

SITUACIÓN ACTUAL DEL ENTORNO DEL LAGO ARENAL

Anabelle Araya García*
aarayag@mopt.go.cr

Fecha de recibido: 16 de agosto 2005 / Fecha de aceptación: 15 de Noviembre 2005

Resumen

Los lagos y las lagunas son ecosistemas que pueden ser naturales o artificiales. El lago Arenal es un ejemplo de un ecosistema artificial que tiene múltiples y variados usos.

Los lagos son susceptibles de sufrir modificaciones tanto por procesos naturales como por los inducidos por el hombre o antrópicos. En este estudio se procedió a evaluar el estado ambiental del lago Arenal y a señalar, clasificar y describir los principales problemas encontrados en el sitio. Se ofrecen además algunas conclusiones y sugerencias con respecto a la problemática identificada.

Palabras clave: *ecosistema; eutrofización; sedimentación; contaminación; oligotrófico.*

Abstrat

Lakes and lagoons are ecosystems that could be natural or artificial. The Arenal lake is an example of an artificial ecosystem that has multiplex and several uses.

The lakes are extreme susceptible to suffer modifications such as natural processes or those induced by the man. Thus this research proceeded to evaluate the environmental state of Arenal lake. It was also pointed out sorted and described the main problems that were found in situ. Besides, it is given some suggestions and conclusions with regard to the identified problems.

Keywords: *ecosystem, eutrofización, sedimentation, contamination, oligotrófico.*

Introducción

Los ecosistemas pueden ser naturales y/o artificiales tales como lagos, lagunas, embalses o represas, ya que estos suministran agua para uso humano e industrial, posibilitan el riego y la generación de energía eléctrica, sustentan la pesca recreativa y comercial, brindan espacios para el esparcimiento y el turismo. Sin embargo, los lagos y embalses son vulnerables

a la degradación ambiental por causas de origen antrópico.

La escasa renovación de las aguas en ciertos lagos y embalses los expone sensiblemente a la contaminación, producto de las actividades humanas en sus áreas costeras y en toda la cuenca de aporte. La acumulación de sedimentos, agroquímicos, desechos industriales y desechos urbanos no tratados lanzados directamente a través de sus afluentes, constituyen una carga contaminante que produce una creciente degradación de su calidad ambiental de lenta y difícil recuperación.

Los ambientes acuáticos como los ríos, lagos o embalses sufren el proceso de eutrofización o el aumento de nutrientes en el agua,

* Departamento de Geografía, Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

especialmente de los compuestos de nitrógeno y fósforo, que provocan un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores cuyo resultado consiste en trastornos no deseados en el equilibrio entre organismos presentes en el agua y en la calidad del agua a la que afecta.

Las fuentes de eutrofización pueden ser de origen natural o bien de origen humano, debido a los desechos vertidos en los ecosistemas acuáticos.

Cabe destacar que existe confusión en el empleo de los términos de lago y laguna, por lo que es importante rescatar y aclarar sus definiciones. **Laguna** se refiere a masas de agua salada o salobre aisladas del mar por una lengua de tierra. **Lago** es una masa permanente de agua (generalmente dulce) relativamente extensa y más o menos profunda, depositada en una depresión del terreno y sin comunicación inmediata con el mar.

La obra de ingeniería que significa el embalse del lago Arenal constituye un ejemplo de tenacidad, ingenio y disciplina de personas que, con mente visionaria, pudieron llevar a cabo un proyecto que actualmente beneficia a las comunidades y al país, en cuanto a turismo y generación de electricidad, y principalmente para la subsistencia de los moradores de las áreas aledañas. Sin embargo, a través de los años, el embalse y su entorno han sufrido modificaciones

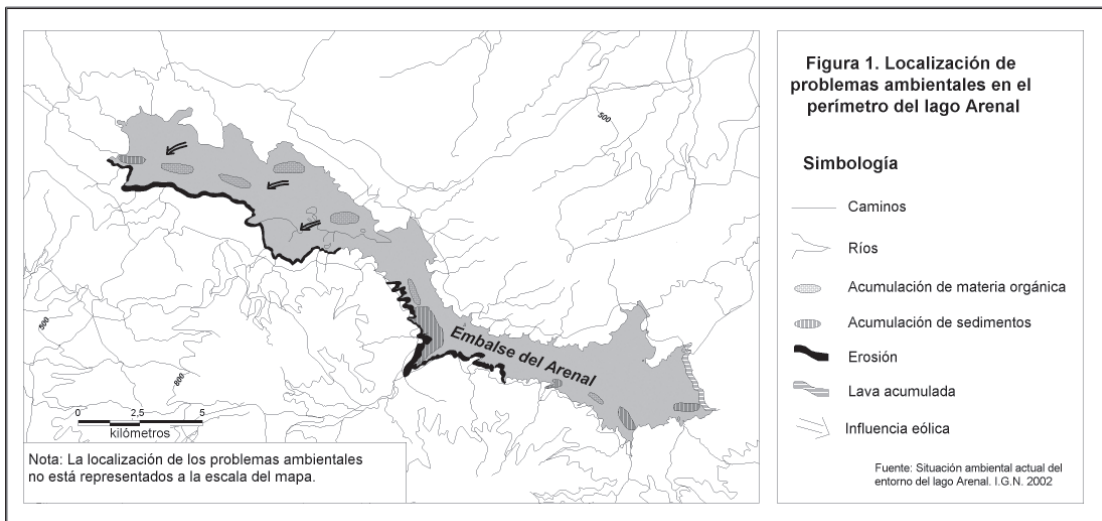
naturales o inducidas por el ser humano que pueden perjudicar la vida útil del embalse, así como causar perjuicio a los pobladores del área.

El presente trabajo tiene como objetivos evaluar el estado ambiental actual del lado Arenal y su entorno, los problemas provocados por procesos naturales o antrópicos, e identificar algunas alternativas de solución.

Bajo estos conceptos se han identificado algunos de los problemas que se presentan en el lago o embalse de Arenal, considerado como un ecosistema artificial de suma importancia para nuestro país, tanto en aspectos económicos como sociales y ambientales.

Ubicación del área de estudio

El lago o embalse de Arenal se encuentra parcialmente en la provincia de Guanacaste y en la de Alajuela; abarca parte de los cantones Tilarán (Guanacaste), San Ramón y San Carlos (Alajuela). Las coordenadas geográficas de los principales puntos extremos son: punto 1-noreste) latitud $10^{\circ} 33' 29''$ y $84^{\circ} 58' 22''$ longitud; punto 2-sureste latitud $10^{\circ} 25' 54''$ y longitud $84^{\circ} 44' 06''$. (Figura 1) Se puede localizar en las hojas topográficas Arenal, Tilarán y Fortuna a escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional.



Los principales centros de población localizados en el área de estudio son Tronadora y Nuevo Arenal. Aquí los residentes se dedican a la ganadería y a la agricultura de café, tomate y chile, aunque en la actualidad dominan los servicios de restaurantes y hotelería, actividades que se relacionan con el incremento de la actividad turística. El turismo llega atraído por las bellezas escénicas del Volcán y el embalse de Arenal.

El proyecto hidroeléctrico de Arenal genera beneficios múltiples tales como la producción de electricidad e irrigación de tierras productivas, abastece de agua potable a comunidades y mejora las vías de acceso, lo que constituye una mejora en la calidad de vida de los habitantes en general. Además, se crearon áreas de reserva forestal en los alrededores y parte de la región que forma parte del Área de Conservación Arenal (ACA).

Situación ambiental del entorno del lago Arenal

Los principales problemas ambientales del área de estudio son la erosión, cacería, tala y contaminación, causada por desechos de porquerizas, cafetales, lecherías y además de aguas negras que fluyen hacia el lago. La actividad minera y el uso de agroquímicos también se da en los alrededores (ICE, 1997).

Entre los problemas señalados por otros autores (CCT 1980, ICE 1985, MINAE 1997) y los que se detectaron en el campo se encuentran la erosión en algunas áreas del perímetro del lago, provocada por influencia del viento y del agua y en parte por la falta de una cobertura boscosa que proteja el suelo en el sector sur-oeste. Esta erosión de las orillas es muy evidente, y funcionarios del ICE la han corregido en ciertos sectores mediante la colocación de gaviones o cúmulos de piedras grandes.

Por otra parte existe acumulación de sedimentos en algunos sectores del perímetro sur del lago, lo que provoca la formación de bancos de arena e islotes, así como una posible sedimentación y aceleración del proceso de eutrofización.

El arrastre de la planta conocida como gamalote (*Paspalum fasciculatum* – familia,

Poaceae) hacia el sector de la toma de agua del embalse en el sector centro sur es preocupante para el funcionamiento del embalse.

Otros problemas identificados son un exceso de restos de vegetación, tal como troncos o ramas que flotan cerca de las desembocaduras de los ríos; el cambio del uso de la tierra dominado por los pastos para una ganadería extensiva; la venta de tierras y migración de personas; la construcción de pequeños y grandes complejos hoteleros que producen impactos sobre el ambiente por medio de aguas servidas; la sustitución de actividades agrícolas por ganaderas; el deterioro de las carreteras alrededor del lago (sector norte y sur) y la falta de puentes (sector sur).

De acuerdo con el ICE (1985), se ha detectado contaminación de agua por agentes químicos tales como el cianuro, producto de una incipiente actividad minera, que ha venido ocurriendo en los Cerros Nubes, al oeste de la población de Arenal Viejo. Incluso se teme la posible contaminación del espejo de agua ocasionada por aguas negras vertidas directamente en el sector norte.

Se identificó fragmentación de hábitats por inundación de áreas planas, construcción de caminos, deforestación de bosques y vegetación natural. Se han presentado problemas con los algunos moradores de las fincas aledañas al lago debido a las variaciones en el nivel del agua (entre las cotas 540-546), lo que provoca inundación de sus tierras. Existen evidentes señales de deforestación en las partes altas que bordean el embalse. Por otra parte, existe la posibilidad de que las emisiones tóxicas producidas por automóviles, lanchas a motor o *jet sky* puedan contaminar tanto el agua como el aire, y además, que produzcan contaminación sónica.

Algunos de los principales problemas anteriormente citados y encontrados en el perímetro del lago Arenal se han señalado (Figura 2) y se describen a continuación.

Existe diferencia en cuanto al grado de “progreso” o desarrollo en varios sectores del lago; por ejemplo, el sector sur, entre los poblados de Silencio y Arenal Viejo, presenta un menor desarrollo que el sector norte del embalse en las inmediaciones de la población de Nuevo Arenal. En el sur predominan grandes fincas con

pastos que practican una ganadería extensiva con una fuerte erosión de los suelos, donde se observan cárcavas y pequeños deslizamientos. Antes de la construcción del proyecto hidroeléctrico, existía agricultura en la áreas planas que fueron inundadas, y a raíz de la creación del embalse la actividad agrícola se sustituyó por los pastizales y ganadería, así como otras actividades dedicadas al turismo, que crece día con día en la zona y proporciona nuevas y variadas fuentes de ingreso. La falta de puentes adecuados en sectores como el río Caño Negro ocasiona muchos problemas económico-sociales, lo que impide el adecuado desarrollo de la zona.

Sin embargo, el principal problema en el perímetro del lago señalado por el ICE (1985) es la erosión causada por el viento, que alcanza unos 100 Km/hora, y el agua, que puede formar olas hasta de 1,5 mts de alto, lo que influye principalmente en todo el sector sur del lago. Este hecho puede estar siendo favorecido también por un uso inadecuado de la tierra, en especial de pastos.

En el Cuadro 1 se muestra una clasificación de los problemas, según su origen, que se suelen presentar en ambientes acuáticos. Los procesos naturales que se producen en el lago son mucho más lentos que los antrópicos en cuanto a la incidencia en el ambiente acuático y el perjuicio a la vida de especies animales y vegetales, incluso las personas. Así, previendo estos procesos, sería posible lograr que la vida útil del embalse fuera mayor y por lo tanto no se viera perjudicada la producción de energía eléctrica.

Existe igualmente acumulación de sedimentos procedentes del río Chiquito, ya que en algunas de las partes altas de las nacientes de este río existe deforestación y actividades mineras.

Aunada a la acumulación del gamalote, la sedimentación ha influido en el funcionamiento del embalse, debido a que existe en grandes cantidades en el fondo (sector sur) donde se encuentra la toma de agua; es ahí donde ha ocasionado

Cuadro 1

Clasificación de problemas en ambientes acuáticos de acuerdo con su origen

Procesos naturales	Procesos artificiales (antrópicos)
1. Erosión eólica	1. Deslizamientos por cambio de pendiente (caminos)
2. Erosión hídrica	2. Contaminación sónica
3. Variación del nivel del lago	3. Contaminación química
4. Sedimentación por aporte de ríos y deslizamientos	4. Cambios en uso del suelo (de bosques a fincas con pastos)
5. Fragmentación de hábitats	5. Cambios de actividades agrícolas por comercio y servicios
6. Eutrofización	6. Despejamiento de aguas negras
7. Inundaciones periódicas	7. Aceleración eutrofización (por aporte de nutrientes orgánicos e inorgánicos)
8. Crecimiento y acumulación de materia orgánica (gamalote)	8. Deforestación en partes altas
9. Deslizamientos	9. Conflictos sociales por propiedad de tierra y la relación con el área de inundación.
10. Actividad volcánica	10. Inundación de terrenos en las márgenes
11. Proceso de colmatación	11. Emisiones tóxicas en aire y agua (vehículos, lanchas, jet sky)
	12. Conflictos sociales (por propiedad, venta terrenos, reclamo mejoras viales y otras)
	13. Incremento estructuras (edificaciones)
	14. Aceleración proceso de Eutrofización

el atascamiento de los tubos ya que obstruye las rejillas que permiten la entrada de agua.

En el perímetro del lago se manifiestan diversos problemas, tales como sedimentación, erosión, deslizamientos, arrastre de materia vegetal y otros (Cuadro 2 y figura 2). Todo el sector del embalse es influenciado por vientos constantes y de velocidades que exceden los 100 km/hora; este potencial eólico está siendo aprovechado por el ICE en el proyecto eólico de Tejona; sin embargo,

también ocasiona erosión de la orilla en la parte sur, y como consecuencia, poco desarrollo de la zona, lo que impide la misma expansión del turismo.

En el sector norte, cerca de Nuevo Arenal, uno de los problemas identificados es el estado de la carretera, la cual está en pésimas condiciones por el elevado tránsito y la falta de mantenimiento, así como por deslizamientos causados por la inestabilidad de las laderas; esto obstruye el paso y dificulta el acceso.

Cuadro 2

Tipo de problemas de acuerdo a secciones del Lago Arenal

Sector Oeste	Sector Norte	Sector Sur	Sector Este
Desarrollo de incipiente infraestructura para turismo	Pésimo estado de carretera	Erosión en perímetro del lago	Influencia volcánica (erupciones, actividad sísmica, caída cenizas y lava)
Erosión del perímetro del lago y de islotes	Venta tierras - migración	Socavamiento del camino	Acumulación de lava en flanco este del lago
Carretera peligrosa por tipo de material, pero en buen estado	Proliferación de servicios de infraestructura hotelera y gastronómica	Mal estado y/o inexistencia de puentes	Proliferación de servicios de infraestructura hotelera y gastronómica sin planificación adecuada
Tránsito constante	Aumento de comercio	Caminos en mal estado	Áreas de riesgo por actividad volcánica
Influencia eólica	Posible despejo de aguas negras al lago	Aumento actividad ganadera	Posible despejo de aguas negras al lago
	Deslizamiento de laderas sobre carretera	Acumulación de sedimentos	Explotación por servicios (elevados precios en general)
	Deslizamientos en carretera	Influencia eólica violenta	Elevada afluencia turística
	Deforestación	Arrastre de mat.org	Crecimiento de población
	Elevado turismo	Poca o nula infraestructura hotelera	Aumento de comercio
		Detección contaminación provocada por actividad minera	
		Conflictos por tierras	

Fuente: Trabajo de campo, mayo 2002.

Un problema de índole social, principalmente en el sector sur del embalse, es la venta de terrenos de los lugareños a compradores, generalmente extranjeros; esto genera procesos de migración e inmigración. Este fenómeno ha transformado un poco más el entorno en el sector norte donde existen muchos hoteles, posadas, balnearios y muchas actividades que han surgido debido al desarrollo del turismo.

Se ha señalado que el lago Arenal posee potencial para alternativas para el desarrollo del turismo, tales como la navegación a vela, a remo y a motor, y la natación (C.C.T., 1980).

Conclusiones y recomendaciones

El estado ambiental actual del entorno del Lago Arenal puede catalogarse como un ambiente en proceso de cambio, tanto positivo como negativo. Desde la creación del embalse a la fecha el ambiente se ha visto modificado de una u otra forma, y se han presentado problemas tanto de origen natural como aquellos inducidos por la acción del hombre. No obstante, el desarrollo del turismo y el aumento de lugares para establecer y atender a los turistas ha producido un aporte significativo al lago de desechos sólidos y de aguas negras, por lo tanto es necesario enfatizar las evaluaciones más profundas sobre la calidad de las aguas.

En este estudio se concluye que los principales problemas de índole natural son: influencia del viento y el agua en el perímetro sur del lago, erosión y deslizamientos, sedimentación en algunos sectores; de los inducidos por el hombre y/o antrópicos están: inundación de fincas de las márgenes, deslizamientos sobre la carretera; caminos en mal estado, inexistencia y mal estado de puentes, así como ciertos conflictos socio-económicos por propiedad de tierras y cambios en las actividades socio-productivas de los moradores y el incremento de la infraestructura para la atención de las demandas del turismo nacional y extranjero.

Se podría decir que el lago Arenal es un lago *oligotrófico* (“lago o pantano con aguas pobres en nutrientes”). Esta teoría se mantiene hasta tanto no se cuente con análisis químicos

del agua que lo comprueben o contradigan, ya que aparentemente sus aguas son pobres en nutrientes y por lo tanto las algas no proliferan excesivamente, las aguas son claras y la luz solar penetra con facilidad. Se supone entonces que hay oxígeno en abundancia y que, por lo consiguiente, la flora y fauna son típicas de aguas bien oxigenadas (esto se podrá comprobar en la segunda etapa de este estudio)

El proceso de eutrofización natural del lago podría verse acelerado por un continuo aporte de nutrientes (orgánicos e inorgánicos), principalmente fosfatos y nitratos, por parte de residuos de origen urbano y/o industrial, en este caso las aguas negras de casas y hoteles que podrían estar entrando al sistema.

La colmatación en los lagos se produce en forma natural con el paso del tiempo, pues estos acaban llenándose de sedimentos. Por este motivo, es necesario establecer controles en las partes altas de la cuenca en los lagos artificiales o embalses para que los ríos no acarreen más sedimentos de lo que normalmente aportan. Tal medida podría lograrse mediante el establecimiento de programas de no deforestación o de reforestación de las áreas que así lo requieran.

Se hace necesario realizar análisis químicos del agua e investigar el destino de las aguas negras en todo el entorno del lago, ya que si estas están siendo dirigidas al lago, el proceso de eutrofización natural se puede ver acelerado, y por lo tanto la vida útil del embalse podría disminuir.

Por otra parte, los análisis de aguas ayudarían a conocer el estado actual del lago en cuanto a sedimentos en suspensión, asociados con el proceso de colmatación natural, y ayudaría a tomar medidas preventivas, tales como crear un mecanismo de gestión integral de la cuenca para minimizar los aportes por escorrentía debido a la erosión del suelo y el aporte de fertilizantes agrícolas u otros tipos de contaminantes integrados al sistema a través de la red hídrica.

Con relación a los sedimentos del río Chiquito, que han llegado a acumularse y hasta a formar islotes, se piensa que una forma de aminorar el problema consistiría en utilizar una draga de succión para extraer la arena y que esta misma fuera aprovechada por la comunidad.

El deterioro ambiental de los ecosistemas acuáticos se expresa sobre todo en los procesos de erosión, deforestación, uso de agroquímicos, pastoreo excesivo, degradación de suelos, aporte de desechos orgánicos e inorgánicos y contaminación, entre otros. Dichos fenómenos no son ajenos a los problemas encontrados en el embalse Arenal, por lo que es necesario la recolección de datos *in situ* y su posterior análisis y evaluación, así como intentar fijar políticas de manejo y establecer un plan de regulación y vigilancia, principalmente un seguimiento constante y regular de las corrientes de fondo y superficiales del lago, a fin de controlar el desplazamiento del gamalote.

De esta forma, se espera que el intento de señalar algunos de los problemas encontrados en los alrededores del lago Arenal constituya una señal de alerta tanto para entidades gubernamentales como para los pobladores de los lugares vecinos, y que, de ser posible, se intente llevar a cabo un plan de educación ambiental dirigido a los moradores, a los dueños de hoteles, restaurantes, entre otros.

Este plan podría consistir en una labor conjunta entre el ICE, el ICT y las organizaciones civiles del área, en un intento por revertir los procesos negativos e incentivar aquellos que ofrezcan mejores expectativas de vida para el ecosistema y para los pobladores y visitantes.

Bibliografía

- Centro Científico Tropical, 1980. *Estudio ecológico integral de las zonas de afectación del proyecto Arenal*. CCT. San José
- ICE, 1985. *Preliminary limnological investigation origin and causes of the emergence of gamalote and recommendations for future studies*. University of California, Berkeley.
- ICE, 1990. *Desarrollo turístico del embalse de Arenal*. ICE, Dirección de administración, oficina de propiedades y reforestación. San José.
- LAHORA, C. A. 2002. *Los humedales artificiales como tratamiento terciario de bajo coste en la depuración de aguas residuales urbanas*. Almería., España.
- MINAE, 1997. *Plan de manejo y desarrollo de la cuenca laguna Arenal*. MINAE, Área de conservación Arenal-Tilarán. Tilarán.
- ULLOA, J.B. et al. 1987. *Ictiofauna del Embalse Arenal, Guanacaste, Costa Rica*. Rev UNICIECIA 4 (1-2), PP 81-83. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia.

