	Abundancia de cada especie invasora	# de especies con comportamiento de invasoras	Cambios en el número de especies endémicas o autóctonas.
<b>Forma de expresión</b>	(# ind /UM)	(# sp/ha/t)	sp/ha
<b>Forma de monitoreo</b>	Evaluación periódica (# ind /UM)	Mediciones periódicas ((# sp x ha)	Mediciones periódicas de abundancia de especies.

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Biodiversidad			
<b>Problemática ambiental:</b> Variabilidad climática (sequías, huracanes)			
<b>Elementos de caracterización</b>	<b>Indicadores</b>		
	<b>Presión</b>	<b>Estado</b>	<b>Impacto</b>
<b>Denominación</b>	Incremento en duración e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos	Áreas afectadas	Disminución de los servicios ambientales
<b>Forma de expresión</b>	mm (para lluvia) Km/h (para viento) Categoría (Huracanes)	ha	Pérdidas de MM de pesos
<b>Forma de monitoreo</b>	Medición de la frecuencia e intensidad	Evaluación de los daños ocasionados (ha)	Evaluación de las pérdidas directas en MM de pesos

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
--	--	--	--



<b>Tema:</b> Biodiversidad			
<b>Problemática ambiental:</b> Ocurrencia de incendios forestales			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Incremento de los incendios forestales	Áreas afectadas	Disminución de los servicios ambientales
<b>Forma de expresión</b>	ha	ha	MM de pesos
<b>Forma de monitoreo</b>	Evaluación del área afectada (ha)	Medición de los daños ocasionados (ha)	Pérdidas directas en (MM de pesos)

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Agua			
<b>Problemática ambiental:</b> Disminución de la disponibilidad de agua en el humedal.			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Disminución de los aportes de agua al humedal	Déficit hídrico	Disminución de los espejos de agua e Incremento de la salinidad
<b>Forma de expresión</b>	m <sup>3</sup> /s (para gasto) mm (para lluvia, evapotranspiración)	m <sup>3</sup> /s (para gasto) mm (para lluvia, evapotranspiración)	ha (para espejos de agua) ml/ m <sup>3</sup> (para concentración)
<b>Forma de monitoreo</b>	Mediciones periódicas de los componentes del balance hídrico (m <sup>3</sup> /s)	Mediciones periódicas de los componentes del balance hídrico (m <sup>3</sup> /s)	Mediciones periódicas de la salinidad

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Agua			
<b>Problemática ambiental:</b> Eutrofización de cuerpos de agua.			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Concentración de aguas contaminadas con N, F y agroquímicos que llegan al humedal desde zonas agrícolas	Densidad de plantas acuáticas x ha	Disminución de especies nativas
<b>Forma de</b>	m <sup>3</sup> /s (para caudal)	D/ ha	sp/ha

<b>expresión</b>	ml/ m <sup>3</sup> (para concentración)		
<b>Forma de monitoreo</b>	Medición anual de caudal y concentración de N, F ml/ m <sup>3</sup> .	Mediciones periódicas de D/ ha	Mediciones periódicas de abundancia de especies.

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Agua dulce			
<b>Problemática ambiental:</b> Disminución de los niveles de las aguas superficiales			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Naturales (sequías), desarrollo económico (aumento de explotación)	Niveles bajos de los ríos y canales o pérdida total de agua	Pérdidas económicas
<b>Forma de expresión</b>	Miles m <sup>3</sup> (explotación) mm (precipitaciones)	Cotas absolutas (msnm)	Miles de \$
<b>Forma de monitoreo</b>	Control de explotación y de las precipitaciones	Medición diaria de las precipitaciones; Monitoreo semestral (periodo seco y húmedo)	Monitoreo semestral de las profundidades de las corrientes.

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Agua dulce			
<b>Problemática ambiental:</b> Disminución de los niveles de las aguas subterráneas			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Naturales (sequías), desarrollo económico (aumento de explotación)	Niveles bajos de los pozos y cenotes	Pérdidas económicas
<b>Forma de expresión</b>	Miles m <sup>3</sup>	Cotas absolutas (msnm)	Miles de \$
<b>Forma de monitoreo</b>	Control de explotación,	Monitoreo semestral (periodo seco y húmedo)	Monitoreo semestral de los niveles de las aguas subterráneas.

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Agua dulce			
<b>Problemática ambiental:</b> Salinización de acuíferos			

Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Sobrexplotación, avance cuña salina por la sequía	Aumento de CL, SST	Empeoramiento de calidad de agua
<b>Forma de expresión</b>	Avance de cuña salina, en metros	mlg/l de Cl y SST	Número de pozos afectados
<b>Forma de monitoreo</b>	Control de explotación	Monitoreo semestral (periodo seco y húmedo)	Monitoreo semestral-análisis fisicoquímicos de las aguas subterráneas

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Agua dulce			
<b>Problemática ambiental:</b> Eutrofización			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Cantidad de fertilizantes utilizados	Aumento de concentración de nitratos y fósforo	Olor, color y sabor del agua, toxicidad Proliferación intensiva de algas, afectaciones en peces, migraciones. Agua inservible para baños.
<b>Forma de expresión</b>	kg/ha y total por cosechas- para fertilizantes.	mlg/l de nitratos y fósforo y relación con la norma admisible. Olor y color -por tablas	Número de enfermos e intoxicados. % de afectación en los peces.
<b>Forma de monitoreo</b>	Control del uso de los fertilizantes.	Monitoreo semestral (periodo seco y húmedo)	1- monitoreo semestral de los enfermos. 2- monitoreo anual.

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Agua dulce			
<b>Problemática ambiental:</b> Contaminación química			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Cantidad de fertilizantes utilizados,	Concentración de elementos tóxicos	-Enfermedades hídricas de personas

	aguas residuales sin tratamiento		-Muerte y afectación en las poblaciones de peces y crustáceos. -Afectaciones de hábitat y especies, muerte y migraciones.
<b>Forma de expresión</b>	kg/ha y total por cosechas– para fertilizantes. DQO - para agua residual	mlg/l de los elementos toxicas y relación con la norma admisible	-Número de los enfermos. -t/año para la pesca. -Numero de conteo de especies.
<b>Forma de monitoreo</b>	Control de usos de fertilizantes. Control de calidad del agua	Monitoreo semestral (periodo seco y húmedo)	-Monitoreo semestral. -Monitoreo anual. -Conteo anual.

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Agua dulce			
<b>Problemática ambiental:</b> Contaminación bacteriológica			
<b>Elementos de caracterización</b>	<b>Indicadores</b>		
	<b>Presión</b>	<b>Estado</b>	<b>Impacto</b>
<b>Denominación</b>	Descarga de aguas residuales sin tratamiento	Concentración de Coliformes totales, fecales y disminución de oxigeno disuelto	-Enfermedades hídricas de personas, Intoxicación. -Agua no apta para los cultivos tubérculos. -Agua no apta para baños de playa. - Alteración de ictiofauna cavernícola.
<b>Forma de expresión</b>	DQO	NMP	-Número de los enfermos e intoxicados. -t/cosecha de tubérculos. -Monitoreo visual
<b>Forma de monitoreo</b>	Control de calidad del agua	Monitoreo semestral (periodo seco y húmedo)	-Monitoreo semestral de enfermos. 2, 4 – monitoreo anual.

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Agua dulce			
<b>Problemática ambiental:</b> Inundaciones			
<b>Elementos de caracterización</b>	<b>Indicadores</b>		
	<b>Presión</b>	<b>Estado</b>	<b>Impacto</b>
<b>Denominación</b>	Capacidad de retener agua	Aumento de niveles de los ríos, áreas inundadas	Pérdidas económicas, destrucciones
<b>Forma de expresión</b>	Millones m <sup>3</sup>	Metro – aumento del nivel. Ha – áreas inundadas.	Miles de \$. Numero de viviendas afectadas y destruidas. Numero de objetivos económicos afectados y destruidos.
<b>Forma de monitoreo</b>	Control de los eventos meteorológicos extraordinarios.	Monitoreo al paso de los eventos meteorológicos extraordinarios.	Monitoreo de las afectaciones después del paso de los fenómenos.

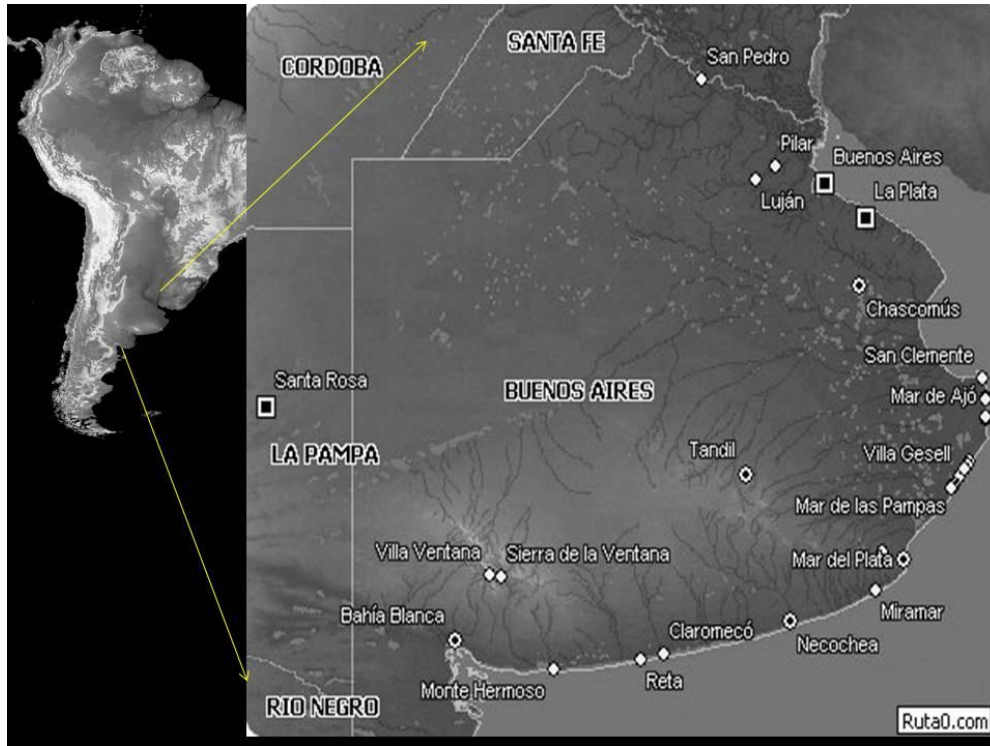
<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Aspectos socioeconómicos			
<b>Problemática ambiental:</b> Discordancias entre la política de desarrollo socioeconómico y la sostenibilidad ambiental, económica y social del territorio.			
<b>Elementos de caracterización</b>	<b>Indicadores</b>		
	<b>Presión</b>	<b>Estado</b>	<b>Impacto</b>
<b>Denominación</b>	Existencia de políticas con bajo impacto ambiental, económico y social	Conflicto de intereses ramales y falta de enfoque integral en la gestión del humedal	Aprovechamiento no sustentable de las potencialidades del humedal
<b>Forma de expresión</b>	Cantidad de políticas con bajo impacto ambiental, económico y social	Cantidad y extensión de zonas bajo influencia de conflicto	Cantidad de servicios ambientales afectados
<b>Forma de monitoreo</b>	Revisión periódica de los instrumentos de política	Revisión de la cantidad y extensión de zonas de conflicto	Revisión periódica de los efectos ambientales, económicos y sociales de las políticas

<b>Tipo de ecosistema:</b> Humedal interior con zona marina de interface			
<b>Tema:</b> Aspectos socioeconómicos			
<b>Problemática ambiental:</b> Baja vinculación de la población local a la gestión del humedal			
Elementos de caracterización	Indicadores		
	Presión	Estado	Impacto
<b>Denominación</b>	Bajo nivel de estimulación y escaso sentido de pertenencia de la población local.	Cantidad de pobladores con elevada conciencia ambiental	Bajo nivel de bienestar material y social
<b>Forma de expresión</b>	Cantidad de pobladores que participan en actividades relacionadas con la conservación de los recursos naturales	Porcentaje de participación de la población local en actividades relacionadas con la conservación y la educación ambiental	Nivel de ingreso de la población
<b>Forma de monitoreo</b>	Comparación de datos estadísticos	Comparación de datos estadísticos	Comparación de la cantidad de usos y beneficios que se revierten en el desarrollo endógeno

**ECOSISTEMAS LAGUNARES PAMPEANOS, ARGENTINA.**



Los ecosistemas lagunares pampeanos se ubican en la llanura de igual nombre considerada una de las grandes planicies a nivel mundial (Figura 6).



**Figura 6. Llanura pampeana y lagunas pampásicas.**

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. 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.

Las principales problemáticas ambientales derivadas de las presiones señaladas son las siguientes:

- 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.