

EVALUACION DE LOS POSIBLES DANOS Y DEL IMPACTO DEL DESLIZAMIENTO
DE SAN BLAS SOBRE EL PROYECTO HIDROELECTRICO CACHI

C O N T E N I D O

1. INTRODUCCION
2. EL DESLIZAMIENTO DE SAN BLAS
3. EL PROYECTO HIDROELECTRICO CACHI
 - 3.1. Caracteristicas del proyecto
 - 3.2. Líneas de Transmisión
 - 3.3. La sedimentación en el embalse de Cachi
4. EFECTO DEL DESLIZAMIENTO SOBRE EL PROYECTO
 - 4.1. Efecto Actual
 - 4.2. Efecto en caso de actividad violenta
 - 4.3. Daños Directos
 - 4.3.1. Daños a obras
 - 4.3.2. Sedimentación en el embalse y la pérdida de regulación.
 - 4.3.3. Suspensión de la generación eléctrica
 - 4.4. Daños Indirectos
5. DANOS SECUNDARIOS
6. DANOS INTANGIBLES
7. POSIBLES BENEFICIOS
8. CONCLUSIONES

EVALUACION DE LOS POSIBLES DANOS Y DEL IMPACTO DEL DESLIZAMIENTO DE SAN BLAS SOBRE EL PROYECTO HIDROELECTRICO CACHI

1. INTRODUCCION

El Deslizamiento de San Blas es un fenómeno que por sus características no se puede aislar u obviar de cualquier análisis que se realice de la zona que lo rodea o que se pueda ver afectada por su activación, ya que representa una amenaza natural muy importante, que no solo dañaría a la infraestructura existente sino que también a grandes sectores de población como son la Ciudad de Cartago y Taras además de unos poblados de precaristas existentes en las zonas consideradas como mas vulnerable.

Tomando como punto de partida las condiciones particulares que presenta el Deslizamiento de San Blas, y las consecuencias que podría tener el hecho de una activación violenta sobre su área de acción y sobre diversas obras de infraestructura, es que en este trabajo se presenta una evaluación de los daños que podría significar esta activación sobre las obras que conforman el proyecto hidroeléctrico de Cachi.

Con el objetivo de realizar un trabajo ordenado y coherente, se presentará inicialmente una breve descripción del deslizamiento, y del proyecto hidroeléctrico de Cachi, puntualizando principalmente en sus características principales, en la energía que produce, las líneas de transmisión que conducen la energía y el grado de sedimentación actual que afecta el embalse del proyecto. Posteriormente se realizará un análisis de los efectos que podría causar el deslizamiento sobre Cachi; este análisis se iniciará con el efecto que actualmente tiene este deslizamiento aunado con las acciones del hombre como son la explotación de tajos de materiales de construcción.

Asimismo, se analizarán los daños directos que provocaría la activación violenta del deslizamiento, como son los daños a las obras, la pérdida de la capacidad de regulación del embalse por la sedimentación y la suspensión de la generación eléctrica que significaría la salida de operación de la planta, así como la pérdida de la calidad estética en la zona del embalse. También se analizarán los daños indirectos como puede ser el costo económico de la suspensión de la generación. Para finalmente, analizar los daños secundarios, intangibles y los posibles beneficios que podrían darse al ocurrir esta catástrofe.

El grupo presentará unas conclusiones acerca de la importancia de realizar análisis de los riesgos naturales que puedan

afectar no solo a la infraestructura, sino a todo el habitat que rodea al hombre. También se incluyen aquí las recomendaciones relacionadas con la necesidad de establecer un programa de alerta apropiado y un plan de acción para el manejo del problema.

2. EL DESLIZAMIENTO DE SAN BLAS

El deslizamiento de San Blas se manifiesta en la cuenca del río Reventado, que se encuentra en la provincia de Cartago de la República de Costa Rica, en el flanco suroeste del macizo del volcán Irazú (Ver lámina No. 1). Los registros geológicos, tanto históricos como prehistóricos, han demostrado que esta cuenca tiene una larga trayectoria de catástrofes naturales, los que han sido generados por fenómenos climáticos, geológicos y antrópicos. Estas catástrofes ya han dejado huellas muy marcadas, sin embargo, ahora lo que parece más importante es analizar y evaluar los daños que el actual activamiento o uno violento podrían causar a diversos sectores del país.

Las litologías predominantes de la cuenca son todas de origen volcánico y esencialmente de edades Pleistocénica y Holocénica. Se distinguen algunas coladas de lava, lahares y capas de piroclastos las que están poco compactadas lo que al sumarlo a la existencia de horizontes y sectores con alteración hidrotermal, horizontes con paleosuelos de descomposición meteórica-residual, además de las condiciones topográficas y fisiográficas de fuerte relieve y el clima periódicamente anómalo, hacen que esta cuenca posea características que favorecen la inestabilidad de las laderas de la cuenca.

Los tipos de suelos de la cuenca del río Reventado son de pobres cualidades físico-mecánicas, la disposición estratigráfico-topográfica desfavorable de sus capas con la presencia de horizontes y lentes de alteración meteórica-residual y/o hidrotermal, la actividad misma del volcán, los fenómenos sísmicos regionales y locales y las particularidades climáticas de la cuenca hacen que su susceptibilidad a la inestabilidad de laderas sea elevada y casi permanente. La actividad humana, relacionada con su organización social y productiva, también tiene su importante papel que contribuye a acelerar los procesos desestabilizadores de las laderas. Por ejemplo, la deforestación de la cuenca es casi total, solo el 5% de su área cuenta con bosques primarios.

Este deslizamiento representa la amenaza de mayor importancia en la cuenca del río Reventado ya que se requiere de una pequeña fracción de su volumen para obstruir el cauce del río, formar presas y embalses efímeros los que podrían destruirse despacio o violentamente y causar serias avalanchas que causarían graves daños a poblaciones cercanas como Taras y Cartago y líneas de vital importancia no solo para la zona misma sino para el funcionamiento de todo el país.

Este deslizamiento tiene un volumen total estimado de entre 40 y 50 millones de metros cúbicos. En la lámina No. 2 se muestra el Área desestabilizada. La velocidad promedio de avance es de alrededor de 10 metros por año, y se ha observado que la corona retroceda a una velocidad promedio de 50 metros por año. Consiste en el deslizamiento de una serie de cuñas cuya influencia se manifiesta por el desarrollo de un sistema de empujes activos, en donde las componentes horizontales de la gravitación son las que constituyen el elemento dinámico principal. La influencia que ejerce el agua en el comportamiento del deslizamiento también tiene gran importancia; las variaciones del nivel freático constituyen un mecanismo por medio del cual se puede pronosticar el comportamiento del deslizamiento, cuando se encuentra a una profundidad no más alta del 40% del espesor de la masa deslizante, el factor de seguridad adquiere valores inferiores a la unidad y por lo tanto, el deslizamiento se activa.

En la actualidad, la posibilidad de que suceda un evento catastrófico aumenta, sobre todo durante cada estación lluviosa, cuando la saturación del suelo se presenta y aumenta la presión de los poros sobre la franja de ruptura, disminuyendo su resistencia al cizallamiento.

3. EL PROYECTO HIDROELECTRICO CACHI

3.1. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO.

Este proyecto está ubicado 4 km. al sur de la ciudad de Juan Viñas, del Distrito de Tucurrique, provincia de Cartago (Ver mapa de la lámina No. 3). La Presa Cachi y el embalse están ubicados en el valle de Ujarrás, en el sitio denominado Cachi, perteneciente al cantón de Paraíso. Este proyecto se abastece de la zona media del río Reventazón, del que se aprovechan 52.5 m³/s. La potencia total instalada, tomando en cuenta las ampliaciones realizadas es de 100,800 KW. La planta es capaz de generar aproximadamente 567 Gigavatios-hora anualmente.

La ubicación del proyecto Cachi, en relación con el deslizamiento de San Blas se muestra en la lámina No. 4, donde además se indican algunas de las características de la planta, así como las líneas de transmisión que se relacionan con ella. En la lámina No. 5 se presenta en forma esquemática los diferentes elementos del proyecto, que son:

a) Embalse: El embalse de Regulación de la planta Cachi cubre un Área de 323.6 hectáreas y almacena 54 millones de metros cúbicos, de los cuales 49 millones son de líquido, ya que se depositan muchos sedimentos en el fondo. El manejo del embalse de

hace de tal manera que al entrar la estación seca, se encuentre con el máximo de su capacidad para que la planta genere durante dicha estación sin dificultad.

b) Presa: Es una estructura de concreto armado, tipo arco de doble curvatura, separada en dos unidades estructurales: hacia la margen derecha, un elemento arco-bóveda, de diseño bastante esbelto y relativamente delgada, y en la margen izquierda, un elemento de concreto de gravedad que aloja los vertedores de excedencias.

Tiene una altura máxima de 76 metros, de los cuales 68.5 m. dan la profundidad del embalse en este sitio; debajo del fondo del embalse la presa tiene una penetración de 7 metros. El espesor en la base es de 5 metros y el de la cresta es de 2.5 m. La longitud es de 184 m.. Cuenta con cuatro compuertas: la No.1, está en la entrada de un túnel corto construido en la base, en la margen derecha. La No. 2 está en el extremo de dicho túnel, el que se usa para vaciar el embalse y extraer así grandes cantidades de sedimentos. Las compuertas No. 3 y 4 son radiales, de acero y están a la elevación 980 m.s.n.m. y se emplean para regular el nivel del embalse. Cuando el río aporta mas agua de la necesaria y está lleno el embalse, las compuertas se abren para que el excedente pase a los vertedores, que son unas estructuras que semejan canales o toboganes curvos, anchos arriba y angostos en el extremo, para descargar las aguas directamente al río.

c) Obras de Conducción: Estas obras tienen la función de transportar el agua del embalse a la Casa de Máquinas, para que sean turbinadas y generar con ello la energía. Esta conducción está compuesta por las siguientes subobras:

-Toma de Aguas: Se encuentra en la margen derecha del embalse, muy cerca de la presa. Tiene forma de bocina y cuenta con rejillas de limpieza. Está al inicio del Túnel de Conducción. Entre la Toma y el Túnel se encuentra una compuerta de regulación.

-Túnel: El transporte del agua se hace por medio de un Túnel de sección circular, de 6,392 m. de longitud y 3.80 m. de diámetro.

-Tanque de Oscilación: Se encuentra en el inicio de la Tubería de Presión. Es subterráneo, de 70 metros de profundidad por 16 m. de diámetro; es revestido de concreto, sobre el que está el blindaje interior, hecho de lámina de acero.

-Tubería de Presión: Se inicia 125 metros aguas arriba de la salida del túnel. Tiene dos partes: la horizontal que está unida al Tanque de Oscilación y se prolonga desde este sitio hasta la Casa de Válvulas; la segunda parte, se inicia en la Casa de Válvulas y finaliza en la Casa de Máquinas. Su longitud total es de 585 m. y sus diámetros varían de 3,40 m. a 1.70 m.

d) Casa de Máquinas: Es un edificio de concreto armado, en el que se alojan los equipos turbogeneradores, los pupitres de mando, tableros de lecturas y mediciones; oficina y bodega. las turbinas son tipo Francis, de eje vertical y giran a razón de 514 r.p.m.. La caída aprovechable de agua es de 246 metros. La capacidad instalada es de 32,000 KW en las unidades No. 1 y 2 y de 36,800 KW en la No.3

e) Canal de Desfogue: Recoge el agua a la salida de las turbinas y la devuelve al río Reventazón; tiene una longitud de 120 metros.

f) Subestación Elevadora: Está ubicada contiguo a la Casa de Máquinas. Eleva el voltaje de 13,800 a 138,00 voltios. Cuenta con tres transformadores de 46 MVA cada uno.

3.2. LINEAS DE TRANSMISION

Existen varias líneas de transmisión de la energía eléctrica que se genera en este proyecto. En las láminas No. 6 y 7 se presenta la ubicación de las líneas de transmisión del ICE, así como el diagrama unifilar del Sistema Nacional Interconectado. A continuación se indican las principales características de las L.T.:

NOMBRE	FASES	CIRC.	VOLTAJE (Kv)	LONG. (Km)
Cachí-Río Macho	3	2	138	14.6
Cachí-Siquirres-Moin	3	2	138	90.2
Cachí-Este	3	2	138	26.4

A través de Río Macho, Cachí se comunica también con San Isidro de General y con las subestaciones del Este y de Concavas, cercana a Cartago.

Precisamente algunas de las de las torres de las líneas Cachí-El Este y Río Macho-Concavas-El Este están ubicadas en la zona del deslizamiento de San Blas. Sin embargo, en el caso de que este deslizamiento se activara violentamente y afectara a estas torres, la transmisión de energía hacia el sector de San José se interrumpiría, no así la transmisión hacia el Zona Atlántica o la Zona Sur del país. Por lo que se considera, que un daño a esas líneas de transmisión, por sí solo, no necesariamente sacaría de funcionamiento a la Planta Hidroeléctrica de Cachí.

3.3. LA SEDIMENTACION EN EL EMBALSE DE CACHI

La cantidad de sedimentos que transportan los diferentes afluentes del embalse, tanto en suspensión como en arrastre de fondo ha provocado un importante efecto de sedimentación en el

embalse, lo que reduce su capacidad de regulación. Así, tenemos que del volumen original del embalse, 54 millones de metros cúbicos, se estima que se han perdido por la sedimentación 4.8 millones, es decir, cerca de un 10% del total.

Esta situación obliga a realizar vaciados periódicos para limpieza del embalse, aproximadamente cada año, durante la estación lluviosa. Para esto, se mantiene en operación la planta de forma que baje el nivel del embalse un metro al día, hasta que queden unos cinco millones de metros cúbicos, lo que lleva cerca de treinta días. Entonces se saca de operación la planta y se hace un vaciado rápido por la descarga de fondo, de manera que el agua arrastre cierta cantidad de sedimentos. Esta última operación dura cerca de nueve horas. Luego se mantiene seco el embalse durante cuatro o cinco días, realizando controles topográficos para determinar la cantidad de sedimentos remanentes.

4. EFECTO DEL DESLIZAMIENTO SOBRE EL PROYECTO

Como se ha explicado anteriormente una activación lenta o violenta de este deslizamiento podría causar daños en todas las dimensiones, ya sea a los seres humanos, a la región, a la infraestructura, etc. En este trabajo, se analizará el efecto que tiene sobre el proyecto hidroeléctrico de Cachi que se encuentra ubicado a 12.5 Km en línea recta del deslizamiento, y a poco más de 20 Km a lo largo del río.

4.1. EFECTO ACTUAL

En la actualidad, el deslizamiento ya está causando mucho daño en las condiciones del embalse, ya que al darse deslizamientos de masas relativamente pequeñas, el río se encuentra siempre con sedimentos; sin embargo, la principal causa de que se dé esta condición en el río es por la explotación de las canteras para la obtención de materiales de construcción como piedra, grava y arena. Esta explotación, al mismo tiempo que disminuye el riesgo, al mantener limpio el cauce del río, también acelera la activación del deslizamiento ya que cuando no se dan los desprendimientos naturalmente, ellos los provocan para recoger el material, desestabilizando aún más las laderas, porque con ello quitan parte del área de las laderas que proporciona esfuerzos de retención.

Uno de los ríos que mayor aporte de materiales sólidos hace es el Reventado, según los muestreos realizados por la oficina de Hidrología del ICE en Navarro indican que solo los sedimentos en suspensión equivalen a unas 2800 toneladas al año. El origen de estos materiales es fundamentalmente las canteras de la zona de San Blas, lo que se evidencia en que las aguas del río antes de ese punto contienen muy pocos sedimentos.

4.2. EFECTO EN CASO DE ACTIVACION VIOLENTA

En el caso que se de una activación violenta de los 40 o 50 millones de metros cúbicos que contiene el deslizamiento, es de suponer que difícilmente esta masa se movilizará en su totalidad, para lo cual se estimará que el material que se deslice será inferior al 50% de la totalidad, o sea el equivalente tal vez a 20 millones de metros cúbicos.

El peor escenario se daría en caso de que este material se movilice y tapone el cauce del río Reventado, dando lugar a presas efímeras que, al romperse violentamente den lugar a una o varias avalanchas de agua, lodo y otros materiales. Sin embargo, por la distancia que hay hasta el embalse y la existencia de zonas con poca pendiente, el efecto de estas avalanchas sobre el proyecto hidroeléctrico de Cachi no sería con daños directos sobre las obras del proyecto, ya que es de esperar que el volumen de material se vaya disminuyendo aproximadamente en otro 50%. Además, al ser recibida esta avalancha en el embalse, se produce un efecto de amortiguamiento, evitando los daños a las otras obras; aún más, si se está pendiente de esta posibilidad, ello permitirá también que se abran las compuertas en el momento indicado, para que baje el nivel del agua en el embalse, evitando con ellos mayores daños al proyecto.

De acuerdo a los encargados de la operación de la planta, al tener noticia de una posible avalancha se sacaría de operación la planta y se procedería a abrir las compuertas de descarga, controlando el flujo en unos 400 m³/seg (este caudal no pondría en peligro a los habitantes de las riberas aguas abajo de la presa), lo que liberaría 34.5 millones de metros cúbicos en 24 horas. Si el embalse originalmente estaba en la cota máxima de 990 msnm, esta acción la descendería a 970 msnm. Según los registros con que se cuenta, las tormentas en la cuenca del río Reventado se reflejan tres horas más tarde en el sitio de la presa como un incremento en el caudal. Ante la llegada de cerca de 10 millones de metros cúbicos de material sólido, sería necesario continuar con el vaciado del embalse hasta dejarlo seco de forma que la corriente arrastre buena parte de estos materiales.

Si no se toman las acciones necesarias, ya sea por falta de aviso oportuno o por que no se siga el plan explicado anteriormente, el incremento de caudal tendría que ser evacuado por los vertedores de excedencias y la mayor parte del material sólido quedaría atrapado dentro del embalse.

4.3. DANOS DIRECTOS

En este apartado se analizarán los daños tangibles, directos, sobre las diferentes obras del proyecto, el grado de sedimentación que alcanzaría el embalse y la pérdida de la capacidad de regulación, así también, se analizará en el caso de suspensión de generación eléctrica por daños en las diferentes obras del proyecto, el costo que significaría su reparación y el costo que significaría su salida de operación.

4.3.1. Daños a Obras

No es de esperar que se produzcan daños en las obras del proyecto directamente por la acción de la avalancha, por dos razones:

- La correntada ya de por sí llegaría amortiguada al sitio de la presa por la distancia y la pendiente.

- El diseño de los componentes del proyecto permiten hacer frente a contingencias de este tipo. Así, la descarga de fondo y los vertedores de la presa tienen capacidad suficiente para evacuar grandes caudales por lo que no son de esperar daños en la presa.

La única forma de que se den daños sería que se mantenga en operación la planta en el momento en que llega la avalancha, lo que sería un grado extremo de descuido. Si así fuera, se podrían producir daños similares a los ocurridos durante los deslizamientos en el cerro Duán en 1987: se taponaría la Toma, se podrían romper las rejillas, e inclusive podrían llegar materiales sólidos a las turbinas, dañándolas. Sin embargo, los procedimientos de operación establecidos evitan esta posibilidad, por lo que no se incluirá en esta evaluación ningún costo por reparación de daños en las obras.

4.3.2. Sedimentación en el Embalse

Aunque la avalancha no provoque daños directos en la presa, los materiales sólidos que pueden ser arrastrados por el río llegarán tarde o temprano al embalse y se depositarían en él. Si se han abierto las compuertas de la descarga de fondo y se continúa con el vaciado hasta el final, buena parte de los sólidos será evacuado por la corriente. Si no se han abierto y el caudal en exceso sale por los vertedores, se habrá triplicado el problema actual de los sedimentos, pasando de 4.8 millones de metros cúbicos a cerca de 15 millones. Esto obligará a mantener la planta fuera de operación y realizar un proceso de vaciado del embalse, que elimine parte del sedimento.

Dependiendo de la cantidad de sedimento que quede en el fondo del embalse después del evento, sería necesario realizar todo un proyecto de limpieza, que implicaría la utilización de equipo pesado, fundamentalmente tractores tipo D6 que empujen el material hasta el río para que los evacúe la corriente. La cuantificación de estos trabajos es muy difícil de evaluar, pero se puede estimar de la siguiente manera:

- Supongamos que se deben movilizar 8 millones de metros cúbicos de material y que un tractor puede mover alrededor de 200 m³ por hora, se requerían 40,000 horas tractor. Si se utilizan 20 tractores trabajando durante 24 horas al día, la limpieza duraría aproximadamente 90 días.
- Según el catálogo de costos de maquinaria de la Dirección de Construcción de Energía del ICE, los tractores tipo D6 tienen la siguiente estructura de costos por hora:

Cargos fijos:	136.00	colones
Repuestos:	3.80	"
Mantenimiento:	50.40	"
Combustible:	296.00	"
Operador:	164.00	"
Otros:	173.20	"
total	823.40	colones

- De acuerdo a esto, solo por el concepto de tractores se gastarían 33 millones de colones, a lo que habría que agregarle el uso de equipo complementario que podemos estimar en un 50% del costo de los tractores, o sea 16.5 millones. Además se requieren instalaciones y gastos indirectos. En total el costo sería cercano a los 60 millones de colones.

Conviene hacer la salvedad de que estos trabajos permitirían remover los 4.8 millones de sedimentos que actualmente tiene el embalse.

4.3.3. Suspensión de Generación Eléctrica

El solo hecho de que se produzca la avalancha, en el caso mas optimista, se tendría que vaciar el embalse completamente y luego volver a llenarlo, esto tendría a la planta fuera de operación durante aproximadamente 12 días.

Los registros de operación de Cachi indican que produce cerca de 568 GWh anuales. En 1987 la distribución mensual fue la siguiente:

Enero	30.6	GWh
Febrero	29.2	
Marzo	21.8	
Abril	34.7	
Mayo	47.7	
Junio	58.9	
Julio	37.6	
Agosto	70.1	
Septiem.	70.7	
Octubre	66.7	
Noviemb.	58.9	
Diciemb.	40.8	

Si el deslizamiento se produce en invierno, que es lo mas probable, entonces se dejarían de generar unos 2.3 GWh diarios. El precio promedio de venta de la energía es de (en 1988) 2.92 colones por KWh, o sea, el ICE dejaría de percibir 6.7 millones de colones diarios mientras la planta esté fuera de operación.

Si la planta permanece detenida 12 días, se dejan de percibir 80 millones de colones y si deben hacer la labores de limpieza durante 90 días, mas el llenado, esta cantidad sería de 657 millones de colones.

En vista que el racionamiento de la energía eléctrica tiene un costo enorme para la economía del país, sería necesario abastecer la demanda con la generación de las plantas térmicas. Se dispone actualmente de plantas térmicas con una potencia conjunta de 122 MW. Este tipo de plantas requieren 260,000 litros de diesel para generar un GWh, o sea que por día se consumirían 598,000 litros de diesel para sustituir la energía que se dejaría de generar en Cachi, a un costo aproximado de 20 colones/litro, lo que significaría la cantidad de 11.96 millones de colones diarios.

Por lo tanto, el hecho de abastecer la demanda de energía con plantas térmicas obliga al ICE a gastar 11.96 millones diarios, o sea, 143 millones en 12 días y 1172 millones de colones en 98 días.

También existe la posibilidad de importar energía de otros países, a un costo un poco inferior al de generación térmica, sin embargo, esta posibilidad depende de la disponibilidad con que cuenten los posibles proveedores, sobre lo cual no se tiene certeza alguna.

4.4. DANOS INDIRECTOS

La energía eléctrica tiene una importancia vital para el funcionamiento de la economía de un país, aparte de que es necesaria para poder brindar otros servicios como bombeo de agua y combustibles. Así, la suspensión de este servicio tiene gravísimas consecuencias y provoca pérdidas de gran magnitud, por lo que se debe tratar de abastecer la demanda en todo momento. De acuerdo a los análisis anteriores, sería posible sustituir la generación eléctrica de Cachi con las plantas térmicas aunque, como se vió, a un alto costo para el ICE. De esta manera, no se producirían pérdidas indirectas por suspensión de los servicios eléctricos ante la salida de operación de la planta de Cachi.

5. DANOS SECUNDARIOS

El hecho de tener que dedicar cantidades millonarias a la reparación del embalse y al pago de combustibles para la sustitución térmica de la generación eléctrica, provocaría dentro del ICE un desvío de los fondos que están destinados a las contrapartidas locales para el desarrollo de nuevos proyectos, esto podría ocasionar atrasos en el desarrollo de esos proyectos y, a mediano y largo plazo, nuevamente la necesidad de tener que generar con plantas térmicas o importar la energía.

Además de la utilización de fondos, sería necesario destinar una gran cantidad de maquinaria, propia o alquilada a la realización de los trabajos de limpieza, lo que podría atrasar el desarrollo de otras actividades propias del ICE o de particulares.

Si el desastre se produce después de que hayan sido construidos los proyectos aguas abajo en el río Reventazón (Angostura y Siquirres), los sedimentos tendrían efecto también en esos proyectos restándoles cierta capacidad de regulación.

Por otra parte, al tener que hacer un vaciado rápido del embalse, para darle curso a la avenida provocada por el deslizamiento, podría ocasionar perjuicios a los habitantes de las riberas del río Reventazón aguas abajo de la presa de Cachi, especialmente porque habría poca o ninguna oportunidad de avisarles de la situación.

6. DANOS INTANGIBLES

La zona del embalse es explotada turísticamente, por lo que si se diera la situación de tenerlo vacío durante cierto tiempo provocaría una disminución de los ingresos de aquellas personas o empresas ligadas con esta actividad.

También existen vecinos del embalse que obtienen ingresos de la pesca de diversas especies, entre ellas langostinos, que venden a turistas, estas personas verían eliminadas durante cierto tiempo las oportunidades de dedicarse a estas actividades.

7. POSIBLES BENEFICIOS

Al presentarse la necesidad de realizar la limpieza y el llenado del embalse que duraría 98 días, el único beneficio a obtener es el aprovechamiento de la oportunidad para eliminar los sedimentos que actualmente tiene el embalse, logrando con ello, aprovechar su capacidad de almacenamiento total. Por supuesto, la eliminación de estos sedimentos tendría un costo muy alto, sin embargo, se recuperaría la capacidad de regulación original del embalse.

8. CONCLUSIONES

Al analizar la situación referente al deslizamiento de San Blas y sus posibles efectos sobre la planta hidroeléctrica de Cachi, encontramos que constituye una verdadera amenaza para la planta. Al considerar las características del proyecto y su ubicación con respecto a la amenaza vemos que presenta una vulnerabilidad reducida en cuanto a la estabilidad estructural de sus obras, sin embargo, de darse el escenario aquí planteado, se afectaría la capacidad de operar, lo que traería como consecuencia importantes pérdidas económicas para el ICE.

El efecto de una avalancha originada por el activamiento violento del deslizamiento de San Blas depende en gran medida de las acciones que se tomen por parte de los operadores de la Planta, por lo que es indispensable que se establezcan dos cosas:

- Un sistema confiable de vigilancia y alerta, capaz de comunicar rápidamente cualquier evento relacionado con este o con otros deslizamientos de la zona.
- Un plan de acción por parte de los encargados de la operación de Cachi, que indique claramente qué hacer, cuándo hacerlo y quién debe hacerlo.

Se debe continuar estudiando las características propias del deslizamiento y su comportamiento, a fin de evaluar más adecuadamente el riesgo que representa este deslizamiento para la planta hidroeléctrica de Cachi.