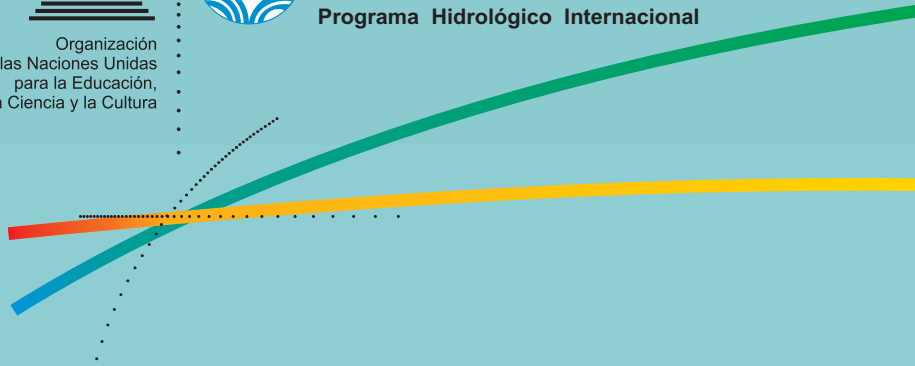




Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura



Programa Hidrológico Internacional



Evaluación Preliminar de la Aplicación y Cálculo del Índice de Sostenibilidad de Cuenca en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá

phi-LAC

Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe

PHI-VII / Documento Técnico N°12





Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



Programa Hidrológico Internacional

Evaluación Preliminar de la Aplicación y Cálculo del Índice de Sostenibilidad de Cuenca en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá

Documento Técnico del PHI-LAC N°12



Oficina Regional de Ciencia
para América Latina y el Caribe



Publicado en el 2008 por el Programa Hidrológico Internacional (PHI), Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe (Montevideo, Uruguay), de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Documento Técnico del PHI-LAC, N° 12

ISBN 978-92-9089-111-6

© UNESCO, 2008

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la presentación de los datos, que en ella figuran no suponen por parte de la UNESCO, la adopción de postura alguna en lo que se refiere al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni en cuanto a sus fronteras o límites. Las ideas y opiniones expresadas en esta publicación son las de los autores y no representan, necesariamente, el punto de vista de la UNESCO.

Se autoriza la reproducción a condición de que la fuente se mencione en forma apropiada y se envíe copia a la dirección abajo citada. Este documento debe citarse como:

UNESCO, 2008. Evaluación objetiva de la aplicación y cálculo del Índice de Sostenibilidad de Cuenca en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá
Documentos Técnicos del PHI-LAC, N° 12

Dentro del límite de la disponibilidad, copias gratuitas de esta publicación pueden ser solicitadas a:

Programa Hidrológico Internacional
para América Latina y el Caribe (PHI-LAC)
Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO
para América Latina y el Caribe
Dr. Luis P. Piera 1992, 2° piso
Montevideo, Uruguay
Tel.: + 59824132075
Fax: + 598 2 413 20 94
E-mail: phi@unesco.org.uy
<http://www.unesco.org.uy/phi>

DEDICATORIA

Al Licenciado Juan Héctor Díaz, por su dedicación, empeño y esfuerzo en la conservación de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

AGRADECIMIENTO

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) agradece a todo el personal del Departamento de Seguridad y Ambiente que contribuyó con sus conocimientos y aportes a la realización de este informe, en especial a Magnolia Calderón, Oderay González, Amelia Sanjur, Dorian Barría, Marilyn Diéguez, Iván Domínguez, Jaime Massot, Maurylis Coronado, Rubén Vega, César Muñoz y Martín Mitre, por el apoyo brindado en la confección y entrega de este informe. Asimismo, agradece todo el apoyo recibido de las instituciones gubernamentales panameñas, especialmente al Ministerio de Comercio e Industrias, al Ministerio de Economía y Finanzas, a la Contraloría General de la República de Panamá, al Ministerio de Gobierno y Justicia, al Ministerio de Desarrollo Agropecuario, al Ministerio de Vivienda, al Ministerio de Educación, al Ministerio de la Presidencia, al Ministerio de Salud, a la Autoridad Nacional del Ambiente, al Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales y al Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá.

PRÓLOGO

Los indicadores son importantes para el uso sostenible y el manejo de los recursos ambientales ya que pueden orientar la formulación de políticas al proporcionar una valiosa información acerca del estado de los recursos a evaluar y de la intensidad y la dirección de los posibles cambios subrayando, además, los temas prioritarios.

La ACP ¹ en su afán de desarrollar y perfeccionar un índice que contenga indicadores hidrológicos, ambientales, de vida y políticas que midan objetivamente su gestión, ha ensayado y publicado, en este informe, los resultados de la aplicación del Índice de Sostenibilidad de Cuencas² en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

El trabajo realizado comprendió el uso del sistema de información geográfico e información actualizada de la institución y entidades nacionales en adición al proceso consultivo, entre los expertos colaboradores de la ACP y consultores extranjeros, durante la ejecución del proyecto y análisis de los resultados.

¹ Los nombres de las oficinas de la ACP citados en este informe corresponden a la estructura organizacional vigente hasta el 30 de septiembre del 2007.

² An Integrated Indicator for Basin Hydrology, Environment, Life and Policy: The Watershed Sustainability Index (2006), Chaves, Henrique and Alipaz, Suzana, Brazilian National Water Agency-ANA.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	11
A.	ASPECTOS GENERALES	11
1.	Estado del problema.....	11
2.	Objetivos.....	11
3.	Delimitación, alcance o cobertura	12
4.	Restricciones o limitaciones.....	12
B.	JUSTIFICACIÓN	14
II.	ANTECEDENTES.....	14
III.	METODOLOGÍA	15
IV.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	16
A.	SUBCUENCA DE GATÚN.....	16
1.	Presión.....	16
2.	Estado.....	18
3.	Respuesta.....	20
B.	SUBCUENCA DE ALHAJUELA.....	22
1.	Presión.....	22
2.	Estado.....	23
3.	Respuesta.....	25
C.	CUENCA HIDROGRÁFICA DEL CANAL DE PANAMÁ.....	26
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
A.	GENERALES	27
B.	ESPECÍFICAS	28
1.	Hidrología - Cantidad de Agua.....	28
2.	Hidrología - Calidad de Agua.....	28
3.	Vida	29
4.	Ambiente.....	30
5.	Políticas	30
APÉNDICES.....		31
APÉNDICE 1 - MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LAS SUBCUENCAS.....		33
APÉNDICE 2 - INDICADOR DE HIDROLOGÍA		35
APÉNDICE 3 - INDICADOR DE AMBIENTE.....		41
APÉNDICE 4 - INDICADOR DE VIDA		53
APÉNDICE 5 - INDICADOR DE POLÍTICAS		55
APÉNDICE 6 - ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD DE CUENCAS.....		83

I. Introducción

En el año 2006 se llevó a cabo el taller sobre “La Sostenibilidad Hídrica e Indicadores Integrados de Cuencas Hidrográficas” como parte del apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) a través del Programa Hidrológico Internacional (PHI) bajo la iniciativa “Hydrology, Environment, Life and Policy” (HELP). El evento fue organizado por la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (SCICH) en coordinación con la División de Administración Ambiental (ESM) de la ACP.

El consultor internacional, Doctor Henrique Chaves, de la Escuela de Tecnología de la Universidad de Brasilia, se refirió al índice de sostenibilidad de cuencas (WSI, por sus siglas en inglés) y su posible aplicación en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CHCP). El informe, presentado a continuación, fue preparado por un grupo técnico dentro del Departamento de Seguridad y Ambiente que realizó una evaluación preliminar de la aplicación y cálculo del WSI.

A. Aspectos generales

1. Estado del problema

En la actualidad, la ACP evalúa alternativas de indicadores para medir, periódicamente, los resultados de la gestión en la CHCP. Esta no es la primera vez que se lleva a cabo este esfuerzo en la ACP ya que, a partir de septiembre de 2003, se evaluaron y desarrollaron diferentes indicadores cuya implementación está bajo revisión.

2. Objetivos

a) General

- Evaluación preliminar de la aplicación y cálculo del WSI en la CHCP.

b) Específicos

- Calcular el WSI para las subcuencas de Gatún, Alhajueta y Miraflores.

3. Delimitación, alcance o cobertura

- a. El WSI sólo es aplicable en cuencas de hasta 2,500 km², por lo tanto, se ha subdividido el cálculo en las principales subcuencas de los embalses de la CHCP, o sea, Miraflores, Alhajueta (Chagres Arriba) y Gatún (Chagres Abajo). (*Ver Apéndice 1*).
- b. Debido a que esta propuesta evalúa la viabilidad de aplicar indicadores ya existentes, no se han confeccionado los protocolos de cada uno, aunque, en algunos casos, se han realizado ajustes para adaptar los mismos a la situación de la CHCP.
- c. Sólo se utilizó la información disponible al momento de iniciar el estudio, igualmente, los recursos asignados para tal fin (grupo técnico). Toda la documentación que respalda el cálculo de los indicadores está adjunta en los apéndices.
- d. La información generada corresponde al periodo 2001 al 2005.

4. Restricciones o limitaciones

- a. Durante la presentación de avance se acordó excluir la subcuena de Miraflores, en el cálculo inicial del WSI, debido a la falta de la información mínima necesaria para el cómputo de los indicadores, aunque sí se incluyen comentarios dependiendo del indicador evaluado.
- b. Los datos de población utilizados para el cálculo de este subíndice corresponden a la población asentada en cada una de las subcuencas estudiadas utilizando como fuentes de información la base de datos de la Comisión Interinstitucional de la CHCP y la ACP.
- c. El análisis del subíndice de Vida y Política de las subcuencas estudiadas, fue calculado utilizando las cifras del Índice de Desarrollo Humano (IDH) del período 2000-2002, publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Contraloría General de la República, a nivel de provincia. Esto

significa que puede haber un sesgo importante en aplicar estas cifras provinciales (que incluyen las realidades de las ciudades de Panamá y Colón) a la realidad de la CHCP. Adicionalmente, no se pudieron obtener las cifras del IDH de los años 2003 al 2005. Según la Contraloría, esta información ya ha sido procesada, pero a febrero de 2007 todavía estaba en revisión por parte del PNUD, quien es la entidad que lo publica.

- d. Para el desarrollo de indicador Ambiente se utilizó información de usos del suelo, de los períodos 1998 y 2006, de fuentes diversas las cuales presentaban categorías diferentes. Esta situación hizo necesaria la realización de compilaciones y ajustes con la finalidad de poder comparar ambos períodos. Muchos de los ajustes fueron ejecutados mediante “criterio de experto”, con cierto nivel de subjetividad, lo que puede implicar algunos niveles de incertidumbre en los resultados. Para próximas versiones es necesario adquirir imágenes satelitales que permitan realizar comparaciones precisas.
- e. El parámetro de estado del indicador Políticas, no tiene una metodología detallada, ya que es un parámetro de carácter cualitativo. Para disminuir la subjetividad, el equipo técnico estableció una metodología para su construcción.
- f. La información relacionada con el marco legal, la efectividad del marco institucional, y la inversión monetaria en la CHCP es de carácter global, ya que esta no ha sido registrado con detalles en forma individual para las subcuencas establecidas. Esta información está basada en la información disponible en la ACP.

B. Justificación

El WSI fue seleccionado debido a su utilidad en la planificación y gestión de los recursos hídricos. El grupo de indicadores que son parte del WSI (hidrología, ambiente, vida y políticas) fueron seleccionados para suministrar información sobre la sostenibilidad de las cuencas y apoyar la toma de decisiones para su manejo. El WSI, en caso de adoptarse, proveerá la información necesaria para medir y mejorar la gestión integral de los recursos hídricos y el desarrollo sostenible de la CHCP.

II. Antecedentes

La primera “Sesión de Trabajo - Desarrollo de Documento de Indicadores y Protocolos para elaborar un Sistema de Monitoreo para la CHCP” organizada por la Academia para el Desarrollo Educativo (AED) ³ y con la participación de las instituciones miembros de la CICH se llevó a cabo en marzo de 2004. Esta iniciativa se dio en seguimiento a la “Propuesta para el Monitoreo Ambiental de la Cuenca del Canal de Panamá”, presentada por personal de AED, en febrero de 2004, con el objetivo de implementar un sistema de monitoreo ambiental como un componente para el manejo integrado de cuencas y utilizar la información generada por el monitoreo como insumo para el Centro de Información Ambiental de la Cuenca; en especial, para el informe del estado ambiental de la cuenca del Canal.

La fase de diseño (teórica) y el documento de indicadores y protocolos presentado en este primer taller ya habían sido consensuados con las instituciones de la CICH, en septiembre de 2003. La coordinación de este esfuerzo recayó en la SCICH y, como soporte o facilitadores, AED. Se propuso, en el documento para iniciar la discusión y elaborar los indicadores para el monitoreo (Protocolos para la construcción de indicadores – borrador de trabajo – diciembre de 2003), un total de 18 indicadores divididos así: cinco de presión, siete de estado y seis de respuesta.

Los resultados del primer taller fueron remitidos a los participantes y se llevó a cabo el segundo taller titulado “Indicadores del Monitoreo Ambiental de la Cuenca”, en agosto de 2004, con el mismo objetivo de seleccionar los indicadores iniciales para

³ El desarrollo de un sistema de monitoreo a través de indicadores fue ejecutado por la AED, con financiamiento de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

el monitoreo ambiental de la cuenca del Canal. Nuevamente, los participantes fueron las instituciones miembros de la CICH y, como facilitador, AED. En esta ocasión el listado ascendía a 26 indicadores que fueron separados en cuatro categorías: saneamiento, sociales, recursos naturales, y agua. Los representantes de la ACP trabajaron en el grupo de indicadores de “agua”.

En el año 2005 la ACP establece como objetivo corporativo el “Administrar eficientemente, en volumen y calidad, el recurso hídrico de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá” y como meta asociada a este objetivo el “Desarrollo de herramientas para el buen manejo del recurso hídrico”. Para el cumplimiento de este objetivo, se realizan nuevos seminarios y talleres para la discusión de los indicadores para el monitoreo (a nivel técnico), selección de indicadores, conformación de equipos de trabajo para elaborar los protocolos correspondientes (incluyendo formularios), elaboración de agendas de trabajo, reuniones de consulta con usuarios potenciales de la información para la verificación de la utilidad de indicadores seleccionados (especialmente para el informe del estado ambiental de la CHCP), en adición a la elaboración y presentación de protocolos.

El resultado de este esfuerzo concluye en septiembre de 2005. De los indicadores, finalmente seleccionados, tres son de presión, tres de estado, y cuatro de respuesta. Además, para cada indicador propuesto, se establecieron los protocolos, se estimaron los recursos requeridos para su medición y seguimiento, y el cálculo de dos de ellos (Índice de Calidad de Agua y Volumen de Agua aportado por los ríos de la subcuenca del río Gatuncillo), presentados en el informe final: “Estimación de los indicadores ambientales para los años 2004 y 2005 en la subcuenca del río Gatuncillo).

III. Metodología

Para cumplir con los objetivos se establecieron los pasos siguientes:

- A. Conformación del grupo técnico a cargo del proyecto.
- B. Revisión de lo acordado en el taller para la definición de los objetivos de la propuesta de WSI para la CHCP.
- C. Distribución de la carga de trabajo de acuerdo a la experiencia y conocimientos de los miembros del grupo técnico.

- D. Análisis del trabajo realizado en el taller (WSI de Gatún) y cálculo de los indicadores faltantes (WSI de Alhajuela y toda la CHCP) por parte de los integrantes del grupo técnico.
- E. Consulta a los usuarios potenciales o encargados de la información requerida para la verificación de los indicadores seleccionados.
- F. Reuniones de trabajo de acuerdo a los temas afines entre el personal del grupo técnico o especialistas disponibles.
- G. Redacción del informe preliminar de acuerdo a los avances individuales.
- H. Revisión y retroalimentación entre el grupo técnico para la validación de los resultados incluyendo limitaciones y problemas en la obtención de los datos.
- I. Corrección del informe preliminar por parte del grupo técnico.
- J. Presentación del borrador de informe.
- K. Edición y corrección del informe de acuerdo a directrices y recomendaciones.
- L. Entrega del informe final.

IV. Presentación y análisis de los resultados

A. Subcuenca de Gatún

1. Presión

a) Hidrología - Cantidad de Agua (H1)

Utiliza el parámetro de variación de la disponibilidad de agua por persona, en el período estudiado (2001-2005), en relación al registro de agua disponible a largo plazo o histórico (1917-2005). El resultado se compara con la tabla de nivel y se obtiene la puntuación. En este caso, la disponibilidad de agua en el período estudiado (promedio de 2394 millones de metros cúbicos – MMC) es un **12.7% menor** que el registro histórico (promedio de 2743 MMC). La puntuación, para un rango entre -20% y -10%, corresponde a **0.25**. (Ver Apéndice 2).

b) Hidrología - Calidad de Agua (H2)

Utiliza el parámetro de la variación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅, en mg/l) como subindicador de calidad de agua, en el período estudiado (2001-2005), en relación al registro promedio de DBO₅ a largo plazo o histórico que, según el

Doctor Henrique Chaves, debe ser de un mínimo de diez años. Debido a que sólo contamos con tres años de registros (2003-2005), éste subindicador se calculó estimando los datos faltantes, tanto para completar el período de cinco años de estudio, como para los diez años de largo plazo (1991-2000). Los registros existentes, para este parámetro, se hallaron por debajo del límite de detección del método, razón por la cual, se utilizó el valor correspondiente al propio límite como estimado. Como resultado del cálculo del subindicador en el período estudiado (variación de la DBO₅ en la cuenca en el período estudiado en relación al promedio de largo plazo) se obtuvo un **0%**, correspondiéndole una puntuación de **0.5**. (Ver *Apéndice 2*).

c) Ambiente (E)

Describe la presión ejercida sobre el ambiente por las actividades humanas. Este parámetro involucra dos variables: áreas agropecuarias y áreas pobladas. El mismo está definido por el Índice de Presión Antrópica (EPI) de la subcuenca en el período 1998 - 2006.

El EPI se calcula con la siguiente fórmula:

$$EPI = \frac{\% \text{ var. Áreas Agropecuarias} + \% \text{ var. Áreas Pobladas}}{2} \quad (1)$$

El valor que resulta en la ecuación se ubica en la tabla de nivel y se obtiene el puntaje. Para la subcuenca de Gatún se obtuvo un valor de EPI de **1.50%**, correspondiente a un puntaje de **0.75**. Los valores del EPI pueden ser positivos, negativos o cero, los valores positivos indican gran presión sobre la vegetación remanente en la subcuenca. Se encontró que para la subcuenca de Gatún existe presión, sin embargo, es baja y la misma está dada principalmente por el aumento en el área poblada. Las áreas agropecuarias disminuyeron en este período. (Ver *Apéndice 3*).

d) Vida (L)

Emplea como indicador, la variación del índice del ingreso per cápita en el período de estudio (2000-2002) para las provincias de Panamá y Colón. Para el cálculo del indicador de presión se utilizó la información de población (número de habitantes)

asentada la subcuenca de Gatún localizada en las provincias de Panamá y Colón. Como resultado del cálculo el valor para el indicador de presión corresponde a - **0.01%**. De acuerdo a la tabla de aplicación del WSI, este valor se ubica en el rango de -10% a 0%, que corresponde a una puntuación de **0.50**. (Ver Apéndice 4).

e) Políticas (P)

Utiliza como parámetro la variación en el Índice de Desarrollo Humano, subindicador de Educación (Índice de Conocimiento); lo que describe la variación entre dos períodos de las potencialidades de las personas para participar activa y conscientemente en el mejoramiento de su entorno familiar, comunitario, y social; de convivir en armonía con otras personas; y de incrementar la propensión a una vida sana.

Para calcular el indicador se utiliza la siguiente fórmula:

$$\Delta = \frac{IC_2 - IC_1}{IC_1} (100) \quad (2)$$

Donde: $IC_1 =$ Índice de Conocimiento período anterior

$IC_2 =$ Índice de Conocimiento período bajo evaluación

$\Delta =$ Porcentaje de Cambio.

Al introducir las variables en la fórmula, dio como resultado una variación del **+10.45%**; lo que de acuerdo con la tabla de aplicación del WSI, significa que el puntaje es de **1.00** equivalente a un avance excelente en el período estudiado. (Ver Apéndice 5).

2. Estado

a) Hidrología - Cantidad de Agua (H1)

La disponibilidad de agua (W_a) corresponde a la división entre el promedio histórico del agua disponible o escurrimiento neta (2,743 MMC) y la población existente de la subcuenca (146,362 habitantes). Asume que la población que habita en esa área es la que consume el recurso disponible, es decir, los habitantes de las provincias de

Panamá (107,826) y Colón (38,536) dentro de la subcuenca de Gatún. El cálculo resulta en **18,741 m³** por habitante que tiene una puntuación de **1.00** ($W_a > 6800 \text{ m}^3$ por persona por año).

b) Hidrología - Calidad de Agua (H2)

Este subindicador utiliza el parámetro promedio de DBO₅ a largo plazo o histórico que, según el Doctor Henrique Chaves, debe ser de un mínimo de diez años. Debido a la falta de información, para calcular este subindicador, se utilizó el valor correspondiente al límite de detección del método como estimado. Para este subindicador, se obtuvo un valor estimado de DBO₅ promedio en el período de largo plazo (1991-2000) de **2 mg/l**, correspondiéndole una puntuación de **0.75**.

c) Ambiente (E)

Se refieren a la calidad del ambiente, así como a la cantidad y estado de los recursos naturales existentes dentro de la subcuenca. Este parámetro hace referencia al porcentaje de vegetación natural remanente en la subcuenca (A_v). Para la CHCP se tomaron como vegetación natural los bosques naturales, los rastrojos, y matorrales. Para obtener el porcentaje de las subcuencas con vegetación natural se utilizó la cobertura vegetal para el año 2003. Para la subcuenca de Gatún se obtuvo un **49.31%** de cobertura, de vegetación natural, correspondiendo a un puntaje de **1.00**. Este valor indica que la calidad ambiental en la subcuenca es buena; así como la cantidad y estado de sus recursos naturales.

d) Vida (L)

El parámetro utilizado es el IDH ponderado por la población asentada en esta subcuenca para cada provincia (Panamá y Colón) en el período anterior. Del cálculo efectuado con los datos disponibles resultó un valor de **0.738**. De acuerdo a la tabla de puntaje corresponde a un valor de **0.50**; que se clasifica como un valor regular de calidad de vida para esta subcuenca.

e) Políticas (P)

Refleja la efectividad de la capacidad legal e institucional, en el manejo de los recursos del agua, a través de la evaluación de la existencia del marco legal, de la existencia del marco institucional, y del manejo de la participación.

Para calcular este parámetro se utiliza la siguiente formula:

$$CI = \frac{L + I + P}{3} \quad (3)$$

Donde: *CI = Capacidad Institucional*
L = Nivel de efectividad del marco legal
I = Nivel de efectividad del marco institucional
P = Nivel del involucramiento de la comunidad en los temas relacionados con el manejo de los recursos hídricos.

Al resolver la formula el resultado es de **0.91**; lo que significa que el puntaje es bueno y muy cercano a excelente.

3. Respuesta

a) Hidrología - Cantidad de Agua (H1)

La evolución o mejoras en el manejo del recurso hídrico en la subcuenca en el período ha sido **buena** si la comparamos, por ejemplo, con la cantidad de agua derramada (486 MMC) desde el vertedero de Gatún con respecto al promedio histórico (1494 MMC). Esto significa, aunque no es regla general, que debido a la eficiente administración y una escurrentía neta un 13% menor con respecto al promedio histórico, fue posible optimizar el uso del agua para consumo humano, navegación y generación hidroeléctrica evitando su vertido al mar a excepción de los casos donde fue absolutamente necesario debido a posibles inundaciones o daños a las infraestructuras del Canal y poblaciones aledañas. El puntaje correspondiente a un nivel o valor de bueno es **0.75**.

b) Hidrología - Calidad de Agua (H2)

El sistema de gestión ambiental que lleva adelante la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), tiene como herramienta al Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA). Este se aplica a determinados sectores regulados a través de la determinación de una serie de medidas y ejecución de acciones y actividades que tienen por objetivo dar cumplimiento a la nueva norma de calidad ambiental y/o los límites máximos permisibles que se establezcan. Sin embargo, ha tenido

limitaciones para constituirse en un mecanismo efectivo de promoción de la producción limpia y en consecuencia de la mitigación de daños ambientales bajo criterios de costo-efectividad.

Durante el período de estudio se ha dado la gobernabilidad y se llevan adelante proyectos como el de Producción Más Limpia que contribuirán a alcanzar los resultados esperados, en términos de costos-efectividad de las medidas que contengan los PAMA, pero que aún están en sus inicios, por lo que, consideramos una evolución **pobre** en este tema, correspondiéndole una puntuación de **0.25**.

c) Ambiente (E)

Presenta los esfuerzos realizados por la sociedad o por una institución dada para reducir o mitigar la degradación del ambiente. Este parámetro mide la evolución de la conservación en las áreas de la cuenca, en un período determinado, tomando en cuenta dos variables: área protegida (AP) y buenas prácticas de manejo (BPM). Para obtener el valor de la BPM se consideró el cumplimiento de la Ley 21 de 1997 que aprueba el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal; y la presencia de los Comité de Cuencas para el período 1998 - 2006.

Para esta subcuenca se obtuvo un valor de **8.81%**, correspondiente a un puntaje de **0.50**. Este valor indica una gestión ambiental de medio a buena y, para el caso, la misma está basada principalmente por las BPM, relacionadas con el cumplimiento de la Ley 21 y la presencia de los comités de cuenca; tomando en consideración que las áreas protegidas no cambiaron durante este período.

d) Vida (L)

Para este subíndice se utiliza como parámetro la variación del IDH durante el período de estudio (2000-2002). El valor obtenido del indicador de respuesta para este subíndice fue **- 0.72%** y está dentro del rango de **-10%** al **0%**, cuya puntuación es de **0.25**.

e) Políticas (P)

Este indicador se refiere a la evolución en la inversión en el manejo integrado de los recursos del agua, a través del cual se refleja la respuesta de los actores y de los tomadores de decisiones para tomar acción en los problemas de los recursos hídricos.

La formula del indicador es:

$$\Delta = \frac{G_2 - G_1}{G_1}(100) \quad (4)$$

Donde: Δ = *Porcentaje de Cambio*
 G_1 = *Inversión monetaria en la cuenca en el período anterior*
 G_2 = *Inversión monetaria en la cuenca en el período actual*

La inversión durante el período estudiado fue mucho mayor al **+20%**; por lo que de acuerdo con la tabla de la escala del indicador se puede concluir que la evolución de la inversión tuvo un puntaje de **1.00**, lo que significa que fue excelente.

B. Subcuenca de Alhajuela

1. Presión

a) Hidrología - Cantidad de Agua (H1)

La disponibilidad del agua en el período estudiado (2001-2005 = 2299 MMC) fue un **5% mayor** que el promedio histórico (1937-2005 = 2181 MMC). La puntuación, para un rango entre 0% y 10%, corresponde a **0.75**.

b) Hidrología - Calidad de Agua (H2)

Al igual que en la subcuenca de Gatún, sólo se cuenta con tres años de registros (2003-2005), por lo que éste subindicador se calculó estimando los datos faltantes, tanto para completar el período de cinco años de estudio, como para los diez años de largo plazo (1991-2000) siguiendo los mismos criterios que en la subcuenca de Gatún. Se obtuvo como resultado, para este subindicador, un **0%**; correspondiéndole un puntaje de **0.5** de acuerdo a las tablas.

c) Ambiente (E)

Se utilizó el mismo procedimiento anteriormente descrito para la subcuenca de Gatún. En base a ello, el valor obtenido del indicador de presión EPI para la subcuenca de Alhajuela fue de **-32.55%**, correspondiente a un puntaje de **1.00**. Tomando en cuenta que los valores positivos indican gran presión, podemos asumir que en esta subcuenca la presión sobre la cobertura natural es muy baja o inexistente dado el valor negativo obtenido.

d) Vida (L)

Siguiendo los mismos criterios utilizados para calcular este subíndice, en la subcuenca del Lago Alhajuela, el valor obtenido fue de **0.09%**, lo que lo ubica en un rango entre 0% y 10%, alcanzando una puntuación de **0.75**.

e) Políticas (P)

A través del mismo procedimiento utilizado, para la subcuenca de Gatún, se pudo determinar que el porcentaje de cambio en el período estudiado fue de **8.20%**; por lo que de acuerdo con la tabla de la escala del indicador el puntaje es **0.75**, lo que significa que ha habido un buen avance.

2. Estado

a) Hidrología - Cantidad de Agua (H1)

El promedio histórico (1937-2005) de la escorrentía neta (2,299 MMC) entre la población existente de la subcuenca (7,792 habitantes) resulta en un total **295,046 m³** de agua disponible por habitante lo que corresponde a una puntuación de **1.00** ($W_a > 6800 \text{ m}^3$ por persona por año). Nuevamente, se asume que la población que habita en esa área es la que consume el recurso disponible, es decir, los habitantes de las provincias de Panamá (3,921) y Colón (3,821) dentro de la subcuenca de Alhajuela.

b) Hidrología - Calidad de Agua (H2)

Para calcular este subindicador, se utilizó el valor correspondiente al límite de detección del método como estimado, del mismo modo que en la subcuenca de Gatún. Para este, se obtuvo un valor estimado de DBO₅ promedio en el período de largo plazo (1991-2000) de **2 mg/l**, correspondiéndole una puntuación de **0.75**.

c) Ambiente (E)

Se empleó el mismo procedimiento descrito para la subcuenca de Gatún. El valor calculado para el indicador de estado (Av) para esta subcuenca fue de **89.89%**, con un puntaje de **1.00**. La subcuenca presenta una excelente cobertura natural remanente que cubre cerca del 90% de su territorio. Tomando en cuenta que el 94.38% de la subcuenca de Alhajuela está dentro de un área protegida (Parque Nacional Chagres), es importante resaltar el papel que juegan las mismas en la conservación de la vegetación natural y sus valores relacionados.

d) Vida (L)

Para el período anterior, el IDH ponderado de la población de la subcuenca de Alhajuela, arroja un valor de **0.725**, alcanzando una puntuación de **0.50**.

e) Políticas (P)

Como se ha expuesto en las limitaciones del Índice de Sostenibilidad de la Cuenca, la información para las diferentes subcuencas es de carácter global; por lo que el valor asignado a este componente es igual para todas las subcuencas. Al igual que en la subcuenca del Gatún; el valor que resulta de la ecuación es **0.91**; lo que significa que la capacidad legal e institucional en el manejo de los recursos del agua es **buena**; muy cercana a excelente.

3. Respuesta

a) Hidrología - Cantidad de Agua (H1)

El eficiente manejo del recurso hídrico en la subcuenca, en el período de estudio, puede calificarse como **bueno** (puntuación de **0.75**). La cantidad de agua derramada (196 MMC) desde el vertedero de Madden, con respecto al promedio histórico (454 MMC), es mucho menor. Se aplica, igualmente, la justificación dada para la subcuenca de Gatún.

b) Hidrología - Calidad de Agua (H2)

Al igual que en la subcuenca de Gatún, durante el período de estudio se ha dado la gobernabilidad y se llevan adelante proyectos como, por ejemplo, el de Producción Más Limpia que contribuirán a alcanzar los resultados esperados, en términos de costos-efectividad, de las medidas que contengan los PAMA pero que aún están en sus inicios. Por lo anterior, consideramos una evolución **pobre** en este tema, correspondiéndole una puntuación de **0.25**.

c) Ambiente (E)

Basados en el método empleado para la subcuenca de Gatún, se encontró que para la subcuenca de Alhajuela el valor del indicador respuesta fue de **11.04%**, correspondiente a un puntaje de **0.75**. Los valores hacen referencia a una gestión buena que está relacionada principalmente con las BPM (cumplimiento de la Ley 21 y presencia de Comités de Cuenca), debido a que las áreas protegidas se mantuvieron sin cambio para el período.

d) Vida (L)

La variación del IDH en el período estudiado alcanzó un valor de **-0.55%**, correspondiente a un rango de -10% a 0%, y una puntuación de **0.25**. El indicador WSI - Vida de la subcuenca de Alhajuela para el período estudiado es de 0.50 (producto de la sumatoria de los puntajes de los tres indicadores: Presión 0.75, Estado 0.50, y Respuesta 0.25).

e) Políticas (P)

La información relacionada con la inversión en el manejo de los recursos del agua, es de carácter global para toda la CHCP; por lo que, como en la subcuenca de Gatún, la evolución en la inversión monetaria en el período fue mayor al +20%, lo que significa que fue excelente y un puntaje correspondiente a 1.00.

C. Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá

Los resultados obtenidos de los indicadores de Presión, Estado, y Respuesta, en las subcuencas de Alhajuela y Gatún, utilizando los parámetros de Hidrología (Cantidad y Calidad de Agua), Ambiente, Vida y Políticas, se encuentran detallados en el Apéndice 6. El WSI para la CHCP corresponde a un valor de 0.71:

$$WSI(CHCP) = \frac{WSI \text{ de Gatún} + WSI \text{ de Alhajuela}}{2} = \frac{0.68 + 0.74}{2} = 0.71$$

Esta ecuación asume que el WSI de ambas subcuencas tiene una ponderación de similar proporción, es decir, 50% cada una. Si equilibramos cada WSI, individualmente, de acuerdo al área que cada subcuenca ocupa, en la CHCP, entonces el WSI de la CHCP sería igual a 0.70:

$$WSI(\text{Ponderado por áreas de la CHCP}) = \frac{WSI_{Gatún} (Área_{Gatún}) + WSI_{Alhajuela} (Área_{Alhajuela})}{A_{Total}}$$
$$WSI(\text{Ponderado por áreas de la CHCP}) = \frac{0.68(231,412) + 0.74(98,401)}{329,813} = 0.70$$

Si relacionamos este resultado con el WSI aplicado a otras cuencas (información suministrada por el consultor Henrique Chaves), es decir, Verdadeiro en Brasil con 0.65, Tacuarembó en Uruguay con 0.62, y Chaguana en Ecuador con 0.58, podemos deducir que la CHCP está en buenas condiciones.

V. Conclusiones y recomendaciones

A. Generales

1. La subcuenca del lago Miraflores es muy pequeña (no tiene datos independientes), se relaciona mucho con la del lago Gatún, y sólo cuenta con un poblado completo dentro de ella (Pedro Miguel) y parte de Arraiján. Esto significa que si se desea incluir en el cálculo del WSI, se deben dedicar esfuerzos y recursos financieros para lograr datos confiables para los próximos años. Por lo tanto, al corto plazo, se sugiere dividir la CHCP en sólo dos subcuencas: lago Alhajuela y lago Gatún. En esta última se incluiría la subcuenca del lago Miraflores.
2. Es importante realizar los ajustes pertinentes en algunos parámetros del WSI a fin de que el mismo refleje la realidad muy particular de la CHCP, es decir, la población existente en las subcuencas y si ésta es realmente la que hace uso de sus recursos, la utilización del ICA en vez de la DBO5, la falta de datos en algunos parámetros, etc. Si la modificación de las variables conlleva a establecer un índice “modificado” del WSI entonces será necesario proponer un nuevo índice, por ejemplo, Índice Ambiental del Canal (IAC); que requerirá un análisis más detallado de los indicadores y de la relación causa – efecto entre ellos para asegurarnos que existe una conectividad entre la Presión, el Estado, y la Respuesta. Adicionalmente, se deberán crear los mecanismos necesarios para que se mantengan las estadísticas y registros necesarios.
3. La aplicación del WSI, como un índice para toda la CHCP, implica la ejecución de convenios con otras instituciones (ANAM, Contraloría General de la República, etc.) y organizaciones no gubernamentales (PNUD por ejemplo) para el monitoreo y suministro de la información pertinente que actualmente es generada por dichas instituciones. Esto es un prerrequisito si se desea la aplicación formal del WSI en un futuro próximo.

B. Especificas

1. Hidrología - Cantidad de Agua

- a. Los resultados de disponibilidad de agua (indicador de estado), en el período estudiado (2001-2005), muestran una disminución del recurso en comparación con el promedio histórico (1917-2005). Este parámetro depende, exclusivamente, de elementos externos (clima) que, de ninguna manera, pueden ser mitigados por la acción de la ACP u otras instituciones. Lo anterior se traduce en que cualquier “respuesta” no influye directamente en la “presión”, por lo tanto, se sugiere evaluar otro indicador más representativo.
- b. De acuerdo a los supuestos asumidos, por el consultor, para el cálculo de la disponibilidad de agua en cantidad (indicador de estado), la población correspondiente a cada subcuenca es la existente dentro del área que la delimita, sin embargo, en nuestro caso en particular, los usuarios son principalmente los pobladores de las ciudades de Panamá y Colón (agua potable), la República de Panamá y países vecinos de Centroamérica (hidrogeneración de energía eléctrica), y el mundo entero (comercio marítimo internacional). Se debe reevaluar este supuesto para que refleje realmente la situación de la CHCP.
- c. La respuesta en el manejo del recurso hídrico (mayor eficiencia) depende, en gran parte, en la gestión de la ACP, sin embargo, la presión es un elemento natural externo. Nuevamente, se recomienda modificar el indicador de presión para que esté realmente relacionado con los indicadores de estado y respuesta.

2. Hidrología - Calidad de Agua

- a. Los objetivos de la estrategia para el desarrollo sostenible, llevados adelante por la ANAM, plantean el fortalecimiento de la capacidad de rectoría, regulación, control ambiental y estrecha colaboración con otras agencias del Estado. A través de diversos mecanismos se pretende lograr el cumplimiento con los valores o límites máximos permisibles, no obstante, la aplicabilidad de éstos

así como los cronogramas de cumplimiento, se encuentran en una etapa incipiente. Por ello, el indicador de respuesta considerado, depende en gran medida del accionar de otras instituciones con competencia, responsables de garantizar el cumplimiento de la normativa aplicable, así como de una estrecha colaboración entre estas y oficinas de la ACP, como Políticas y Programas Ambientales y la CICH, escapándose de la injerencia exclusiva de la ACP.

- b. El subindicador DBO₅ (Hidrología – Calidad de Agua) no varió a lo largo del período de estudio en ambas subcuencas, no obstante, se debe considerar también que la gran mayoría de los datos corresponden a estimaciones. Se recomienda considerar, como alternativa, el Índice de Calidad de Agua (ICA) como parámetro para futuros cálculos del WSI.

3. Vida

- a. Se debe realizar un esfuerzo para calcular el IDH aplicado a la región de la CHCP, para el año 2000, tomando como base los censos de población y vivienda. Constatar la diferencia del IDH que hemos calculado (con las cifras publicadas por PNUD a nivel provincial) con el IDH adecuado para la CHCP (por realizar) para tener una idea del sesgo que introducimos al utilizar las cifras provinciales. El objetivo es garantizar que los cálculos de WSI, en concreto el subíndice de Vida, guarden correspondencia con la realidad socioambiental de las subcuencas que integran la CHCP. Una vez se tenga el IDH para la CHCP, para el año 2000, proyectar el mismo para el año 2007, verificando previamente la disponibilidad de los datos de los indicadores con que contamos. Adicionalmente, hacer un listado de las necesidades de información y sus fuentes, para construir este índice cada cinco años, o sea a la mitad del período intercensal.
- b. Es necesario establecer una coordinación estrecha, con la Contraloría General de la República, a fin de lograr que esta instancia incluya en su quehacer institucional esta nueva tarea para desarrollarla dentro del convenio interinstitucional ACP - Contraloría.

4. Ambiente

- a. El protocolo del indicador ambiente fue ajustado para adaptarlo a la situación real, de la CHCP, debido a que tal como estaba planteado podría generar datos sesgados y brindar información equivocada.
- b. En general, se puede decir que la situación ambiental de las subcuencas es de buena a excelente; mostrando la mejor condición para la subcuenca de Alhajuela.
- c. La presión que ejercen las actividades antropogénicas sobre la vegetación natural es más evidente en la subcuenca de Gatún debido, principalmente, al incremento de las áreas pobladas. Para la subcuenca de Alhajuela se puede decir que la presión es mínima o inexistente.

5. Políticas

- a. El indicador de políticas, para las diferentes subcuencas, ha dado como resultado cifras positivas que reflejan que durante el período bajo estudio se han dado grandes avances hacia un manejo integrado de la CHCP. No obstante, se debe tener en cuenta que las limitantes encontradas han podido afectar el nivel de confiabilidad en los resultados.
- b. Se debe realizar el cálculo del parámetro de estado, denominado capacidad institucional del manejo integrado de los recursos hídricos, a través de un taller o de un grupo de expertos. Al ser un parámetro, de carácter cualitativo, la construcción de este - a través de un sólo especialista - incrementa su nivel de subjetividad.
- c. Aún con los esfuerzos de realizar una metodología, que incluya todos los ángulos de la capacidad institucional, no se toma en cuenta el desarrollo del recurso humano. Se recomienda que, en el siguiente cálculo, se incluya una variable que mida la capacidad del recurso humano que lleve a cabo las actividades relacionadas con la capacidad institucional.

Apéndices

Apéndice 1 - Mapa de localización de las subcuencas

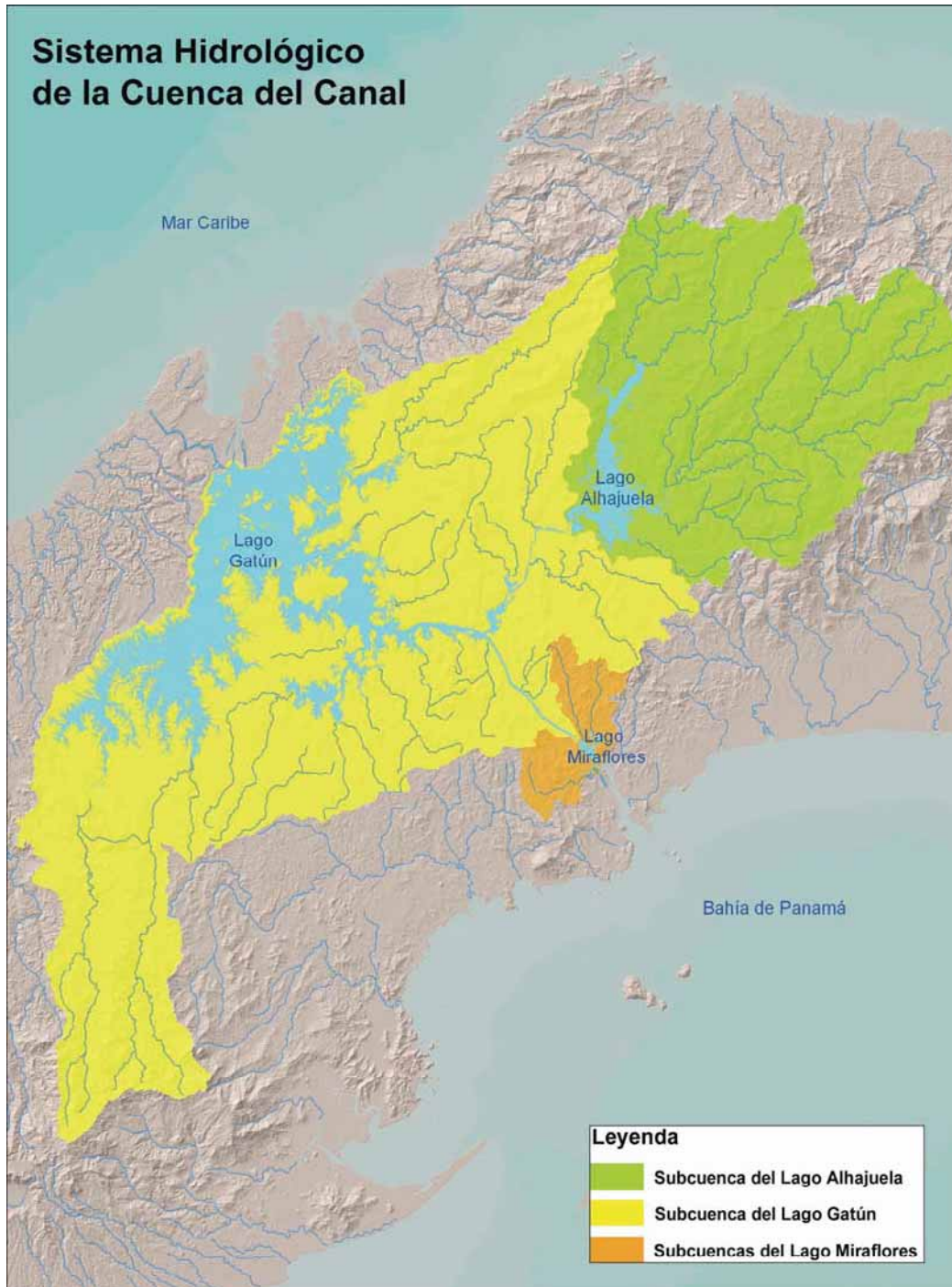


Figura 1: Mapa de localización de las subcuencas de los lagos Alhajuela, Gatún y Miraflores, Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

Apéndice 2 - Indicador de Hidrología

Indicador de Cantidad de Agua (H1)

Subcuenca de Gatún

Presión: Utiliza el parámetro de variación de la disponibilidad de agua por persona, en el período estudiado (2001-2005), en relación con el registro de agua disponible a largo plazo o histórico (1917-2005), es decir:

$$\Delta_1 = \frac{Q_{2001-2005} - Q_{1917-2005}}{Q_{1917-2005}} (100)$$

El resultado se compara con la tabla de nivel y se obtiene la puntuación.

Indicador	Parámetro	Nivel	Puntuación
Hidrología (Cantidad de Agua)	Δ_1 : Variación de la disponibilidad de agua per cápita en el período (m ³ /persona/año).	$\Delta_1 < -20\%$	0.00
		$-20\% < \Delta_1 < -10\%$	0.25
		$-10\% < \Delta_1 < 0\%$	0.50
		$0\% < \Delta_1 < +10\%$	0.75
		$\Delta_1 > +10\%$	1.00

Escorrentía Neta	
Período (2001-2005)	En millones de metros cúbicos (MMC)
Promedio	2394
Máximo	3137
Mínimo	1768
Período (1996-2005)	
Promedio	2534
Máximo	3451
Mínimo	845
Período (1986-2005)	
Promedio	2379
Máximo	3451
Mínimo	845
Período (1917-2005)	
Promedio	2743
Máximo	4883
Mínimo	845

En este caso, la disponibilidad de agua en el período estudiado (promedio de 2394 millones de metros cúbicos – MMC) es un **12.7% menor** que el registro histórico (promedio de 2743 MMC) La puntuación, para un rango entre -20% y -10%, corresponde a **0.25**.

Estado: La disponibilidad de agua (W_a) corresponde a la división entre el promedio histórico del agua disponible o esorrentía neta y la población existente de la subcuenca.

$$W_a = \frac{Q_{1917-2005}}{\text{Población de Cuenca}} = \frac{2743 \times 10^6}{146,362} = 18,741 \text{ m}^3 / \text{habitante}$$

Se asume que la población que habita en esa área es la que consume el recurso disponible, es decir, los habitantes de las provincias de Panamá (107,826) y Colón (38,536) dentro de la subcuenca de Gatún. El cálculo resulta en **18,741 m³** por habitante que tiene una puntuación de **1.00**.

Indicador	Parámetro	Nivel	Puntuación
Hidrología (Cantidad de Agua)	Wa: Disponibilidad per cápita de agua en la cuenca-Superficial y Subterránea- (m ³ /persona/año).	$W_a < 1700$	0.00
		$1700 < W_a < 3400$	0.25
		$3400 < W_a < 5100$	0.50
		$5100 < W_a < 6800$	0.75
		$W_a > 6800$	1.00

Respuesta: La evolución o mejoras en el manejo del recurso hídrico en la subcuenca en el período ha sido **bueno** si la comparamos, por ejemplo, con la cantidad de agua derramada (486 MMC) desde el vertedero de Gatún con respecto al promedio histórico (1494 MMC). Esto significa, aunque no es regla general, que debido a la eficiente administración y una esorrentía neta un 13% menor con respecto al promedio histórico, fue posible optimizar el uso del agua para consumo humano, navegación y generación hidroeléctrica evitando su vertido al mar a excepción de los casos donde fue absolutamente necesario debido a posibles inundaciones o daños a las infraestructuras del Canal y poblaciones aledañas. El puntaje correspondiente a un nivel o valor de bueno es **0.75**.

Derrames o Vertidos	
Período (2001-2005)	En millones de metros cúbicos (MMC)
Promedio	486
Máximo	898
Mínimo	8
Período (1996-2005)	
Promedio	634
Máximo	1761
Mínimo	0
Período (1986-2005)	
Promedio	490
Máximo	1761
Mínimo	0
Período (1917-2005)	
Promedio	1494
Máximo	6734
Mínimo	0

Indicador	Parámetro	Nivel	Puntuación
Hidrología (Cantidad de Agua)	Evolución en la eficiencia de uso de agua en la cuenca en el período	Muy pobre	0.00
		Pobre	0.25
		Regular	0.50
		Buena	0.75
		Excelente	1.00

Subcuenca de Alhajuela

Presión: La disponibilidad del agua en el período estudiado (2001-2005) fue un **5% mayor** que el promedio histórico (1937-2005). La puntuación, para un rango entre -10% y 0%, corresponde a **0.75**.

$$\Delta_1 = \frac{Q_{2001-2005} - Q_{1937-2005}}{Q_{1937-2005}} (100) = \frac{2181 - 2299}{2299} = -5.1\%$$

Escorrentía Neta	
Período (2001-2005)	En millones de metros cúbicos (MMC)
Promedio	2181
Máximo	2652
Mínimo	1933
Período (1996-2005)	
Promedio	2318
Máximo	3354
Mínimo	1231
Período (1986-2005)	
Promedio	2370
Máximo	3354
Mínimo	1231
Período (1937-2005)	
Promedio	2299
Máximo	3648
Mínimo	1231

Estado: El promedio histórico (1937-2005) de la escorrentía neta (2,299 MMC) entre la población existente de la subcuenca (7,792 habitantes) resulta en un total **295,046 m³** de agua disponible por habitante lo que corresponde a una puntuación de **1.00** ($W_a > 6800 \text{ m}^3$ por persona por año). Nuevamente, se asume que la población que habita en esa área es la que consume el recurso disponible, es decir, los habitantes de las provincias de Panamá (3,921) y Colón (3,821) dentro de la subcuenca de Alhajuela.

Respuesta: El eficiente manejo del recurso hídrico en la subcuenca, en el período de estudio, puede calificarse como **bueno** (puntuación de **0.75**). La cantidad de agua derramada (196 MMC) desde el vertedero de Madden, con respecto al promedio histórico (454 MMC), es mucho menor. Se aplica, igualmente, la justificación dada para la subcuenca de Gatún.

Derrames o Vertidos	
Período (2001-2005)	En millones de metros cúbicos (MMC)
Promedio	196
Máximo	408
Mínimo	0
Período (1996-2005)	
Promedio	326
Máximo	1054
Mínimo	0
Período (1986-2005)	
Promedio	219
Máximo	1054
Mínimo	0
Período (1937-2005)	
Promedio	454
Máximo	2330
Mínimo	0

Indicador de Calidad de Agua (H2)

El parámetro utilizado como indicador para calidad de agua fue la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Los registros utilizados para el período de análisis (5 años) corresponden al promedio de todas las estaciones (período 2003-2005) para cada una de las cuencas. En cuanto al período de largo plazo (10 años), se utilizó como valor de referencia, el valor correspondiente al año 2003. Esto, debido a que la Unidad de Calidad de Agua no cuenta con registros históricos para estos períodos. Con esta información se calcularon los indicadores de calidad de agua para Presión (variación en la cuenca el período estudiado relativo período de largo plazo) y Estado (promedio de largo plazo en la cuenca).

El indicador de respuesta (acciones que se han estado realizando en las cuencas en materia de tratamiento y disposición de aguas servidas en los últimos 5 años, relativo al período de largo plazo) se estimó sobre la base de una revisión de la normativa y cumplimiento de la misma en cada una de las cuencas, por parte de las instituciones competentes en esta materia.

Indicador	Parámetro	Nivel	Puntuación
Hidrología (Calidad de Agua)	Presión: Δ_2 – Variación del DBO ₅ de la cuenca en el período.	$\Delta_2 > 20\%$	0.00
		$20\% > \Delta_2 > 10\%$	0.25
		$10\% > \Delta_2 > 0$	0.50
		$0 > \Delta_2 > -10\%$	0.75
		$\Delta_2 < -10\%$	1.00
	Estado: DBO ₅ – Promedio de la DBO ₅ de la cuenca (largo plazo), en mg/l.	$DBO_5 > 10$	0.00
		$10 < DBO_5 < 5$	0.25
		$5 < DBO_5 < 3$	0.50
		$3 < DBO_5 < 1$	0.75
		$DBO_5 < 1$	1.00
	Respuesta: Evolución en el tratamiento y disposición de aguas residuales en la cuenca en el período.	Muy Pobre	0.00
		Pobre	0.25
		Regular	0.50
		Buena	0.75
		Excelente	1.00

Cuenca	Presión		Estado		Resultado	
	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje
Gatún	0.0	0.50	2	0.75	Pobre	0.25
Alhajuela	0.0	0.50	2	0.75	Pobre	0.25

Apéndice 3 - Indicador de Ambiente

Por: Unidad de Sensores Remotos

Fecha: 13 de febrero de 2007

Subcuencas: Alhajuela, Gatún y Miraflores

Período: 1998 – 2006 para los parámetros presión y respuesta; año 2003 para el parámetro estado.

Restricciones: Para el desarrollo de este indicador se utilizó información de usos del suelo de los períodos 1998 y 2006, de fuentes diversas las cuales presentaban categorías diferentes. Esta situación hizo necesario la realización de compilaciones y ajustes con la finalidad de poder comparar ambos períodos. Muchos de los ajustes fueron ejecutados mediante criterio de experto con cierto nivel de subjetividad, lo que puede implicar algunos niveles de incertidumbre en los resultados. Para próximas versiones, es necesario adquirir imágenes satelitales que permitan realizar comparaciones precisas.

Parámetro de Presión

Describe la presión ejercida sobre el ambiente por las actividades humanas.

Los indicadores de presión se clasifican en dos grupos, el primero de ellos representa las presiones directas sobre el ambiente, ocasionadas por las actividades humanas. Por otro lado, se tienen las actividades humanas en sí mismas, es decir las condiciones de las actividades productivas o actividades que generan la problemática. Esta segunda clase de indicadores de presión es tomada en cuenta debido a que, por una parte, proporciona elementos para pronosticar la evolución de la problemática y por la otra, ayuda a definir las acciones y/o políticas en materia ambiental que deberán aplicarse para estos sectores causantes de la problemática.

Este parámetro está definido por el Índice de Presión Ambiental (**EPI**) de la subcuenca en el período 1998 - 2006. El EPI se calcula con la siguiente fórmula:

$$EPI = \frac{\% \text{ var. Áreas Agropecuarias} + \% \text{ var. Áreas Pobladas}}{2}$$

En la fórmula original se consideraban únicamente las áreas agrícolas, sin embargo, para la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CHCP) una de las actividades humanas que ejerce gran presión sobre el ambiente es la actividad pecuaria, sobresaliendo la ganadería extensiva tradicional, por lo cual se incorpora al desarrollo de este indicador. En el caso de las áreas pobladas, para la CHCP se utilizó la superficie total de las áreas pobladas, no únicamente las áreas urbanas como especifica la fórmula original, por considerarse que en su conjunto tanto las áreas pobladas urbanas y rurales ejercen presión sobre el ambiente, aunque se conoce que la presión que ejercen las áreas rurales sobre el ambiente puede ser menor si es comparada con las áreas urbanas.

El valor que resulta en esta ecuación lo ubicamos en la tabla y se obtiene mediante el puntaje correspondiente.

Tabla 1: Rangos y valores para el cálculo del Índice de Presión Ambiental (EPI)

Nivel	Puntuación
EPI >20 %	0.00
20 % >EPI> 10 %	0.25
10 % >EPI> 5 %	0.50
5 % >EPI> 0 %	0.75
EPI < 0 %	1.00

Desarrollo

Para calcular el EPI se utilizaron mapas de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo para los años 1998 y 2006. Mediante análisis SIG, utilizando el ArcGis – Arc Map 9.1, se realizaron las comparaciones entre los dos mapas y se obtuvo el cambio para el período de 8 años.

Tabla 2: Superficies ocupadas por las áreas agropecuarias y las áreas pobladas en las subcuencas en los años 1998 y 2006.

Subcuencas	Área total (ha)	Área agropecuaria 1998 (ha)	Área agropecuaria 2006 (ha)	Área poblada 1998 (ha)	Área poblada 2006 (ha)
Alhajuela	98,400.70	8,007.16	1,456.59	335.20	391.23
Gatún	231,411.96	82,499.01	66,477.85	3,637.60	4,453.33
Miraflores	9,841.33	20.45	24.40	267.75	542.49

a) Cálculos

$$EPI_{Alhajuela} = \frac{\frac{1,456.59 - 8,007.16}{8,007.16}(100) + \frac{391.23 - 335.20}{335.20}(100)}{2} = -32.55 \%$$

$$EPI_{Gatún} = \frac{\frac{66,477.85 - 82,499.01}{82,499.01}(100) + \frac{4,453.33 - 3,637.60}{3,637.60}(100)}{2} = 1.50 \%$$

$$EPI_{Miraflores} = \frac{\frac{24.40 - 20.45}{20.45}(100) + \frac{542.49 - 267.75}{267.75}(100)}{2} = 60.96 \%$$

b) Resultado

Tabla 3: Índice de presión ambiental para las subcuencas.

Subcuenca	EPI (%)	Nivel	Puntaje
Alhajuela	-32.55	EPI < 0 %	1.00
Gatún	1.50	5 % >EPI> 0 %	0.75
Miraflores	60.96	EPI >20 %	0.00

c) Análisis

Los valores del EPI pueden ser positivos, negativos o cero, los valores positivos indican gran presión sobre la vegetación remanente en la subcuenca. En este sentido, se podría decir que para la subcuenca de Alhajuela existe muy poca presión. Este resultado está muy ligado al hecho de que aproximadamente el 94% de la subcuenca es área protegida. En esta subcuenca se observó que las áreas dedicadas a las actividades agropecuarias disminuyeron en cerca de 6,500 ha. En el

caso de la subcuenca del Gatún, se observa un bajo nivel de presión sobre la vegetación, al igual que en Alhajuela, las áreas agropecuarias disminuyeron para este período. Miraflores presenta una situación un poco diferente a las anteriores, donde se encontró un alto nivel de presión, el cual está relacionado con un incremento de cerca de 102% de las áreas pobladas, la actividad agropecuaria aumentó levemente.

Parámetro de Estado

Se refieren a la calidad del ambiente, así como a la cantidad y estado de los recursos naturales existentes dentro de la subcuenca. Dicho parámetro constituye generalmente el objeto de políticas de protección ambiental. En este tipo de parámetros, se incluyen los efectos a la salud de la población y a los ecosistemas causados precisamente por el deterioro de la calidad ambiental.

Este parámetro hace referencia al porcentaje de vegetación natural remanente en la subcuenca (**Av**). El porcentaje de cobertura vegetal natural es correlacionado con la integridad y biodiversidad en aspecto de flora y fauna de la cuenca. Para la CHCP se tomaron como vegetación natural los bosques naturales, los rastrojos y matorrales.

$$Av = \frac{\text{Superficie de vegetación natural existente en la subcuenca}}{\text{Superficie total de la subcuenca}} (100)$$

Tabla 4: Rangos y valores correspondientes al parámetro de estado.

Nivel	Puntuación
Av < 5	0.00
5 < Av < 10	0.25
10 < Av < 25	0.50
25 < Av < 40	0.75
Av > 40	1.00

Desarrollo

Para obtener el porcentaje de las subcuencas con vegetación natural se utilizó la cobertura vegetal para el año 2003. Mediante análisis SIG se calculó la superficie ocupada por la vegetación natural para cada subcuenca.

Tabla 5: Vegetación natural remanente en el año 2006 en las subcuencas

Subcuencas	Área total (ha)	Área con vegetación natural
		2006 (ha)
Alhajuela	98,400.70	88,453.67
Gatún	231,411.96	114,120.51
Miraflores	9,841.33	7,534.70

a) Cálculos

$$Av_{Alhajuela} = \frac{88,453.67}{98,400.70}(100) = 89.89 \%$$

$$Av_{Gatún} = \frac{114,120.51}{231,411.96}(100) = 49.31 \%$$

$$Av_{Miraflores} = \frac{7,534.70}{9,841.33}(100) = 76.56 \%$$

b) Resultado

Tabla 6: Porcentaje de vegetación natural remanente y su calificación.

Subcuenca	Av (%)	Nivel	Puntaje
Alhajuela	89.89	Av > 40	1.00
Gatún	49.31	Av > 40	1.00
Miraflores	76.56	Av > 40	1.00

c) Análisis

El valor del Av hace referencia a la vegetación natural en las subcuencas. Este indicador está altamente correlacionado con la biodiversidad de la flora y la fauna, por tanto da cuentas de la integridad de la subcuenca. Para las tres subcuencas los valores de este indicador reflejan un buen estado de la vegetación natural, tal como

se muestra en la tabla 6, siendo la subcuenca de Alhajuela la que presenta mejor grado de conservación de la vegetación remanente. En el caso de Miraflores, el grado de conservación de la vegetación natural, responde grandemente a la presencia del Parque Nacional Comino de Cruces, el cual ocupa cerca del 41 % de su superficie. El valor para la subcuenca del Gatún es el más bajo de las tres, sin embargo, representa casi el 50 % de su superficie. En general se puede decir que el nivel de conservación de la vegetación natural para las tres subcuencas varía de bueno a excelente.

Parámetro de Respuesta

Presentan los esfuerzos realizados por la sociedad o por una institución dada para reducir o mitigar la degradación del ambiente; estos indicadores son de los más rezagados en su desarrollo, debido a la complejidad de medir cuantitativamente cómo una acción de respuesta puede incidir en la resolución de los problemas.

Las acciones de respuesta son dirigidas hacia dos objetivos: primeramente, hacia los agentes de “presión”, y por otro lado, hacia las variables de estado.

Este parámetro mide la evolución de la conservación en las áreas de la Cuenca en un período determinado, tomando en cuenta dos variables: área protegida (AP) y buenas prácticas de manejo (BPMs). Para obtener el valor del la BPMs se consideró el cumplimiento de la Ley 21 de 1997 que aprueba el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal; y la presencia de los Comités de Cuencas para el período 1998 - 2006.

Otra variable que habla de las buenas prácticas que se implementan en la Cuenca consiste en los proyectos ambientales que se desarrollan en la misma; sin embargo, en esta ocasión no se incorpora debido a que la base de datos disponible no está completa y podría generar sesgo en los datos que se presenten.

El parámetro de respuesta se calcula con la siguiente fórmula:

$$Nivel = \frac{\Delta AP(\%) + \Delta BPMs(\%)}{2}$$

Tabla 7: Rangos y valores correspondientes al parámetro de respuesta.

Nivel	Puntaje
$\Delta < -10 \%$	0.00
$-10\% < \Delta < 0\%$	0.25
$0\% < \Delta < 10\%$	0.50
$10\% < \Delta < 20\%$	0.75
$\Delta > 20 \%$	1.00

Desarrollo

Áreas Protegidas

Para medir la evolución en las áreas protegidas se utilizó el sistema de información geográfica (SIG), ArcGIS- ArcMap, versión 9.1. Las coberturas de referencia fueron: Sistema Nacional de Áreas Protegidas (1998 y 2006) y mapa de las subcuencas del lago Gatún, Alhajuela y Miraflores. Se realizó un análisis comparativo de las coberturas de áreas protegidas 1998 y 2006, para determinar el cambio en las áreas protegidas en cada una de las subcuencas en el período 1998 – 2006.

Como se puede observar en la tabla 7, durante el período de 1998-2006 las superficies de las áreas protegidas en cada una de las subcuencas no presentan cambios, dentro del área correspondiente a la Cuenca del Canal, pero cabe señalar que sí se ha registrado aumentos de áreas protegidas fuera de estos límites.

Tabla 8. Evolución de las áreas protegidas en las subcuencas.

Subcuenca	Área Total de la subcuenca (Ha)	Área Protegida (Ha)	%AP (1998)	%AP (2006)
Alhajuela	98,400.70	92,873.17	94.38	94.38
Gatún	231,411.96	35,692.96	15.42	15.42
Miraflores	9,841.33	4,080.77	41.47	41.47

Al no haber un aumento o disminución en las superficies de áreas protegidas en las tres subcuencas en este período de tiempo, el valor que le corresponde es 0. Este valor se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta AP(\%) = \frac{\%AP(2006) - \%AP(1998)}{\%AP(1998)}(100)$$

Buenas prácticas de manejo (BPMs)

Se consideran buenas prácticas de manejo a todas aquellas acciones o actividades realizadas por el hombre con el objetivo de poder hacer uso de los recursos naturales de una manera sostenible. Para el desarrollo de este parámetro, fueron consideradas como buenas prácticas de manejo, el cumplimiento de la ley 21 (uso propuesto del suelo) y la presencia o ausencia de Comités de Cuenca, en cada una de las subcuencas durante el período de 1998-2006. Cuando existen comités de cuenca se le asigna el valor del 25%, como una medida para evaluar la integración de la sociedad civil en pro de un manejo adecuado de la subcuenca, actuando como instancia de concertación y coordinación de las acciones de los sectores públicos y privados.

Se realizó un análisis de conflicto entre la cobertura de uso de suelo de 1998 y la cobertura de uso actual del suelo 2006. Se calculó el porcentaje de cambio en el uso del suelo, mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta BPMs(\%) = \frac{\% \text{ Cumplimiento Ley 21}(2006) - \% \text{ Cumplimiento Ley 21}(1998)}{\% \text{ Cumplimiento Ley 21}(1998)}(100) + 25$$

a) Cálculos

Subcuenca Alhajuela

$$\Delta AP(\%) = 0 \%$$

$$\Delta BPMs(\%) = \frac{\% \text{ Cumplimiento Ley 21}(2006) - \% \text{ Cumplimiento Ley 21}(1998)}{\% \text{ Cumplimiento Ley 21}(1998)}(100) + 25$$

$$\Delta BPMs(\%) = \frac{92.88 - 95.66}{95.66}(100) + 25 = 22.09 \%$$

$$Nivel = \frac{\Delta AP(\%) + \Delta BPMs(\%)}{2} = \frac{0 + 22.09}{2} = 11.04 \%$$

$$\text{Puntaje} = 10 \% < \Delta < 20 \% = 0.75$$

Subcuenca Gatún

$$\Delta AP(\%) = 0 \%$$

$$\Delta BPMs(\%) = \frac{\% \text{ Cumplimiento Ley 21(2006)} - \% \text{ Cumplimiento Ley 21(1998)}}{\% \text{ Cumplimiento Ley 21(1998)}} (100) + 25$$

$$\Delta BPMs(\%) = \frac{37.69 - 40.69}{40.69} (100) + 25 = 17.63 \%$$

$$\text{Nivel} = \frac{\Delta AP(\%) + \Delta BPMs(\%)}{2} = \frac{0 + 17.63}{2} = 8.81 \%$$

$$\text{Puntaje} = 0 \% < \Delta < 10 \% = 0.50$$

Subcuenca Miraflores

$$\Delta AP(\%) = 0 \%$$

$$\Delta BPMs(\%) = \frac{\% \text{ Cumplimiento Ley 21(2006)} - \% \text{ Cumplimiento Ley 21(1998)}}{\% \text{ Cumplimiento Ley 21(1998)}} (100) + 25$$

$$\Delta BPMs(\%) = \frac{73.15 - 76.00}{76.00} (100) + 25 = 21.25 \%$$

$$\text{Nivel} = \frac{\Delta AP(\%) + \Delta BPMs(\%)}{2} = \frac{0 + 21.25}{2} = 10.62 \%$$

$$\text{Puntaje} = 10 \% < \Delta < 20 \% = 0.75$$

b) Resultado

Tabla 9: Evolución de las áreas protegidas (AP) y las buenas prácticas de manejo (BPMs) para las subcuencas.

Subcuenca	Δ AP (%)	Δ BPMs (%)	Nivel	Puntuación
Alajuela	0	22.09	11.04%	0.75
Gatún	0	17.63	8.81%	0.50
Miraflores	0	21.25	10.62%	0.75

c) Análisis

La evolución de la conservación, medido a partir de las variables áreas protegidas y buenas prácticas de manejo es de media a buena, siendo buena para las subcuencas de Alajuela y Miraflores; y media para la subcuenca de Gatún. Debido a que las áreas protegidas se mantuvieron sin cambio en las tres subcuencas, la diferencia obtenida está enfocada hacia las BPMs, donde la implementación de la Ley tiene peso para la zonificación de áreas protegidas, tomando en cuenta que un gran porcentaje de las subcuencas de Alajuela y Miraflores pertenecen a esta categoría.

Tabla 10: Indicador ambiental para las subcuencas en el período 1998 – 2006.

Subcuenca	Presión	Estado	Respuesta	Promedio
Alajuela	1.00	1.00	0.75	0.92
Gatún	0.75	1.00	0.50	0.75
Miraflores	0.00	1.00	0.75	0.58

Conclusiones

- En general se puede decir que la situación ambiental de las tres subcuencas es de buena a excelente, mostrando la mejor condición para la subcuenca de Alhajuela, seguido por Gatún y Miraflores.
- La presión que ejercen las actividades antropogénicas es más evidente en la subcuenca de Miraflores, debido principalmente al incremento de las áreas pobladas, al igual que la subcuenca de Gatún; mientras que para la subcuenca de Alhajuela se puede decir que la presión es mínima o inexistente.
- Las tres subcuencas mantienen remanentes de vegetación natural en más del 50%, por lo cual se considera un buen estado de conservación, encontrándose que Alhajuela presenta la mejor condición. Debido a la alta correlación de este parámetro con la biodiversidad de flora y fauna, se puede decir que la integridad de las tres subcuencas es igualmente buena.
- La evolución de la conservación en las tres subcuencas, medida a partir de las áreas protegidas y las buenas prácticas se considera de buena a excelente.
- Las buenas prácticas de manejo, evaluadas a partir de la implementación de la Ley 21, son buenas, encontrándose un nivel de implementación de la ley de 40% - 95%; además de la existencia de comités de Cuenca en las tres subcuencas. Este indicador reafirma la importancia de las áreas protegidas en la conservación del ambiente en la CHCP.

Apéndice 4 - Indicador de Vida

Subcuenca de Gatún

Presión: Utiliza como parámetro, la variación del índice del ingreso per cápita en el período de estudio (2000-2002) para las provincias de Panamá y Colón. Para el cálculo del indicador se utilizó la información de población (número de habitantes) asentada la subcuenca de Gatún localizada en las provincias de Panamá y Colón. Como resultado del cálculo el valor para el indicador de presión corresponde a - **0.01%**. De acuerdo a la tabla de aplicación del WSI, este valor se ubica en el rango de -10% a 0%, que corresponde a una puntuación de **0.50**.

Indicador	Parámetro	Nivel	Puntuación
Vida	Variación del GDP per cápita en la cuenca en el período	$\Delta < -20\%$	0.00
		$-20\% < \Delta < -10\%$	0.25
		$-10\% < \Delta < 0\%$	0.50
		$0\% < \Delta < +10\%$	0.75
		$\Delta > +10\%$	1.00

Estado: El parámetro utilizado es el IDH ponderado por la población asentada en esta subcuenca para cada provincia (Panamá y Colón) en el período anterior. Del cálculo efectuado con los datos disponibles resultó un valor de **0.738**. De acuerdo a la tabla de puntaje corresponde a un valor de **0.50**; que se clasifica como un valor regular de calidad de vida para esta subcuenca.

Indicador	Parámetro	Nivel	Puntuación
Vida	IDH ponderado de cuenca en el período anterior	IDH < 0.5	0.00
		$0.5 < \text{IDH} < 0.6$	0.25
		$0.6 < \text{IDH} < 0.75$	0.50
		$0.75 < \text{IDH} < 0.9$	0.75
		IDH > 0.9	1.00

Respuesta: Para este subíndice se utiliza como parámetro la variación del IDH durante el período de estudio (2000-2002). El valor obtenido del indicador de respuesta para este subíndice fue - **0.72%** y está dentro del rango de -10% al 0%, cuya puntuación es de **0.25**.

Indicador	Parámetro	Nivel	Puntuación
Vida	Variación del IDH en la cuenca en el período (ponderado)	$\Delta < -10\%$	0.00
		$-10\% < \Delta < 0\%$	0.25
		$0\% < \Delta < 10\%$	0.50
		$10\% < \Delta < 20\%$	0.75
		$\Delta > 20\%$	1.00

Subcuenca de Alhajuela

Presión: En la subcuenca del Lago Alhajuela, el valor obtenido fue de **0.09%**, lo que lo ubica en un rango entre 0% y 10%, alcanzando una puntuación de **0.75**.

Estado: El IDH ponderado de la población, de la subcuenca de Alhajuela, arroja un valor de **0.725**, alcanzando una puntuación de **0.50**.

Respuesta: La variación del IDH en el período estudiado alcanzó un valor negativo de **0.55%**, correspondiente a un rango de 0% a 10%, y una puntuación de **0.25**.

Apéndice 5 - Indicador de Políticas

Propuesta para la construcción del indicador de Políticas del Índice de Sostenibilidad de la Cuenca Hidrográfica del canal de Panamá

1. Introducción

El 5 y 6 de diciembre de 2006 se llevó a cabo el taller sobre “La Sostenibilidad Hídrica e Indicadores Integrados de Cuencas Hidrográficas” en el Centro de Capacitación Ascanio Arosemena como parte del apoyo de la UNESCO a través del Programa Hidrológico Internacional (PHI) bajo la iniciativa Hydrology, Environment, Life and Policy (HELP). El evento fue organizado por la secretaria de la Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CICH) en coordinación con la División de Administración Ambiental (ESM) de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP)

El consultor internacional, Doctor Henrique Chaves, de la Escuela de Tecnología de la Universidad de Brazilia, se refirió al índice de sostenibilidad de cuencas (WSI por sus siglas en inglés) y su posible aplicación en la Cuenca del Canal de Panamá. El informe, presentado a continuación, corresponde a la meta dada por la gerencia de ESM el 6 de diciembre, es decir, conformar un grupo técnico dentro del Departamento de Ambiente y Seguridad (ES) y realizar una evaluación preliminar de la aplicación y cálculo del WSI.

La sección de política y programas ambientales (ESMP) de la División de Administración Ambiental, como parte del comité técnico para la revisión preliminar de la aplicación y cálculo del WSI, ha sido designada para desarrollar el indicador Políticas el cual comprende los siguientes parámetros:

Presión	Estado	Respuesta
Variación en el Índice de Desarrollo Humano sub-indicador de Educación.	Capacidad Institucional del manejo integrado de los recursos del agua.	Evolución en la inversión en el manejo integrado de los recursos del agua.

2. Los parámetros del Indicador de Políticas:

Para la construcción del indicador de Políticas del Índice de Sostenibilidad de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá se utilizarán hojas metodológicas y se tomarán en cuenta los principios básicos para la construcción de indicadores, los cuales se listan a continuación:

- La información debe ser fácilmente accesible.
- El indicador debe ser fácilmente entendible.
- La información debe estar sustentada por información confiable y científicamente defendible.
- El indicador debe demostrar conexiones entre los aspectos ambientales, sociales y económicos de la sostenibilidad.

2.1 Parámetro de Presión: Variación del Índice de Desarrollo Humano sub-indicador de Educación (Conocimiento)

2.1.1 Metodología

Este parámetro se refiere a la variación en el Índice de Desarrollo Humano de Panamá (IDHP) sub-indicador de Educación, en el período estudiado.

De acuerdo con la metodología implementada para la República de Panamá el sub – indicador de Educación, denominado conocimiento, está basado en los siguientes 4 indicadores, los cuales se combinan en un indicador no ponderado (todos tienen un peso similar):

- **Alfabetismo:** Se refiere a la adquisición de las capacidades básicas de leer y escribir, habilidad que puede ser obtenida por diferentes vías aparte de la educación formal (no depende sólo de los años de escolaridad) y nos señala el aumento del capital humano, además de ser un buen indicador de las condiciones de vida de la población.
- **Asistencia escolar:** Da cuenta de las oportunidades de acceder a la educación formal y a mayores niveles de conocimiento en los niveles primario, secundario y superior.
- **Años de escolaridad:** Se refiere a la acumulación de años de estudio en la población, lo cual señala el aprovechamiento de las oportunidades educativas y el aumento de la formación promedio.
- **Nivel educativo de los docentes:** Se incluye un indicador sobre los recursos humanos disponibles para el proceso educativo, en cada zona en estudio,

dando cuenta de la disparidad en la disposición de personal más calificado para favorecer la mejoría en la calidad de la educación.

En vista de que a través del Informe Nacional de Desarrollo Humano Panamá (INDHP), se calcula el índice de conocimiento, no es necesario que se calcule cada uno de los componentes del indicador; sino que por el contrario se tomen las cifras individuales del indicador de conocimiento (el cual incluye los indicadores antes mencionados) del área de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

A continuación se incluye la hoja metodológica del parámetro.

HOJA METODOLÓGICA	
Nombre del indicador	Variación en el Índice de Desarrollo Humano Sub-indicador de Educación (Índice de Conocimiento)
Descripción corta del indicador	Describe la variación entre dos períodos de las potencialidades de las personas para participar activa y conscientemente en el mejoramiento de su entorno familiar, comunitario y social; de convivir en armonía con otras personas; y de incrementar la propensión a una vida sana.
Relevancia o pertinencia del indicador	La educación puede ser relacionada con la habilidad y la voluntad de la población de involucrarse en el manejo de la cuenca.
Alcance	Mide la variación en el índice de conocimiento en las siguientes sub-cuencas: Gatún, Alhajuela y Miraflores.
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Solamente hay información a nivel distrital; lo que no corresponde a las mismas áreas de estudio que componen las diferentes sub-cuencas. • El informe se realiza sobre información proveniente del censo que se realiza cada 10 años; mientras la metodología solicita que se repita el ejercicio cada 5 años. La Contraloría General de la República podría hacer estimaciones para emitir cifras cada 5 años; sin embargo, se deben realizar las coordinaciones necesarias con esta entidad del estado para establecer esta necesidad. • La metodología propuesta en el IDHP, para calcular el indicador educativo es más exigente que la metodología propuesta para el informe mundial; por lo que se debe tener en cuenta a la hora de compararlo con otros índices similares.
Formula del Indicador	$\Delta = \frac{IC_2 - IC_1}{IC_1} (100)$
Definición de las variables que componen el indicador	<p>IC₁ = Índice de Conocimiento período anterior</p> <p>IC₂ = Índice de Conocimiento período bajo evaluación</p> <p>Δ = Porcentaje de Cambio</p>

Escala el indicador	Nivel	Puntaje
	$\Delta < -20\%$	0.00
$-20\% < \Delta < -10\%$	0.25	
$-10\% < \Delta < 0\%$	0.50	
$0 < \Delta < +10\%$	0.75	
$\Delta > +10\%$	1.00	
Fuente de los datos	Informe Nacional de Desarrollo Humano Panamá (versión disponible año 2002)	
Contacto para flujo de datos	Ing. Arturo C. Caicedo Ponce Analista de Estadísticas Ambientales Unidad de Estadísticas Ambientales Dirección de Estadística y Censo Contraloría General de la República Tel. 510-4777 ext. 4893 arturoc@contraloria.gob.pa	
Periodicidad de los datos	5 años	
Período de la serie tiempo actualmente disponible	Décadas 1990 - 2000	
Periodicidad de actualización de indicador	5 años	

2.1.2. Cálculo del parámetro de presión

Provincias / Distritos	IDH Educación	
	1990	2000
	PANAMÁ	0.732
Arraiján	0.699	0.768
Panamá	0.761	0.795
La Chorrera	0.699	0.77
Capira	0.536	0.634
COLÓN	0.696	0.746
Colón	0.724	0.766
Chagres	0.484	0.578
Portobelo	0.604	0.682

Fuente: INDH Panamá 2002.

- Sub-cuenca de Miraflores:

Los distritos que se encuentran en la sub-cuenca de Miraflores son: Arraiján y Panamá, por lo que se deben tomar en cuenta los datos de estos 2 distritos para calcular el Índice de Conocimiento de los dos períodos.

$$IC_{1(1990)} = \frac{Panamá + Arraiján}{2} = \frac{0.761 + 0.699}{2} = \frac{1.460}{2} = 0.730$$

$$IC_{2(2000)} = \frac{Panamá + Arraiján}{2} = \frac{0.795 + 0.768}{2} = \frac{1.563}{2} = 0.782$$

Para calcular la variación del índice de conocimiento se utiliza la siguiente formula:

$$\Delta = \frac{IC_2 - IC_1}{IC_1} (100)$$

$$\Delta = \frac{0.782 - 0.730}{0.730} (100) = \frac{0.052}{0.730} (100) = 7.12$$

De acuerdo con la escala del indicador el puntaje es de 0.75, lo que significa que ha habido un buen avance en el período estudiado.

- Sub-cuenca de Gatún:

Los distritos que se encuentran en la sub-cuenca de Gatún son: Arraiján, Panamá, La Chorrera, Capiro, Colón y Chagres; por lo que se deben tomar en cuenta los datos de estos 6 distritos para calcular el Índice de Conocimiento de los dos períodos.

$$IC_{1(1990)} = \frac{Panamá + Arraiján + La Chorrera + Capira + Colón + Chagres}{6}$$

$$IC_{1(1990)} = \frac{0.761 + 0.699 + 0.699 + 0.536 + 0.724 + 0.484}{6} = \frac{3.903}{6} = 0.6505$$

$$IC_{2(2000)} = \frac{Panamá + Arraiján + La Chorrera + Capira + Colón + Chagres}{6}$$

$$IC_{2(2000)} = \frac{0.795 + 0.768 + 0.770 + 0.634 + 0.766 + 0.578}{6} = \frac{4.311}{6} = 0.7185$$

Para calcular la variación del índice de conocimiento se utiliza la siguiente formula:

$$\Delta = \frac{IC_2 - IC_1}{IC_1}(100)$$

$$\Delta = \frac{0.7185 - 0.6505}{0.6505}(100) = \frac{0.068}{0.6505}(100) = 10.45$$

De acuerdo con la escala del indicador el puntaje es de 1.00, lo que significa que ha habido un avance excelente en el período estudiado.

- Sub-cuenca de Alhajuela:

Los distritos que se encuentran en la sub-cuenca de Alhajuela son: Portobelo y Panamá, por lo que se deben tomar en cuenta los datos de estos 2 distritos para calcular el Índice de Conocimiento de los dos períodos.

$$IC_{1(1990)} = \frac{Panamá + Portobelo}{2} = \frac{0.761 + 0.604}{2} = \frac{1.365}{2} = 0.6825$$

$$IC_{2(2000)} = \frac{Panamá + Portobelo}{2} = \frac{0.795 + 0.682}{2} = \frac{1.477}{2} = 0.7385$$

Para calcular la variación del índice de conocimiento se utiliza la siguiente formula:

$$\Delta = \frac{IC_2 - IC_1}{IC_1}(100)$$

$$\Delta = \frac{0.7385 - 0.6825}{0.6825}(100) = \frac{0.056}{0.6825}(100) = 8.20$$

De acuerdo con la escala del indicador el puntaje es de 0.75, lo que significa que ha habido un buen avance en el período estudiado.

2.2 Parámetro de Estado: Capacidad Institucional del manejo integrado de los recursos del agua

La capacidad legal e institucional en el manejo de los recursos del agua, es un tema que se puede interpretar de varias maneras; sin embargo, para el caso que nos ocupa se puede interpretar de forma simplista como la habilidad para desempeñar tareas relacionadas con los recursos del agua de una manera efectiva, eficiente y sostenible. Por tanto, este concepto se puede asociar con la idea de que a mayor capacidad, mayor posibilidad de avanzar hacia el desarrollo sostenible.

La literatura que sustenta el índice de sostenibilidad de la cuenca (Chaves H. y Alipaz S.), establece que este parámetro se relaciona con tres temas fundamentales: el marco legal, marco institucional y el manejo de la participación. Sin embargo, esta propuesta no determina a profundidad la forma en la que se debe interpretar la

información base del parámetro, por lo que para el caso panameño se propone analizar los temas que componen este parámetro en forma individual para que los datos con los que se construya este indicador sean más robustos.

2.2.1 Marco legal (L)⁴

Con el fin de establecer una metodología para medir la existencia de un marco legal adecuado, se ha determinado que es necesario realizar un análisis de la recopilación de las leyes que regulan el manejo integrado de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

Una vez realizada la recopilación legal se puede establecer el nivel del marco legal y atribuirle un puntaje de acuerdo a la metodología establecida:

Muy Pobre = 0.00

Pobre = 0.25

Media = 0.50

Buena = 0.75

Excelente =1.00

2.2.2 Marco institucional (I)⁵:

La existencia de un marco institucional adecuado en la CHCP, será establecido a través de los logros de la gestión realizada por la Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal (CICH) de Panamá.

Lo anterior obedece a que la CICH, tiene el propósito de coordinar las actividades de organismos gubernamentales y no gubernamentales con responsabilidad e intereses en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

Una vez realizado el análisis correspondiente se puede establecer el nivel del marco institucional y atribuirle un puntaje de acuerdo a la metodología establecida:

⁴ La información del marco legal es de carácter global para toda la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá; por lo que el puntaje atribuible a este componente será igual para las tres sub-cuencas.

⁵ La información del marco institucional es de carácter global para toda la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá; por lo que el puntaje atribuible a este componente será igual para las tres sub-cuencas.

Muy Pobre = 0.00

Pobre = 0.25

Media = 0.50

Buena = 0.75

Excelente = 1.00

2.2.3 Manejo de la participación (P)⁶:

El nivel manejo adecuado de la participación de la comunidad en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, será establecido a través de los esfuerzos realizados a través de la CICH, para involucrar a la comunidad

Una vez realizado el análisis correspondiente se puede establecer el nivel del manejo de la participación y atribuirle un puntaje de acuerdo a la metodología establecida:

Muy Pobre = 0.00

Pobre = 0.25

Media = 0.50

Buena = 0.75

Excelente = 1.00

⁶ La información del manejo de la participaciones de carácter global para toda la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá; por lo que el puntaje atribuible a este componente será igual para las tres sub-cuencas.

2.2.4 Guía metodológica del parámetro

HOJA METODOLÓGICA		
Nombre del indicador	Capacidad legal e institucional en el manejo de los recursos del agua.	
Descripción corta del indicador	Refleja la efectividad de la capacidad legal e institucional en el manejo de los recursos del agua.	
Relevancia o pertinencia del indicador	Permite conocer la habilidad para desempeñar tareas relacionadas con los recursos del agua de una manera efectiva, eficiente y sostenible.	
Alcance	Mide la efectividad del marco legal, del marco institucional y el nivel de la participación, del manejo de los recursos del agua, en las subcuencas: <ul style="list-style-type: none"> • Gatún • Alhajuela • Miraflores 	
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • La literatura suministrada por el autor del WSI no ha establecido una metodología clara de cómo se construye este indicador. • Este parámetro es de carácter cualitativo, por lo que puede estar sesgado por el criterio del evaluador. • La información sobre la cual se basa no es científicamente defendible. • Solamente se están tomando la información a nivel de la CICH para el marco institucional y la participación comunitaria; ya que la información no es fácilmente accesible. • La legislación relacionada con la Cuenca Hidrográfica del Canal es de carácter global, por lo que tratar de realizar un análisis por subcuenca no resulta factible. • El marco institucional tampoco puede ser analizado por subcuenca. 	
Formula del Indicador	$CI = \frac{L + I + P}{3}$	
Definición de las variables que componen el indicador	CI = Capacidad Institucional L = Nivel de efectividad del marco legal ⁷ I = Nivel de efectividad del marco institucional ⁸ P = Nivel del involucramiento de la comunidad en los temas relacionados con el manejo de los recursos hídricos ⁹	
Escala del indicador	Nivel	Puntaje
	Muy Pobre	0.00
	Pobre	0.25
	Media	0.50
	Buena	0.75
	Excelente	1.00
Fuente de los datos	CICH ESMP	

⁷ Ver punto 2.2.1 Discusión del marco legal.

⁸ Ver punto 2.2.2 Discusión del marco institucional.

⁹ Ver punto 2.2.3 Discusión del manejo de la participación.

Contacto para flujo de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Rubén Vega Centro de Información Ambiental de la Cuenca Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica (CICH) Tel: 276-2637 Fax: 276-2633 rvega@pancanal.com • Maurylis Coronado Especialista Ambiental Sección de Políticas y Programas Ambientales División de Administración Ambiental ACP Tel: 276-2092 mrcoronado@pancanal.com
Disponibilidad de los datos	Anualmente
Periodicidad de los datos	5 años
Período de la serie tiempo actualmente disponible	5 años

2.2.5 Cálculo del parámetro de estado

- **Marco Legal**

Se ha realizado una recopilación de las leyes en el ámbito nacional y en el ámbito de la Autoridad del Canal de Panamá, a la cual de acuerdo con el título constitucional es la responsable por la administración, mantenimiento, uso y conservación de los recursos hídricos de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.

Legislación Nacional

Número	Fecha	Gaceta Oficial	Nombre	Observaciones
Ley No. 66	10-11-1947	10,467	Código Sanitario	Se establece que se prohíbe descargar directa o indirectamente los desagües de aguas usadas, sean de alcantarillas o de fábricas u otros, en ríos, lagos, acequias o cualquier curso de agua que sirva o pueda servir de abastecimiento para usos domésticos, agrícolas, o industriales o para recreación y balnearios públicos, a menos que sean previamente tratadas por métodos que las rindan inocuas, a juicio de la Dirección de Salud Pública.
Decreto Ley No. 35	14-10-1966	15,725	Por el cual se reglamenta el uso de las aguas.	Las aguas son de dominio público del Estado y existe reglamentación para su explotación y aprovechamiento conforme al interés social; así como también se han establecido mecanismos para su preservación, como lo son servidumbres, la prohibición de arrojar basura en cuerpos de agua, etc.
Decreto Ejecutivo No. 55	13-6-1973	71,610	Por el cual se reglamentas las servidumbres en materias de agua.	Se establece que al ser titular de una finca debe soportar como predio de servidumbres naturales, servidumbres legales, forzosas de acueducto, servidumbre de estribó (apoyo de presas), de parada o partidior en márgenes de canal; para aprovechamiento de aguas subterráneas; servidumbres de abrevaderos servidumbres deriberas y márgenes para actividades artesanales. Queda prohibido edificar sobre cursos de aguas, aún cuando éstos sean intermitentes, estacionales o de escaso caudal, ni en riberas, sino lo previsto en el presente decreto.

Número	Fecha	Gaceta Oficial	Nombre	Observaciones
Decreto Ejecutivo No. 70	27-7-1973	17,429	Por el cual se reglamenta el otorgamiento de permisos o concesiones de aguas y funcionamiento del Consejo Consultivo de recursos hídricos.	
Ley No. 1	3-2-1994	22,470	Por la cual se establece la Legislación Forestal de la República de Panamá.	
Ley No. 21	2-7-1997	23,323	Por la cual se aprueba el Plan Regional de Uso de Suelo para el Desarrollo de la región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal.	El propósito de esta Ley es adoptar el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal como instrumento de ordenamiento territorial de la región interoceánica, para que sirvan como marco normativo a la incorporación de los bienes revertidos al desarrollo nacional. Igualmente, servirá como marco normativo para las zonificaciones y usos del suelo en la región interoceánica que realicen los entes gubernamentales y particulares.
Ley No. 41	1-7-1998	23,578	Por la cual se dicta la Ley general de ambiente de la República de Panamá.	Capítulo VI, Artículo 84 La administración, uso, mantenimiento y conservación del recurso hídrico de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá, los realizará la autoridad nacional del Canal de Panamá en coordinación con la Autoridad Nacional del Ambiente, en base a estrategias, políticas y programas, relacionados con el manejo sostenible de los recursos naturales en dichas cuencas.

Número	Fecha	Gaceta Oficial	Nombre	Observaciones
Resolución No. 596	12-11-1999	23,941	Por la cual se aprueba el reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-393-99.	Se establece la metodología de la obtención de una muestra representativa de agua para determinar a partir de ella sus características físicas, químicas y radiológicas.
Resolución No. 598	12-11-1999	23,949	Por la cual se aprueba el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 22-394-99.	Se establece la metodología para obtener una muestra representativa del agua para determinar a partir de ella la calidad biológica de interés sanitario en los abastecimientos de agua potable.
Resolución No. 597	12-11-1999	23,942	Por la cual se aprueba el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 23-395-99.	Se establecen los requisitos físicos, químicos, biológicos y radiológicos que debe cumplir el agua potable.
Resolución No. 49	2-2-2000	24,008	Por la cual se aprueba el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 24-99.	Tiene como objetivo salvaguardar la salud de los habitantes, resguardar el medio ambiente, propender a un uso racional de los recursos y establecer regulaciones para los distintos usos que pueda darse a las aguas residuales tratadas en las distintas plantas de tratamiento de aguas residuales.
Resolución No. 351	26-7-2000	24,115	Por la cual se aprueba el reglamento técnico DGNTI-COPANIT- 35-2000	Se establecen los límites máximos permisibles que deben cumplir con los vertidos de efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales, descargando a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas, en conformidad a las disposiciones legales vigentes en la República de Panamá.
Resolución No. 350	26-7-2000	24,115	Por la cual se aprueba el reglamento DGNTI-COPANIT – 39-2000	Se establecen las características que deben cumplir los vertidos de efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales, a los sistemas de recolección de aguas residuales, en conformidad a las disposiciones legales vigentes en la República.

Número	Fecha	Gaceta Oficial	Nombre	Observaciones
Resolución No. 352	26-7-2000	24,115	Por la cual se aprueba el reglamento DGNTI-COPANIT – 47-2000	Todos los establecimientos o plantas de tratamiento de aguas residuales provenientes de estacionamientos emisores que descargan a los sistemas de recolección de aguas residuales y a todo tipo de plantas de tratamiento de aguas residuales que generen lodos como resultado del proceso de tratamiento.
Ley No. 44	5-8-2002	24,613	Que establece el Régimen especial para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la República de Panamá.	Tiene como objetivo establecer en el país un régimen administrativo especial para el manejo, la protección y conservación de las cuencas hidrográficas, que permita el desarrollo sostenible en los aspectos sociales, cultu- rales y económicos manteniendo la base de los recur- sos naturales para las futuras generaciones, con funda- mento en el Plan de Ordenamiento Ambiental territorial de la Cuenca Hidrográfica.
Ley No. 79	23-12-2003	24,956	Por la cual se adiciona al Anexo I de la Ley 21 de 1997, aprueba el plan regional para el desarrollo de la Región Interoceánica y el plan de uso, conservación y desarrollo del área del Canal y dicta otras disposiciones.	Se adiciona el concepto de áreas de tratamiento especial sobrepuerto.
Resolución No. 0191	30-3-2005		Por la cual se establecen los requisitos para que las Mini Hidroeléctricas de 10 mega watts soliciten concesio- nes transitorias o permanentes, para derecho de uso de aguas y se dictan otras disposiciones.	Se establecen los requisitos que se deben adjuntar al formulario de solicitud e concesiones para uso de aguas, permanentes o transitorias, a las personas jurídicas que soliciten las Mini Hidroeléctricas.

Número	Fecha	Gaceta Oficial	Nombre	Observaciones
Resolución No. AG-0247-2005	28-4-2005	25,318	Por la cual se adoptan de manera transitoria, las tarifas por el derecho de uso de aguas.	Se adoptan las tarifas de Uso Industrial, Generación Hidroeléctrica, cría de camarones, uso domestico y acuicola, uso agrícola y uso agropecuario.
Resolución No. AG-0342-2005	27-6-2005		Que establecen los requisitos para la autorización de obras en cauces naturales y se dictan otras disposiciones.	Establecer los requisitos que se deben adjuntar al formulario de solicitud de obras en cauces naturales.

Legislación ACP

Número	Fecha	Nombre	Observaciones
Constitución Política de la República de Panamá		Título XIV Artículo 316	A la Autoridad del Canal de Panamá le corresponde la responsabilidad por la administración, mantenimiento, uso y conservación de los recursos hídricos de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, constituidos por el agua de los lagos y sus corrientes tributarias, en coordinación con los organismos estatales que la Ley determine. Los planes de construcción, uso de las aguas, utilización, expansión, desarrollo de los puertos y de cualquiera otra obra o construcción en las riberas del Canal de Panamá, requerirán la aprobación previa de la ACP.
Ley No. 19	11-6-1997	Por la cual se organiza la Autoridad del Canal de Panamá.	<p>Le corresponde a la ACP, la administración mantenimiento, uso y conservación del recurso hídrico de la cuenca hidrográfica del canal. Para salvaguardar dicho recurso, la Autoridad coordinará, con los organismos gubernamentales y no gubernamentales especializados en la materia con responsabilidad e intereses sobre los recursos naturales en la cuenca hidrográfica del canal, la administración, conservación y uso de los recursos naturales de la cuenca y aprobará las estrategias, políticas, programas y proyectos, públicos y privados, que puedan afectar la cuenca. La reglamentación que adopte la Autoridad sobre los recursos hídricos de la cuenca del canal tendrá las siguientes finalidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Administrar los recursos hídricos para el funcionamiento del canal y el abastecimiento de agua para consumo de las poblaciones aledañas. • Salvaguardar los recursos naturales de la cuenca hidrográfica del canal en especial de las áreas críticas, con el fin de evitar la disminución en el suministro de agua indispensable a que se refiere el numeral anterior.

Número	Fecha	Nombre	Observaciones
Acuerdo No. 116	27-7-2006	Por el cual se aprueba el Reglamento sobre Ambiente, Cuenca Hidrográfica y Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal.	Este reglamento tiene por objeto desarrollar las normas generales sobre ambiente contenidas en la Ley Orgánica de la Autoridad en materia de administración, protección, uso, conservación y mantenimiento del recurso hídrico de la Cuenca Hidrográfica del Canal, coordinar la administración, conservación y uso de los recursos naturales en estas áreas, establecer las normas ambientales aplicables a las áreas patrimoniales de la Autoridad del Canal de Panamá y las áreas bajo su administración privativa, así como los términos y condiciones ambientales exigidos por la Autoridad del Canal dentro de compatibilidad con la operación del Canal y Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.
Acuerdo No. 82	17-8-2004	Por el cual se aprueba el reglamento del Uso del Área de Compatibilidad con la operación del Canal y de las Aguas y Riberas del Canal	Este reglamento contiene las normas aplicables al uso del área de compatibilidad con la operación del Canal y las aguas y riberas del Canal.
Acuerdo No. 102	25-8-2005	Por el cual se adopta el plan de uso de suelos de la Autoridad del Canal de Panamá y se aprueba el reglamento de uso de bienes patrimoniales de la Autoridad del Canal de Panamá y de los Bienes Administrados por la Autoridad del Canal de Panamá.	Se adopta el plan de uso de suelos de la Autoridad del Canal de Panamá, que incluye los mapas de zonificación y establece los usos, proyectos o actividades que podrán realizar terceros en estas áreas.

Número	Fecha	Nombre	Observaciones
Acuerdo No. 103	25-8-2005	Por el cual se aprueba el Reglamento de Uso de Aguas bajo la administración privativa de la Autoridad del Canal de Panamá y de Extracción y Uso de Aguas de la Cuenca Hidrográfica del Canal.	Se establecen los mecanismos para solicitar concesiones de agua cruda. Establecen los parámetros para el uso de las aguas por buques para fines comerciales. Se prohíbe la descarga de aguas servidas y de sustancias contaminantes o basura a aguas bajo administración de la Autoridad.

Como se puede observar el marco legal para el manejo integrado de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá es sólido, sin embargo muchas de estas normas legales deben ser revisadas o ya están en proceso de revisión. Por otra parte, tanto para la República de Panamá, como para la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, falta tener una política de Recursos Hídricos.

En conclusión el nivel se considera como bueno al cual se le asigna un puntaje de 0.75.

- **Marco Institucional (I):**

El artículo 6 de la Ley No.19 de 11 de junio de 1997 “Por la cual se organiza la Autoridad del Canal de Panamá” establece lo siguiente:

“Artículo 6. Corresponde a la Autoridad, la administración, mantenimiento, uso y conservación del recurso hídrico de la cuenca hidrográfica del canal. Para salvaguardar dicho recurso, la Autoridad coordinará, con los organismos gubernamentales y no gubernamentales especializados en la materia, con responsabilidad e intereses sobre los recursos naturales en la cuenca hidrográfica del canal, la administración, conservación y uso de los recursos naturales de la cuenca y aprobará las estrategias, políticas, programas y proyectos, públicos y privados, que puedan afectar la cuenca.

Para coordinar las actividades de los organismos gubernamentales y no gubernamentales, la junta directiva de la Autoridad establecerá y reglamentará una comisión interinstitucional de la cuenca hidrográfica del canal, la cual será coordinada y dirigida por la Autoridad.” (El subrayado es nuestro.)

En cumplimiento de lo anterior se crea la Comisión Interinstitucional del Cuenca Hidrográfica del Canal, la cual es presidida por la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) y está integrada por ocho organizaciones representadas por las máximas autoridades correspondientes (el Ministro, Director o Administrador), quienes conforman el grupo de Comisionados de esta comisión. Las instituciones que conforman la CICH son:

- Autoridad del Canal de Panamá
- Ministerio de Vivienda
- Ministerio de Gobierno y Justicia

- Fundación Natura
- Ministerio de Economía y Finanzas
- Cáritas Arquideocesana
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario
- Autoridad Nacional del Ambiente

La CICH, además cuenta con las siguientes unidades de apoyo que fortalecen la gestión integrada de la cuenca:

- **Secretaría de la CICH (SCICH):**

Es la unidad en donde se coordinan aspectos administrativos y técnicos. En esta oficina se promueve la formación y organización de comisiones de trabajo y la participación de los actores con intereses en la Cuenca para la conservación del área y sus recursos naturales, con un enfoque interdisciplinario, de integración y negociación.

- **Comité Técnico Permanente (CTP):**

Tiene como funciones generales: aportar elementos técnicos para la identificación de las áreas temáticas de coordinación entre las instituciones; desarrollar mecanismos que coadyuven a la elaboración de diagnósticos integrales sobre los asuntos encomendados; proponer indicadores y criterios para la solución de los temas asignados y realizar la planificación estratégica de la CICH. Está integrado por:

- a. Un representante técnico de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP).
- b. Un representante técnico del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA).
- c. Un representante técnico del Ministerio de Vivienda (MIVI).
- d. Un representante técnico del Ministerio de Gobierno y Justicia (MINGO).
- e. Un representante técnico del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- f. Un representante técnico de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM).
- g. Un representante técnico de cada una de las dos organizaciones no gubernamentales escogidas de acuerdo con lo establecido en el artículo 6 del Procedimiento Interno de la CICH.

- **Comité Técnico Permanente Ampliado (CTPA):**

En el ejercicio de sus funciones, el Comité Técnico Permanente (CTP) de la CICH cuenta con un equipo de profesionales representantes de otras seis instituciones gubernamentales que poseen responsabilidades e intereses en la Cuenca: el Ministerio de Educación, el Ministerio de Obras Públicas, el Ministerio de Comercio e Industrias, el Ministerio de Salud, el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales y el Fondo de Inversión Social.

El conjunto de estas instituciones y el Comité Técnico Permanente constituyen el Comité Técnico Permanente Ampliado (CTPA).

- **Centro de Información Ambiental de la Cuenca:**

Tiene como objetivo recopilar, analizar y ser el punto focal de diseminación de información sobre la Cuenca en sus diferentes aspectos: socio-economía, recursos naturales, características físicas-naturales, infraestructuras, así como para incluir información sobre proyectos y programas que se desarrollan en la Cuenca.

Por otra parte la gestión realizada por la CICH, ha generado logros significativos, que han impulsado la gestión integrada de la Cuenca Hidrográfica de Panamá, como los son:

- a. Fortalecimiento las relaciones entre las instituciones involucradas en el manejo de la CHCP.
- b. Coordinación de las acciones para sensibilizar a la población en los temas sectoriales que se desarrollan en la CHCP.
- c. Concertación de una estrategia integral de conservación y desarrollo de la CHCP que oriente las acciones de las instituciones involucradas en el área.
- d. Conciliación de los programas y acciones que desarrollan las instituciones en la CHCP para el logro de metas comunes de conservación y desarrollo.
- e. Promoción de la adecuación del marco jurídico para la conservación y desarrollo de la CHCP.
- f. Establecimiento de los mecanismos de participación (y su estructura en la CICH) de los sectores involucrados en la CHCP.

- g. Establecimiento de un mecanismo o sistema de financiamiento para la captación y administración de recursos económicos para el funcionamiento de la Comisión y los proyectos autorizados por la misma.

Como se puede observar, a través de la CICH se ha logrado que las instituciones que tienen injerencia sobre la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá trabajen en forma armónica y siguiendo metas comunes. Todavía falta mucho trabajo por hacer; sin embargo, el esfuerzo realizado en el período de estudio tiene un nivel excelente, lo que se traduce en un puntaje de 1.00.

- **Manejo de la participación (P):**

La CICH, a través del liderazgo de la ACP, ha implementado un Plan de Acción Inmediata para el desarrollo humano, apoyo a la producción y manejo ambiental de áreas rurales en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Este plan tiene como objetivo preparar a la población de la zona para integrarse formal y responsablemente a los espacios de planificación, participación y toma de decisiones para llegar a consensos y dirigir su propio futuro y el de sus comunidades, mientras ponen en práctica alternativas para mejorar, en el mediano plazo, su capacidad productiva y calidad de vida.

Como resultado del Plan de Acción Inmediata se ha alcanzado, entre otros logros el siguiente:

El establecimiento de una estructura participativa comunitaria que permitirá la comunicación fluida entre las autoridades y las comunidades que participan en el proceso. Dicha estructura participativa consiste en la formación de Comités Locales y la Comisión Comunitaria de la Cuenca (integrada por representantes de cada Comité Local y que trabaja con el Comité Técnico Permanente Ampliado de la CICH, como interlocutor entre las comunidades y las entidades de gobierno). (Ver figura No.1).

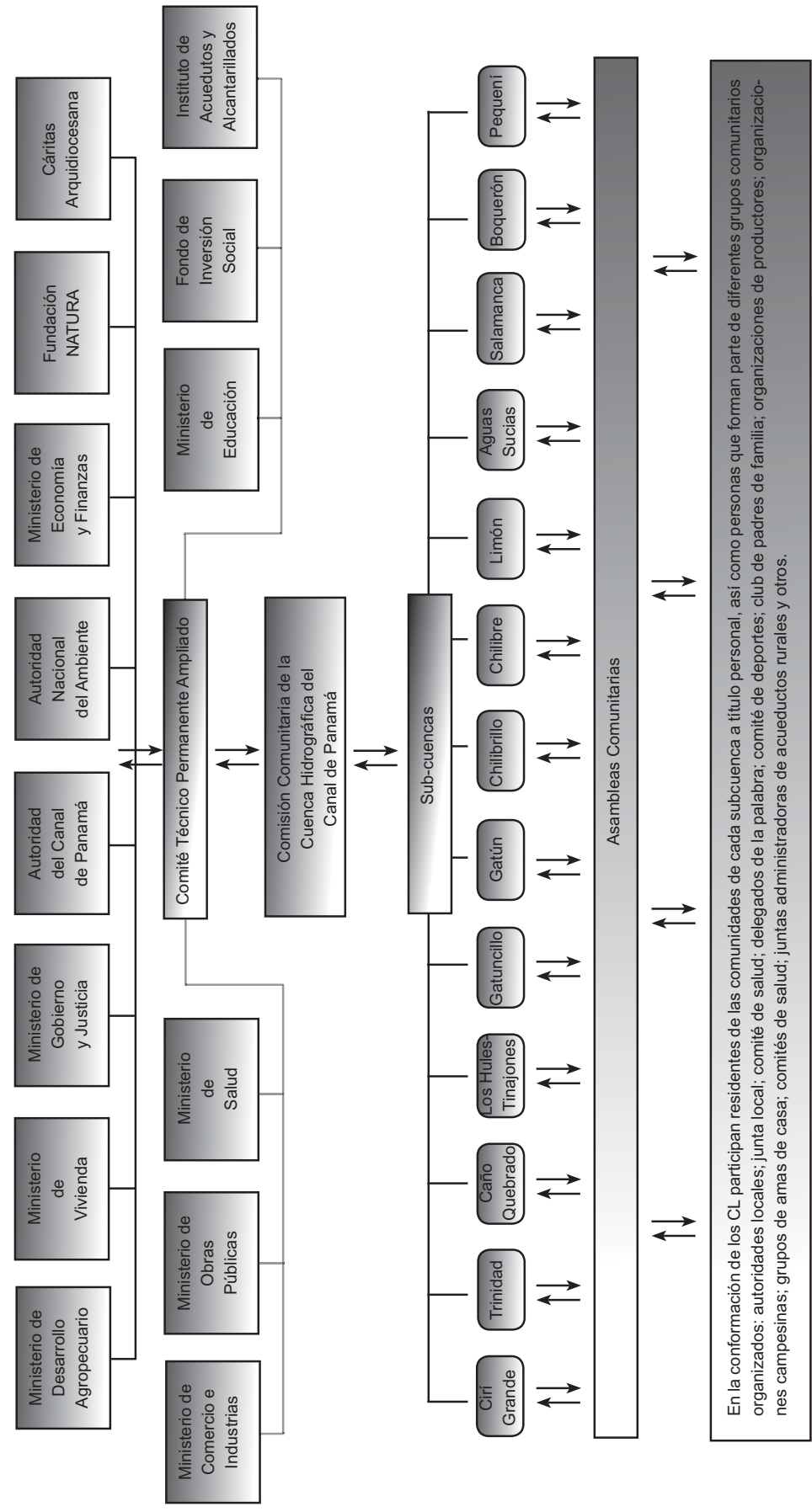


Figura No. 1. Estructura Participativa Propuesta para la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (fuente: CICH)

En conclusión, el nivel de participación ciudadana para cada una de las sub-cuencas es excelente, ya que en cada una de ellas existen comités locales que promueven el involucramiento en la toma de decisiones de los temas relacionados con el manejo de la cuenca. El puntaje de acuerdo a la metodología es de 1.00.

Aplicación de la fórmula para calcular el índice:

$$CI = \frac{L + I + P}{3} = \frac{0.75 + 1.00 + 1.00}{3} = 0.91$$

De acuerdo con la metodología establecida, la Capacidad legal e institucional en el manejo de los recursos del agua para cada una de las 3 sub-cuencas es buena, muy cercana a excelente.

2.3 Parámetro de Respuesta: Evolución en la inversión en el manejo integrado de los recursos del agua:

Este parámetro se refiere a la evolución en la inversión monetaria en el período de estudio. Para medir esta evolución se ha considerado utilizar las inversiones realizadas para los programas de la Autoridad del Canal y la CICH.

En vista de que es un número global se asignará el mismo valor para las tres sub – cuencas.

A continuación la hoja metodológica del parámetro:

HOJA METODOLÓGICA	
Nombre del indicador	Evolución en la inversión en el manejo integrado de los recursos del agua
Descripción corta del indicador	Describe la evolución de la inversión en el período determinado, lo que refleja la respuesta de los actores y de los tomadores de decisiones para tomar acción en los problemas de los recursos hídricos.
Relevancia o pertinencia del indicador	Este indicador puede ser relacionado con la premisa de que entre más inversión en la cuenca, mayor es la probabilidad de que se cumplan las metas y los objetivos establecidos para la cuenca.
Alcance	Mide la evolución en la inversión en las siguientes sub-cuencas: <ul style="list-style-type: none"> • Gatún • Alhajuela • Miraflores

Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> La información solamente se basa en las inversiones realizadas por parte de la ACP; ya que la información de otras entidades no esta accesiblemente disponible. 	
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> No se pudo encontrar datos de la inversión en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá antes del año 2000. 	
Formula del Indicador	$\Delta = \frac{G_2 - G_1}{G_1} (100)$	
Definición de las variables que componen el indicador	<p>Δ = Porcentaje de Cambio</p> <p>G_1 = Inversión monetaria en la cuenca en el período anterior</p> <p>G_2 = Inversión monetaria en la cuenca en el período actual</p>	
Escala el indicador	Nivel	Puntaje
	$\Delta < -20\%$	0.00
	$-20\% < \Delta < -10\%$	0.25
	$-10\% < \Delta < 0\%$	0.50
	$0 < \Delta < +10\%$	0.75
	$\Delta > +10\%$	1.00
Fuente de los datos	CICH	
Contacto para flujo de datos	<ul style="list-style-type: none"> Rubén Vega Centro de Información Ambiental de la Cuenca Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica (CICH) Tel: 276-2637 Fax: 276-2633 rvega@pancanal.com 	
Periodicidad de los datos	Anual	
Período de la serie tiempo actualmente disponible	5 años	
Periodicidad de actualización de indicador	5 años	

2.3.1 Cálculo del parámetro de respuesta

Teniendo en cuenta de que no se ha logrado encontrar información de la inversión que se realizó por parte de entidades del gobierno de Panamá en el período anterior al año 2000, se ha establecido que la inversión fue de mínima. Por otra parte, con la

creación de la ACP y la CICH, se ha estimado que se han invertido unos treinta millones de dólares (B/.30, 000,000.00).

Al analizar estos datos, para determinar la evolución de la inversión, se puede concluir que la misma es mucho mayor al +10%, por lo que el puntaje del parámetro es 1.00.

3. Cálculo del indicador de Políticas

Al aplicar la metodología establecida para el WSI, los resultados de políticas para cada una de las subcuencas son:

Alhajuela							
Indicador	Presión		Estado		Respuesta		Resultado
	Nivel	Puntaje	Nivel	Puntaje	Nivel	Puntaje	
Política	+8.20%	0.75	buena	0.91	+10.1%	1.00	0.89

Gatún							
Indicador	Presión		Estado		Respuesta		Resultado
	Nivel	Puntaje	Nivel	Puntaje	Nivel	Puntaje	
Política	+10.45%	1.00	buena	0.91	+10.0%	1.00	0.97

Miraflores							
Indicador	Presión		Estado		Respuesta		Resultado
	Nivel	Puntaje	Nivel	Puntaje	Nivel	Puntaje	
Política	+7.12%	0.75	buena	0.91	+10.0%	1.0	0.89

4. Conclusiones

El indicador de políticas para las diferentes subcuencas ha dado como resultado cifras positivas que reflejan que durante el período bajo estudio se han dado grandes avances hacia un manejo integrado de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. No obstante, se debe tener en cuenta que las limitantes encontradas han podido incrementar el nivel de error en los resultados.

Apéndice 6 - Índice de Sostenibilidad de Cuencas

CHCP	Presión	Estado	Respuesta	(P + E + R) / 3
<i>Indicador</i>	<i>Puntaje</i>	<i>Puntaje</i>	<i>Puntaje</i>	CHCP
Hidrología	0.50	0.875	0.50	H = 0.63
Ambiente	0.875	1.00	0.625	E = 0.83
Vida	0.625	0.50	0.25	L = 0.46
Políticas	0.875	0.91	1.00	P = 0.93
Promedio	P = 0.72	E = 0.82	R = 0.59	WSI = 0.71

GATÚN	Presión		Estado		Respuesta		(P + E + R) / 3
<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>	<i>Puntaje</i>	<i>Valor</i>	<i>Puntaje</i>	<i>Valor</i>	<i>Puntaje</i>	Gatún
Hidrología Cantidad	-12.7%	0.25	18,741	1.00	Buena	0.75	H = 0.58
Hidrología Calidad	0.0%	0.50	2	0.75	Pobre	0.25	
Ambiente	1.5%	0.75	49.3%	1.00	8.8%	0.50	E = 0.75
Vida	-0.50%	0.50	0.738	0.50	-0.72%	0.25	L = 0.42
Políticas	10.45%	1.00	Buena	0.91	20%	1.00	P = 0.97
Promedio	P = 0.66		E = 0.82		R = 0.56		WSI = 0.68

ALHAJUELA	Presión		Estado		Respuesta		(P + E + R) / 3
<i>Indicador</i>	<i>Valor</i>	<i>Puntaje</i>	<i>Valor</i>	<i>Puntaje</i>	<i>Valor</i>	<i>Puntaje</i>	Alhajuela
Hidrología Cantidad	5.0%	0.75	295,046	1.00	Buena	0.75	H = 0.67
Hidrología Calidad	0.0%	0.50	2	0.75	Pobre	0.25	
Ambiente	-32.6%	1.00	89.9%	1.00	11.0%	0.75	E = 0.92
Vida	0.09%	0.75	0.725	0.50	-0.55%	0.25	L = 0.50
Políticas	8.20%	0.75	Buena	0.91	20%	1.00	P = 0.89
Promedio	P = 0.78		E = 0.82		R = 0.63		WSI = 0.74

Evaluación Preliminar de la Aplicación y Cálculo del Índice de Sostenibilidad de Cuenca en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá



Programa Hidrológico Internacional

UNESCO
Programa Hidrológico Internacional
Oficina Regional de Ciencia
para América Latina y el Caribe
Edificio Mercosur - Dr. Luis Piera 1992, 2° piso
Casilla de Correo 859
11200 Montevideo, Uruguay
Tel.: (598-2) 413 20 75, Fax: (598-2) 413 20 94
phi@unesco.org.uy
<http://www.unesco.org.uy/phi>

