



Instituto Costarricense de Electricidad  
Proyecto Hidroeléctrico Reventazón

Plan de Acción Ambiental y Social

**PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA  
INTRODUCCIÓN Y DISPERSIÓN DEL LIRIO EN EL  
EMBALSE REVENTAZÓN.**

Agosto 2015

**Código: PAAS-8-8.2-1 Versión: 1**

Instituto Costarricense de Electricidad  
Proyecto Hidroeléctrico Reventazón  
Siquirres, Limón, Costa Rica

Teléfono: (506) 2799-7000

Fax: (506) 2799-7171

[www.grupoice.com](http://www.grupoice.com)



**Contactar con:**

Ing L. Allan Retana Calvo

Correo electrónico: [LRetanaC@ice.go.cr](mailto:LRetanaC@ice.go.cr)

Teléfono: (506) 2799-7167

N de Rev	Fecha de Rev	Contenido/Acuerdo	Prepara/Modifica	Aprueba
1	10/08/2015		Carlos Roberto Rodríguez Meza	Allan Retana Calvo

	¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.	Versión: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. <b>(09/02/2015)</b>	Código: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
		Página <b>3</b> de <b>11</b>	

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b><i>INTRODUCCIÓN</i></b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b><i>ANTECEDENTES</i></b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b><i>PROCESO A DESARROLLAR EN EL EMBALSE REVENTAZÓN</i></b> .....	<b>5</b>
	3.1 <i>FASE PRIMERA. REMOCIÓN MECÁNICA SIMPLE</i> .....	5
	3.2 <i>FASE SEGUNDA. REMOCIÓN MECÁNICA CON CONTROL BIOLÓGICO</i> .....	9
<b>4</b>	<b><i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i></b> .....	<b>10</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Sitios en los que se supone iniciará la presencia de lirio. Fuente Golder &amp; Ass.</i> .....	6
<i>Figura 2. Resumen líneas de flujo, embalse 265 msnm, puntos 1 y 2.</i> .....	7
<i>Figura 3. Sitios posibles de colmatación, año 10 de operación</i> .....	8
<i>Figura 4. Sitios de extracción, desecación temporal y vías de comunicación que conecta cada elemento.</i> .....	9

	<b>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.</b>	Versión: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. <b>(09/02/2015)</b>	Código: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
		Página <b>4</b> de <b>11</b>	

## **Programa para la prevención y control de la introducción y dispersión del lirio de agua en el embalse Reventazón.**

### **1 Introducción.**

El presente programa se debe tomar como la continuación del “Programa piloto manejo lirio acuático embalses Cachí y Angostura” (anexo 1), ya que se parte de que las primeras obras de contención y propagación del lirio se desarrollan en esos embalses; además, se utilizan las mismas máximas que se exponen en dicho documento y que se resumen a continuación:

- El lirio de agua, también conocido comúnmente como buchón de agua, es una especie introducida en el país, sacada de su hábitat natural, y que bajo las condiciones de estas latitudes, se considera como una plaga para algunos ecosistemas.
- Presenta una tasa de crecimiento y reproducción muy alta. Puede llegar a duplicar el área de cobertura cada 6 a 15 días (FAO, 2010).
- Posee una gran capacidad de asimilar sustancias nocivas como metales pesados, tanto en el tallo como en las hojas, por lo que contribuye con la depuración del agua; pero dada su alta capacidad de reproducción cubre rápidamente amplias zonas donde impide el paso de la luz, así como de los procesos de aireación, por lo que disminuyen los niveles de oxígeno disuelto del agua, favoreciendo los procesos de eutrofización de los embalses.
- Producto de que sus raíces fibrosas son un nicho adecuado para bacterias y mosquitos, se han dado casos de proliferación de malos olores y mosquitos.

### **2 Antecedentes.**

La forma de controlar la reproducción del lirio está profusamente documentada de experiencias en diversos embalses desde Norteamérica, casos de los lagos Okeechobee en la Florida-EUA y embalse Presa La Vega – México; pasando por Centroamérica, El Cajón-Honduras; llegando hasta Suramérica, embalse Porce II-Empresas Públicas de Medellín, Colombia. Solo para citar casos que aportan información sobre la eficacia, positiva o negativa, de las formas como se han intentado limpiar o controlar.

En general *“la experiencia ha demostrado que por su capacidad reproductiva y resistencia a condiciones ambientales desfavorables, el lirio acuático no puede erradicarse, sino únicamente controlarse”* (INGESA, 2007).

Las diversas fuentes de información sobre el tema parecen coincidir en que existen métodos de atención del problema en el corto y mediano plazo. En el primero se trata de acciones que se toman

	<b>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.</b>	Versión: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. <b>(09/02/2015)</b>	Código: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
		Página 5 de 11	

directamente en el embalse, mientras que para el segundo se tratan las fuentes que producen los nutrientes de alimentan el desarrollo y creciente de la planta.

Para el caso de las acciones del corto plazo, dicese: aquellas que pretenden reducir la cantidad de plantas de forma más acelerada a como se reproducen, o sea se controla la reproducción. Estas acciones pueden ser tan intensas que lleguen a prácticamente erradicar en un momento dado la presencia del lirio, pero el costo de ello suele ser considerablemente alto, además esta condición es relativamente efímera porque mantener las acciones con cero presencia del lirio tiene un costo que es difícil mantener en el tiempo. De ahí que más bien la perspectiva es mantener un control sobre el crecimiento y propagación de la planta, de manera que la propagación no se permita más allá de un límite (área específica determinada).

Por otra parte, las acciones a largo plazo son las que tratan sobre la causa del problema. Se trata de acciones de Manejo de Cuencas cuyo objetivo es la disminución de nutrientes desde la fuente (pobladors, fincas, etc.), fundamentalmente carga orgánica, fósforo y nitrógeno. Para ello se desarrollan acciones como: Manejo de residuos sólidos y líquidos en actividades agropecuarias, agricultura conservacionista, programa de reforestación, etc.

El presente estudio pretende establecer una vía de atención ante la inminente aparición del lirio en el embalse Reventazón considerando que existen procesos que ya se realizan en la cuenca tributaria (largo plazo), así como en los embalses Cachí y Angostura ubicados aguas arriba de éste (corto plazo).

Dadas las condiciones antecedentes mencionadas, las acciones que se plantean a realizar en el embalse Reventazón van sobre el control mecánico de extracción del lirio.

### **3 Proceso a desarrollar en el embalse Reventazón.**

Los procesos que deberán realizarse una vez que se llene el embalse serán adecuados a la circunstancia que se presente, de manera que se empieza con procesos simples a más elaborados acordes con la condición que se desarrolle en el tiempo. Siguiendo un planteamiento análogo a los casos de Cachí y Angostura (aguas arriba de Reventazón), se distinguen 2 fases; la primera donde la cantidad de lirio se mantiene dentro de lo esperado con las acciones que se realizan; y una segunda, que arrancaría solo si la condición lo demanda, donde se intensifican las labores incorporando procesos que coadyuven a mantener el lirio dentro de los límites manejables, o bajo control de la producción del mismo.

#### **3.1 Fase Primera. Remoción mecánica simple.**

Al inicio de operación del embalse, luego del llenado del mismo, se espera que la cantidad de lirio que aparezca no sea en cantidades importantes, dado el trabajo que se realiza en los embalses aguas arriba. Por esta causa se plantea una remoción mecánica en los sitios donde se prevé que el lirio



¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Versión: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.  
(09/02/2015)

Página 6 de 11

Código:  
¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

comenzará a desarrollarse. Lugares con baja velocidad de agua y con cuerpos de agua entrantes (afluentes laterales al embalse) cargados de nutrientes como se muestran en la figura 1.

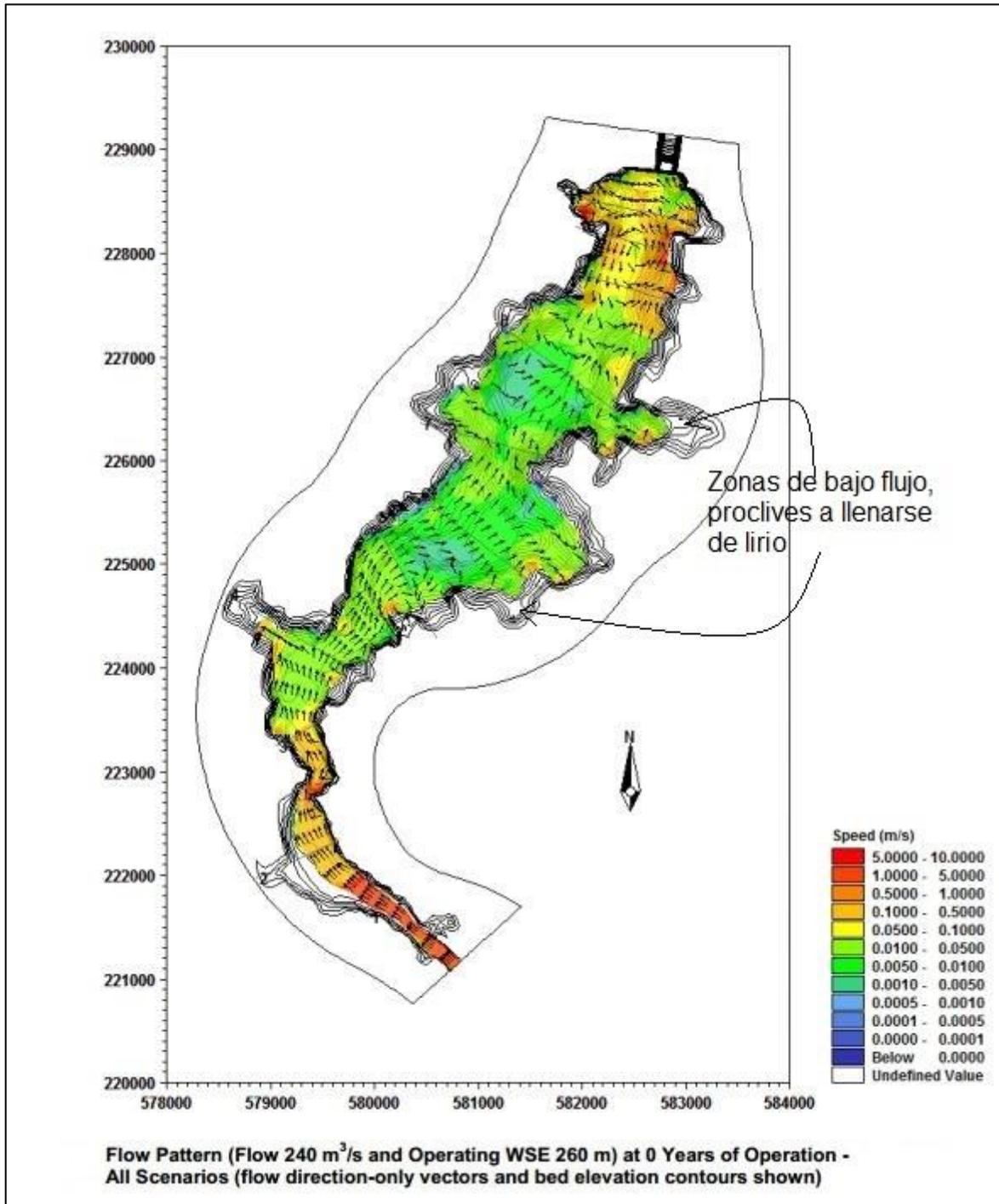


Figura 1. Sitios en los que se supone iniciará la presencia de lirio. Fuente Golder & Ass.

	<b>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.</b>	Versión: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. <b>(09/02/2015)</b>	Código: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
		Página <b>7</b> de <b>11</b>	

La extracción se debe realizar con lancha que empuje y aprisione el lirio en los sitios identificados para la remoción (puntos 1 y 2 figura 2). Para el transporte en tierra se debe contar con un tractor agrícola (Chapulín, en el argot nacional) y carreta de remolque que traslada el material recolectado hasta los sitios de desecación (antiguas escombreras del proceso constructivo) desde donde el residuo sobrante se trasladará al relleno sanitario municipal (figura 3). Importante señalar que los flujos de la desecación tienen un escurrimiento hacia el embalse, de manera que el contenido de agua retorna a la fuente original.

BORRADOR

	¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.	Versión: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. (09/02/2015)	Código: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
		Página 8 de 11	

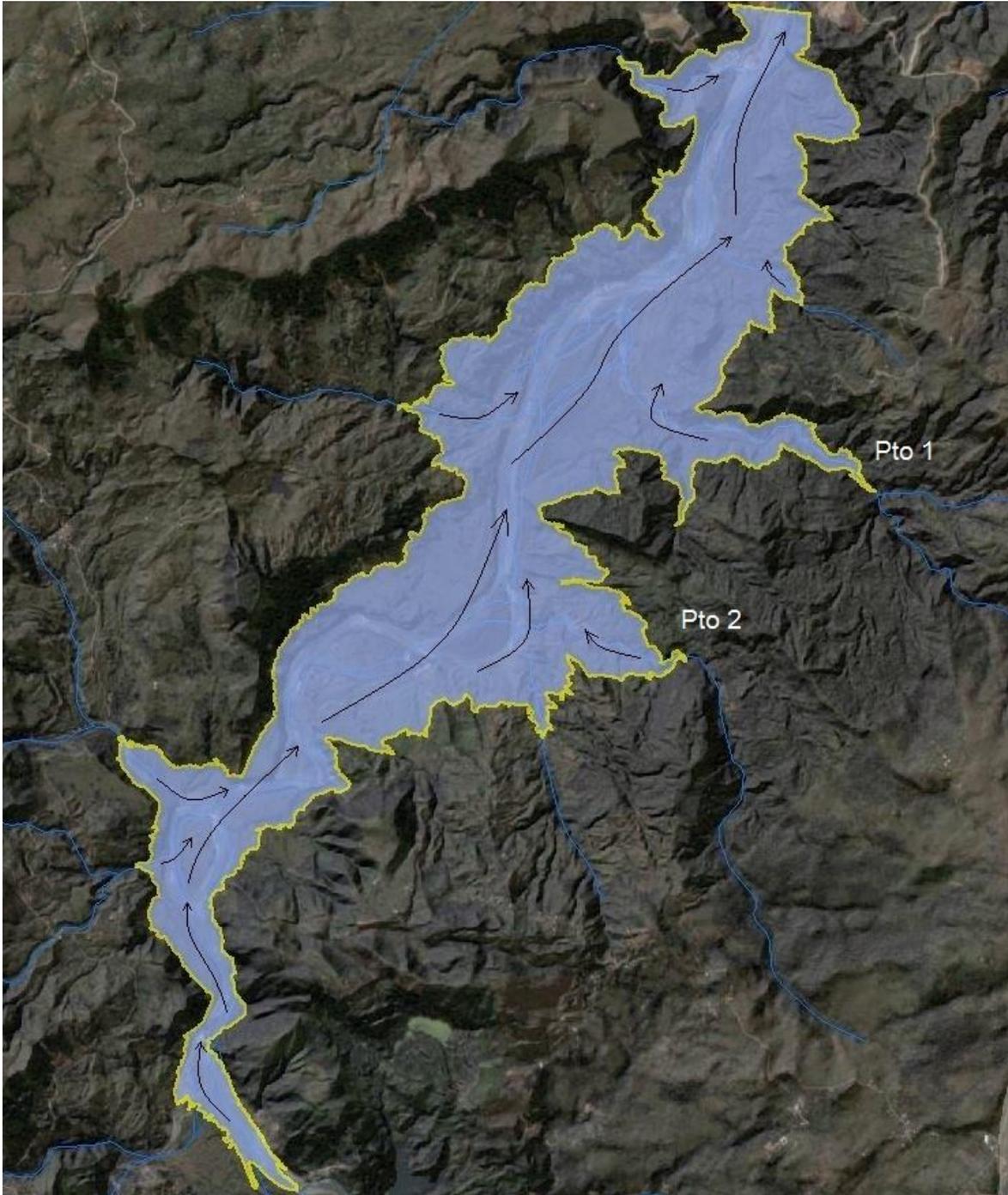


Figura 2. Resumen líneas de flujo, embalse 265 msnm, puntos 1 y 2.

Según estudios previos sobre la evolución, o comportamiento, del embalse (Golder, 2012), luego de 10 años de operación se espera que aumente la posibilidad de colmatación por lirio de los sitios

	¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.	Versión: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. <b>(09/02/2015)</b>	Código: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
		Página 9 de 11	

identificados originalmente (figura 3), lo que reafirma la propuesta de recolección en los puntos 1 y 2.

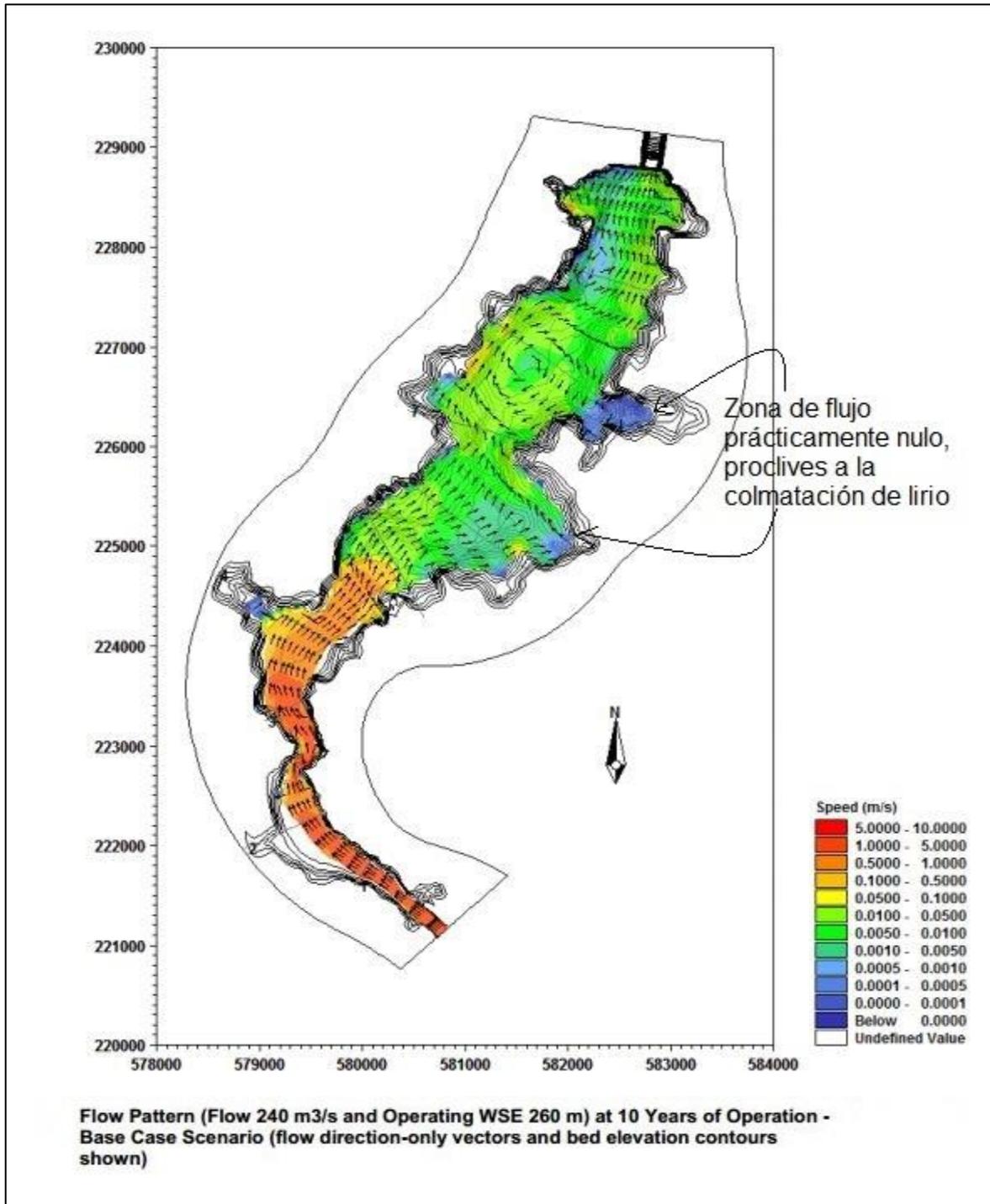


Figura 3. Sitios posibles de colmatación, año 10 de operación

	¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.	Versión: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. <b>(09/02/2015)</b>	Código: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
		Página <b>10</b> de <b>11</b>	

El esquema propuesto puede aumentarse, de ser necesario adicionando un tercer punto de recolección de lirio como se muestra en la figura 4.

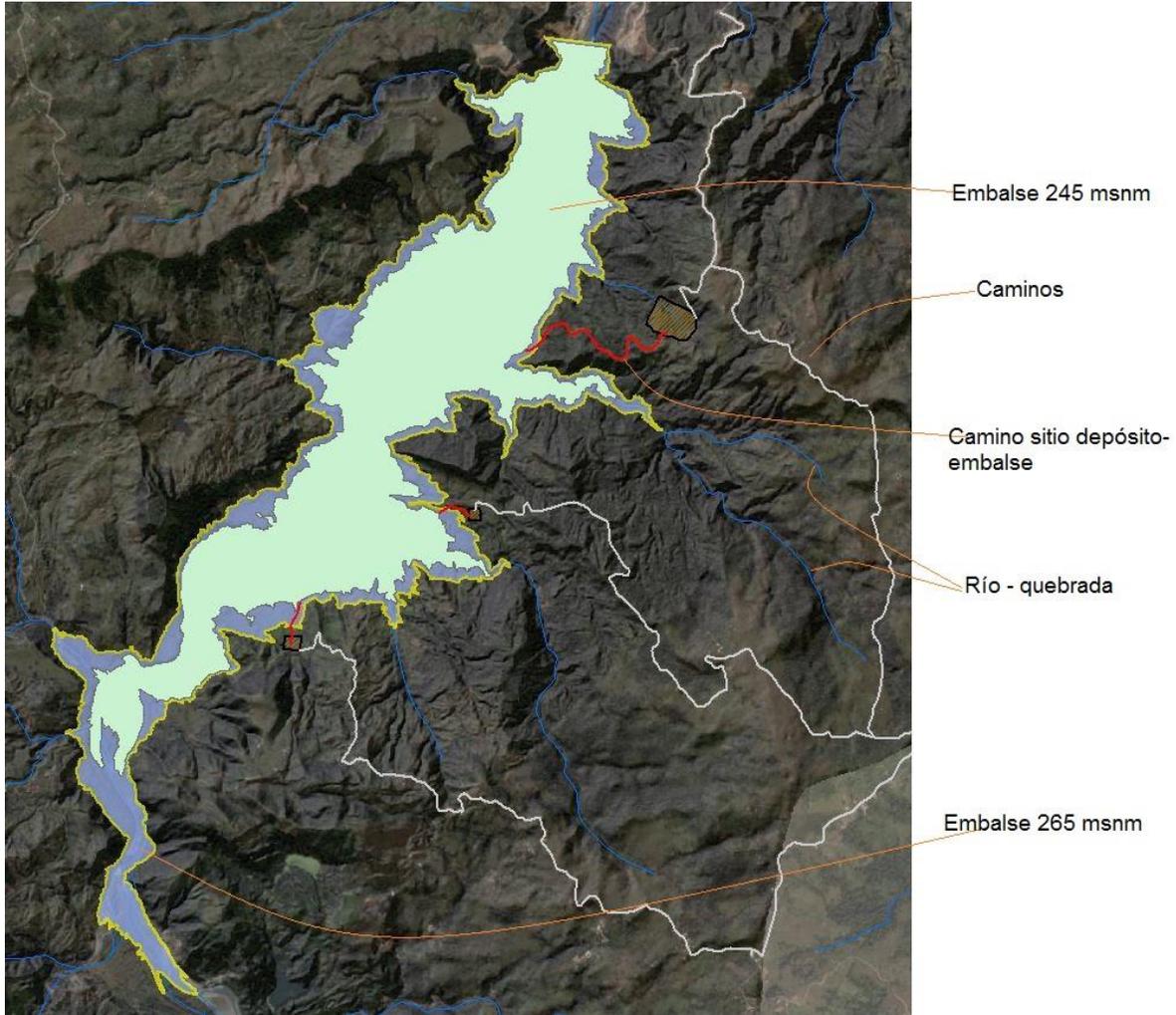


Figura 4. Sitios de extracción, desecación temporal y vías de comunicación que conecta cada elemento.

En la figura 4 se muestra la ubicación de los puntos de recolección, incluyendo un tercer lugar si fuese necesario; desecación temporal en antiguos sitios de escombreras del proceso constructivo con la vía (en color rojo) que une cada sitio con el espejo de agua del embalse en la cota máxima (265 msnm) y mínima de operación (245 msnm). También se muestran los caminos que conducen a la carretera principal Turrialba-Siquirres, que serían por donde se transportan los residuos finales al relleno sanitario de Siquirres.

### 3.2 Fase Segunda. Remoción mecánica con control biológico.

Si como parte del monitoreo que se llevará del embalse Reventazón se empiezan a observar zonas con crecimiento del lirio más allá de lo esperado (cobertura de área que evidencia el desarrollo

	<b>¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.</b>	Versión: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. <b>(09/02/2015)</b>	Código: ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
		Página <b>11</b> de <b>11</b>	

progresivo, o, zonas donde no había lirio y ahora aparece) serán la evidencia de que el control simple de la primera fase es insuficiente. Dicha condición necesariamente obligará a tomar nuevas acciones que aporten mayor control sobre el crecimiento del lirio, estas deberían ser: incrementar las labores de recolección mecánica (incluir el punto 3, o más de ser necesario), a fin de al menos igualar la tasa de crecimiento con la recolección, de manera que la propagación no cubra más área. Por otro lado, también se recomienda iniciar con programas que limiten el crecimiento de la planta mediante procesos de control biológico, siguiendo el proceso que aparece en el documento “Programa piloto manejo de lirio acuático embalses Cachí y Angostura”, donde se describen los resultados positivos utilizando hongos que controlan el crecimiento y reproducción de la planta.

Importante mencionar que independientemente de los planteamientos expuestos en este documento, el Plan de Manejo de la Cuenca Reventazón tiene contempladas acciones que contribuyen en el control y producción de los nutrientes que alimentan el lirio. Por esta razón se podría aseverar que existe un coadyuvante en el trabajo del control y proliferación del lirio, donde los efectos positivos de dichas acciones, así como los trabajos que se empiezan a realizar en los embalses aguas arriba, son factores que permiten prever un nivel de estabilidad en la presencia del lirio en el embalse Reventazón, siempre y cuando la tarea sea sistemática y permanente en el tiempo.

#### 4 Referencias bibliográficas

- **FAO. 2010.** “Manejo de malezas para países en desarrollo Addendum I”NEH. 2007a.
- **INGESA, 2007.** Programa de control integral de maleza acuática en el lago Presa La Vega.
- Golder & Ass., 2012 REVENTAZÓN HYDROELECTRIC PROJECT COSTA RICA. Sedimentation and Sediment Management Study. Final Report.

#### 5 Anexo 1. Programa piloto manejo lirio acuático embalses Cachi y Angostura.