

SEGUNDO FORO INSTITUCIONAL 2014: "DIAGNOSTICO Y PLANIFICACION DEL RECURSO HIDRICO EN COSTA RICA: HACIA UNA GESTION INTEGRAL DE LA CONSERVACION Y EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA"

"Un balance hídrico: requisito indispensable para una gestión integral del agua"

Por: Sadí Laporte M.

...históricamente el crecimiento y caída da algunas ciudades e incluso civilizaciones puede atribuirse en gran parte a la efectiva o inefectiva administración de los recursos hídricos... (H. Chaves)





CONTENIDO

Generalidades e importancia del Balance Hídrico

Balances Hídricos realizados en Costa Rica

**Importancia y estado de la Red de Medición
Hidrometeorológica de Costa Rica y Manejo de la Información**

Conclusiones y Recomendaciones



CONTENIDO

Generalidades e importancia del Balance Hídrico

Balances Hídricos realizados en Costa Rica

**Importancia y estado de la Red de Medición
Hidrometeorológica de Costa Rica y Manejo de la Información**

Conclusiones y Recomendaciones



Generalidades e importancia del Balance Hídrico

Gestión Integrada del Recurso Hídrico : (GIRH-GWP)

Proceso que promueve gestión y aprovechamiento coordinado del recurso hídrico, la tierra y los recursos naturales relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.





Balance Hídrico

Definición

- Balance de agua basado en el principio de que durante un cierto intervalo de tiempo el aporte total a una cuenca o masa de agua debe ser igual a la salida total de agua más la variación neta en el almacenamiento de la cuenca o masa de agua (Organización Meteorológica Mundial)



Balance Hídrico

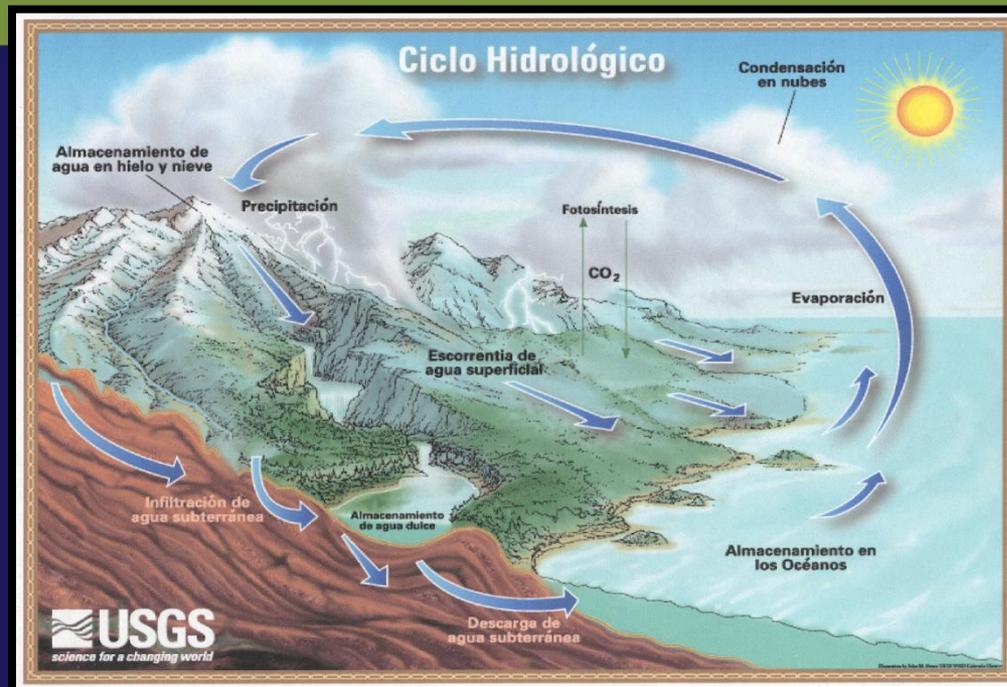
Importancia

- Herramienta útil para el planeamiento y manejo del recurso hídrico y sobre todo si se considera de manera integral, tanto el agua superficial como el agua subterránea (PHI - UNESCO , 2006).



BALANCE HÍDRICO

↓
Cuantificación de las variables del ciclo hidrológico



Costa Rica



Agua no es equitativa: temporal y espacial

ENTRADAS - SALIDAS = CAMBIO DE ALMACENAMIENTO

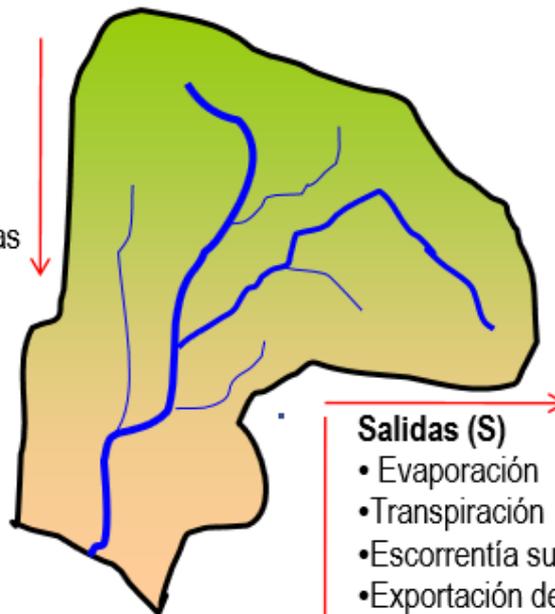


Balance Hídrico

Balance Hídrico en una cuenca

Entradas (E):

- Precipitación
- Importaciones de agua
- Escorrentía superficial desde otras cuencas
- Aguas subterráneas desde otras cuencas



$$E - S = [\Delta A / \Delta T]$$

Salidas (S)

- Evaporación
- Transpiración
- Escorrentía superficial hacia otras cuencas
- Exportación de agua
- Agua subterránea hacia otras cuencas
- Infiltración (pasa a escorrentía subsuperficial)

Cambio de almacenamiento (ΔA)

- Almacenamiento de aguas subterráneas
- Almacenamiento por cambio de humedad del suelo
- Almacenamiento superficial en embalses canales y en la escorrentía superficial

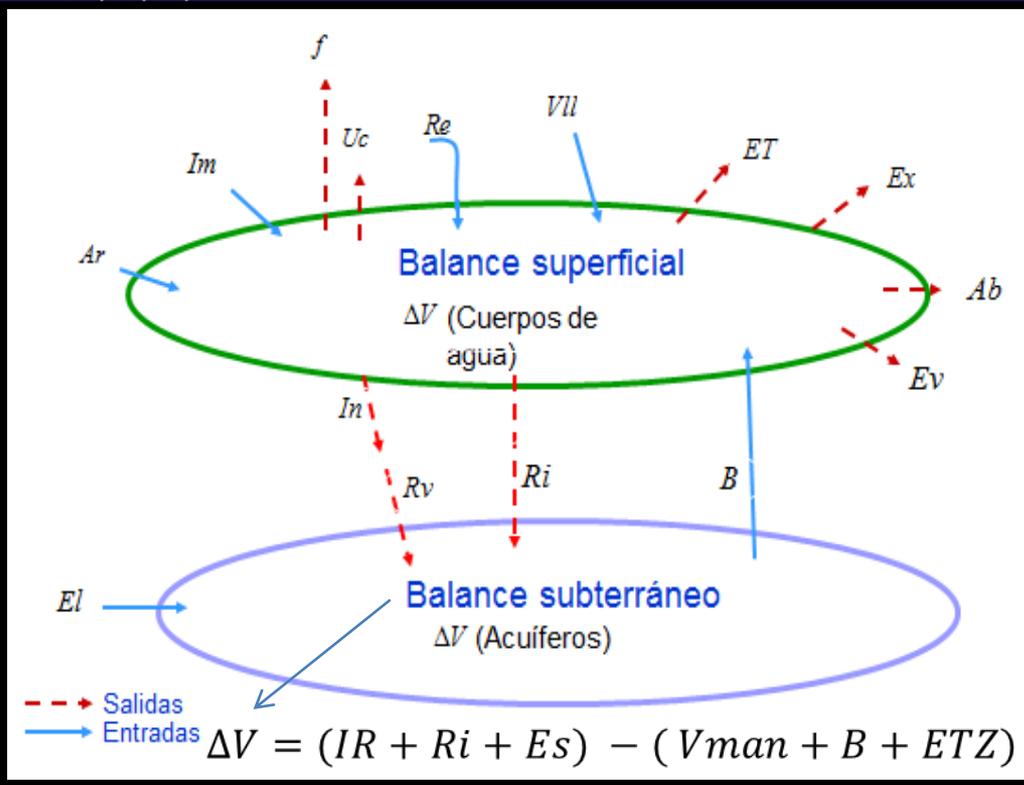


Balance Hídrico Integrado

Ecuación de Balance Integral (aguas superficiales y subterráneas)

$$\frac{\partial V}{\partial t} = E - S$$

$$\Delta V = (Vll + Ar + Im + Re + B + Vm) - (Ev + ET + Ab + Ex + Uc + f + In + Int)$$



(IMTA, 2008)

ΔV	Cambio de almacenamiento en la superficie
Vll	Volumen de lluvia
Ar	Escurrimiento aguas arriba
Im	Importaciones de cuencas externas
Re	Retornos
B	Extracciones por bombeo dentro de cuenca
Vm	Volumen aportado por manantiales
Ev	Evaporación de cuerpos de agua y en áreas sin vegetación
ET	Evapotranspiración
Ab	Escurrimiento aguas abajo
Ex	Exportaciones a cuencas externas
Uc	Usos de consumo (superficial y subterráneo)



Objetivos del balance hídrico integrado

Evaluar el estado actual de la oferta y disponibilidad de agua y su estado de equilibrio o desequilibrio con la demanda a nivel de cuenca.

Análisis integrado y detallado de la cantidad de las aguas superficiales y subterráneas actuales, las restricciones por la calidad hídrica según usos, y caudales ecológicos que deben permanecer en las fuentes.

Cuantificar el efecto de los diferentes tipos de uso de la tierra en la producción hídrica del país y su impacto en el agua disponible.

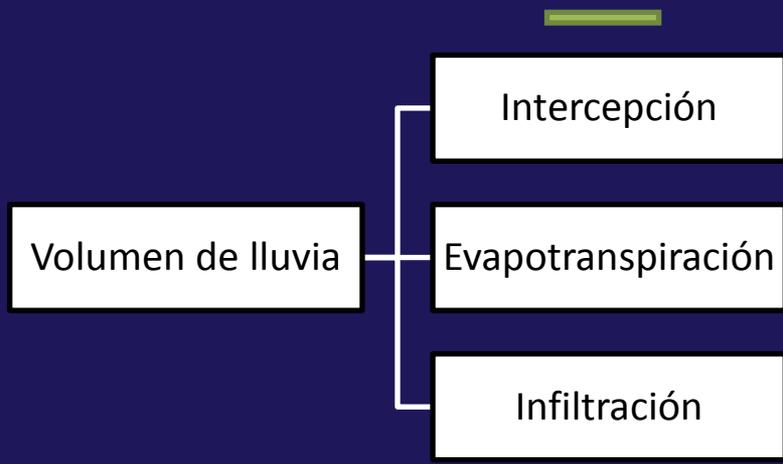
Determinar la presión sobre el agua por la demanda de los diferentes usuarios.



Oferta

$$OPx = Cp + IM + Re + Vm + B + Ar$$

<i>OPx</i>	Oferta potencial en la cuenca. Volúmenes de entrada
<i>Cp</i>	Volumen de escurrimiento por cuenca propia
<i>Im</i>	Volumen de importación entre cuencas
<i>Re</i>	Retornos de agua
<i>Vm</i>	Volumen aportado por manantiales
<i>B</i>	Extracciones por bombeo
<i>Ar</i>	Volumen de escurrimiento desde aguas arriba



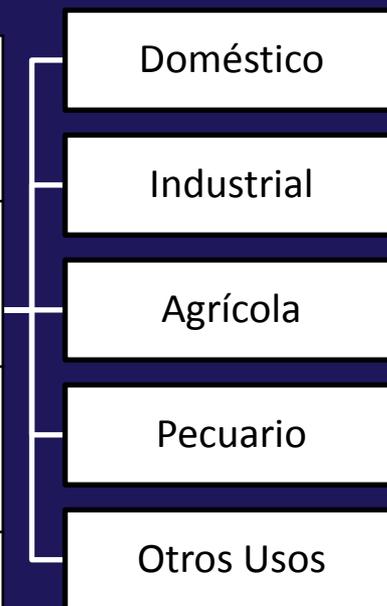
$$Cp = Vll - Inter - ET - In$$



Demanda

$$DP_x = U_c + f + E_v + E_x$$

D_{px}	Demanda potencial en la cuenca (volúmenes de salida)
U_c	Usos de consumo
f	Fugas en la red de distribución de agua potable
E_v	Evaporación en cuerpos de agua
E_x	Volumen de exportación entre cuencas



BALANCE HIDRICO INTEGRADO

Meteorología

- Precipitación
- Evapotranspiración

Hidrología

- Evaluación de aguas superficiales
- Evaluación de Aguas Subterráneas

Oferta

Restricciones por
Calidad de Agua

Disponibilidad
Hídrica Real

Demanda Real

Abastecimiento, Riego,
Hidroeléctrica, Industria, Otros

Índices de Presión
Índices de Escasez
Vulnerabilidad
Áreas de Protección

Variabilidad y
Cambio Climático





CONTENIDO

Generalidades e importancia del Balance Hídrico

Balances Hídricos realizados en Costa Rica

**Importancia y estado de la Red de Medición
Hidrometeorológica de Costa Rica y Manejo de la Información**

Conclusiones y Recomendaciones



CONTENIDO

Generalidades e importancia del Balance Hídrico

Balances Hídricos realizados en Costa Rica

**Importancia y estado de la Red de Medición
Hidrometeorológica de Costa Rica y Manejo de la Información**

Conclusiones y Recomendaciones

Atlas Climatológico e Hidrológico del Istmo Centroamericano (PNUD-OMM-CRRH)

- Principales metas del Proyecto COS/072/10 PNUD-OMM-CRRH en su fase 2 : elaborar un Atlas para el Istmo Centroamericano.

- Impresión: IPGH

- Se recopiló la información de lluvia y caudal de todas las estaciones de Costa Rica, desde su inicio hasta el 1972.

- Contenido atlas: precipitación, escorrentía y temperatura media anual, evapotranspiración media anual y clasificación climática según Thornthwaite, déficit de agua, número de meses con déficit de agua y pérdidas anuales.

- Primer balance hídrico realizado en Costa Rica utilizando la información de la red de estaciones instaladas en la primera fase (1966-1972).

- Impulso al mejoramiento de las redes de medición en la región centroamericana.



ATLAS CLIMATOLOGICO E HIDROLOGICO DEL ISTMO CENTROAMERICANO

INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA

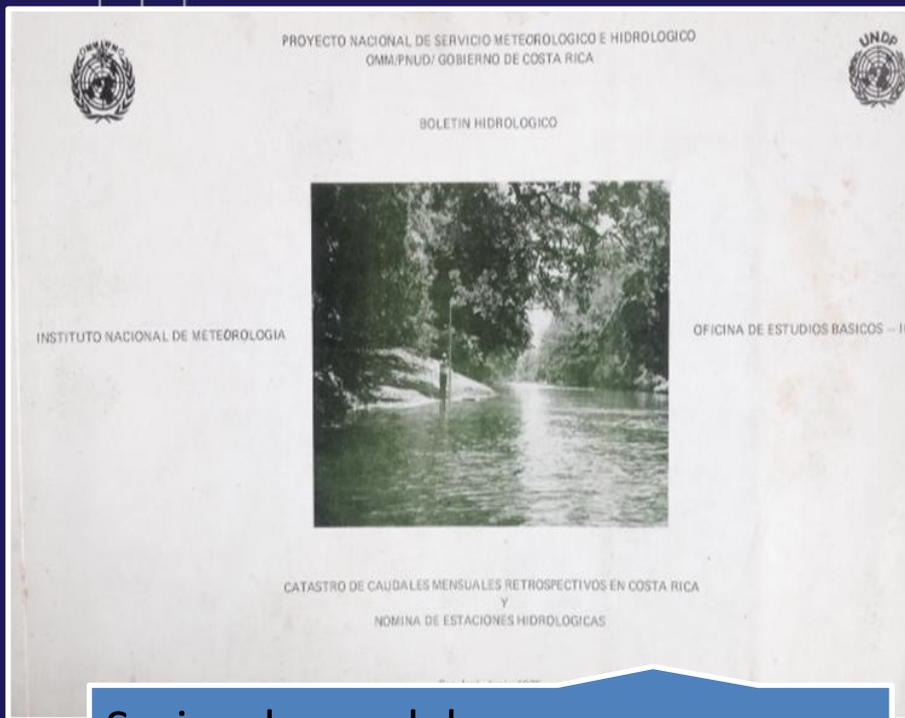
EN COLABORACION CON EL COMITE REGIONAL DE RECURSOS HIDRAULICOS

PUBLICACION N° MT-IPGH

GUATEMALA-C.A.

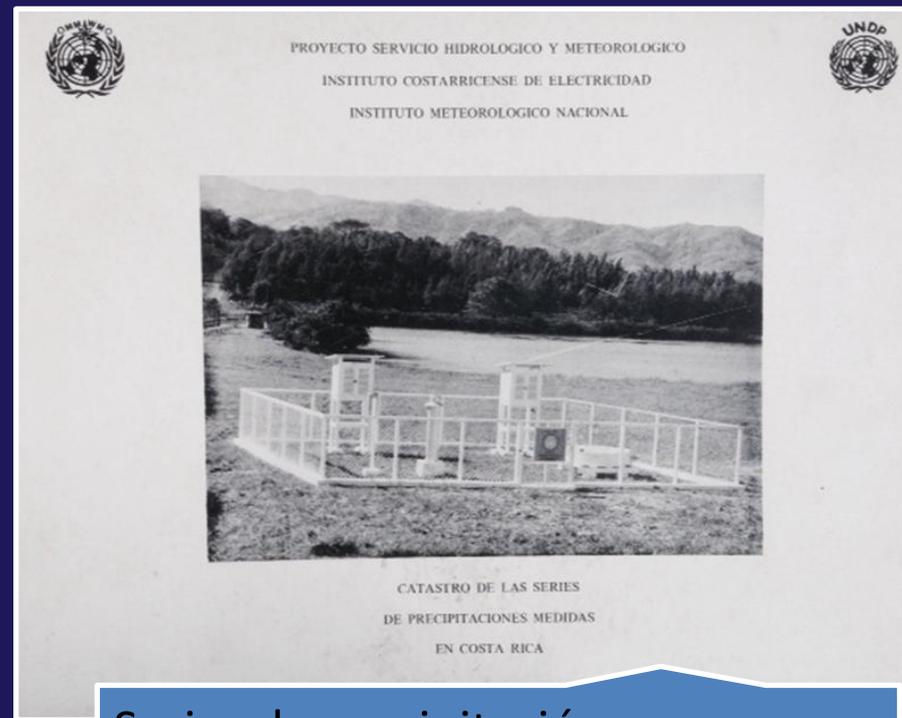
Atlas Climatológico e Hidrológico del Istmo Centroamericano (PNUD-OMM-CRRH)

Catastro de Series de caudales y precipitación de Costa Rica



Series de caudales

- Hasta 1972



Series de precipitación

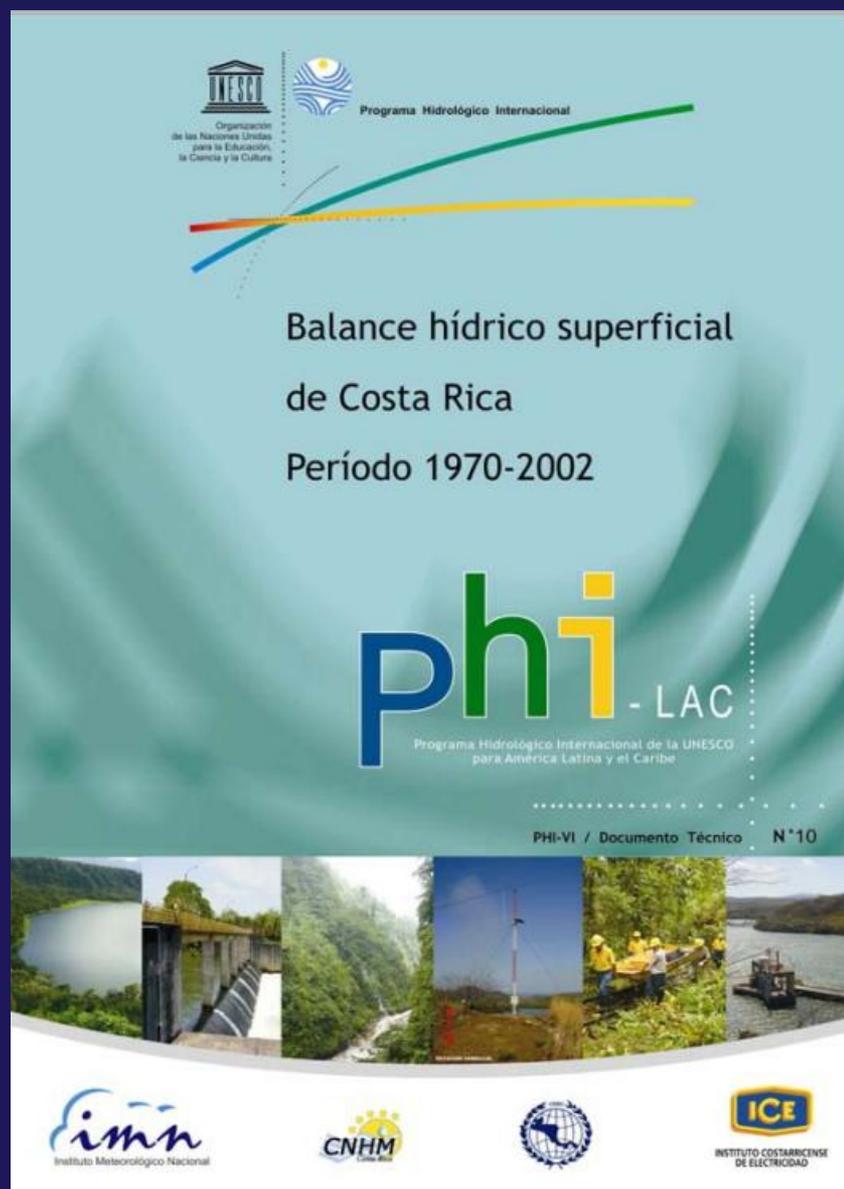
- Hasta 1972



PHI / UNESCO – CNHM-IMN

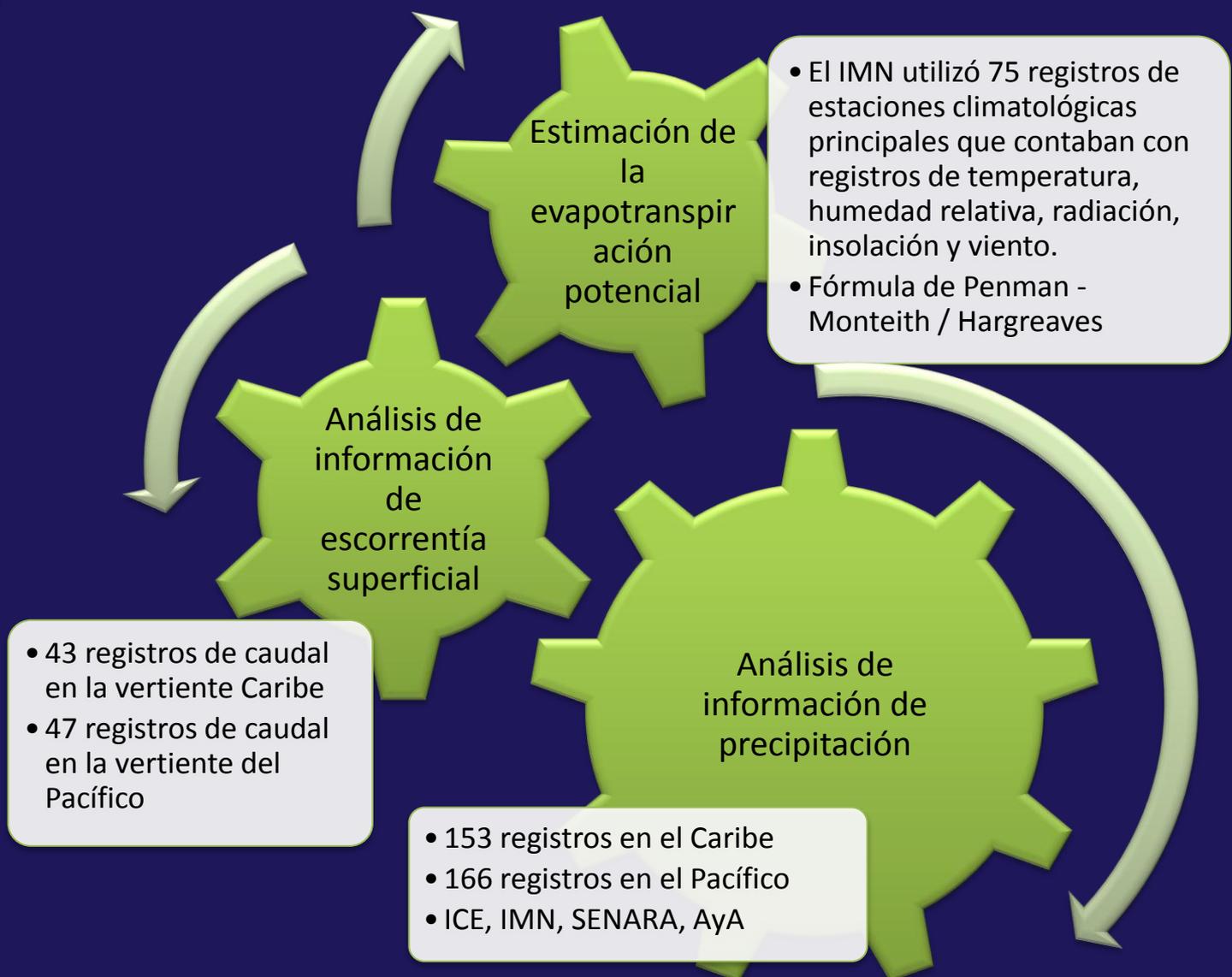
El balance se realizó para valores anuales y para un período de 33 años comprendido entre los años 1970 y 2002, el objetivo de este trabajo es evaluar el recurso agua en las 34 cuencas principales de Costa Rica mediante un balance hídrico superficial.

Disponible en:
<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001563/156338s.pdf>



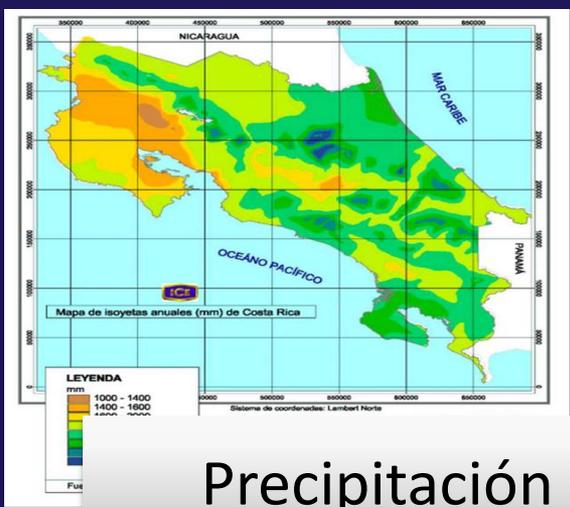


PHI / UNESCO - CNHM-IMN





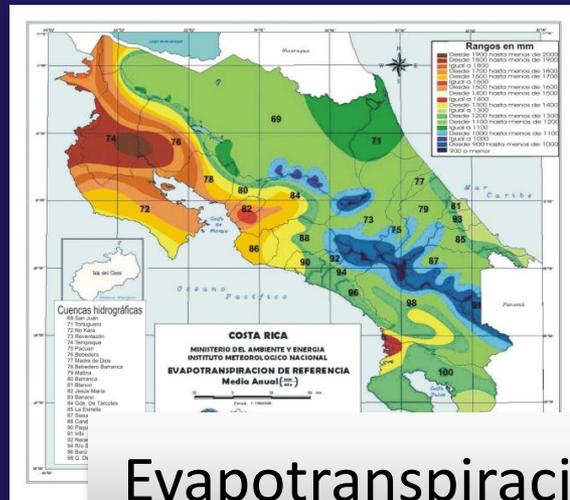
PHI / UNESCO - CNHM-IMN



Precipitación



Caudales específicos



Evapotranspiración

Elaboración de Balances Hídricos por Cuencas Hidrográficas

El objetivo del presente estudio es **obtener los balances hídricos de oferta y demanda de agua**, así como la disponibilidad de agua superficial y la recarga natural subterránea en 15 cuencas hidrográficas de Costa Rica, definidas por el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) en coordinación y asesoría del Comité Nacional de Hidrología y Meteorología (CNHM), como cuencas prioritarias (MINAE-IMTA, 2008).

Disponible en:
http://www.drh.go.cr/textos/balance/informe_final_balance%2010508.pdf



BID
Banco Interamericano
de Desarrollo



MINAE
Ministerio de Ambiente y
Energía



IMTA
Instituto Meteorológico de
Costa Rica

Elaboración de Balances Hídricos por Cuencas Hidrográficas y Propuesta de Modernización de las Redes de Medición en Costa Rica

Balances Hídricos Mensuales Oferta y Demanda



INFORME FINAL

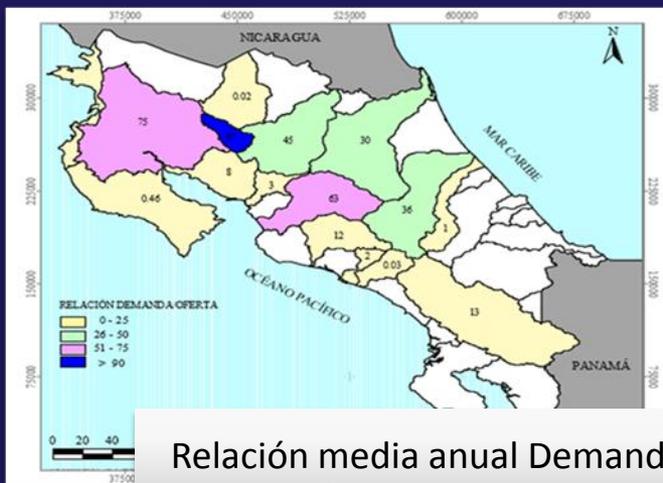
San José, Costa Rica, Mayo 2008

METODOLOGIA

En UNESCO (2006) se presenta la metodología del balance superficial y subterráneo de manera separada, pero existen variables de liga entre ambos balances como; la infiltración por lluvia, volumen aportado por manantiales y el volumen de extracción por bombeo.

Aguas superficiales	Aguas subterráneas
$\Delta V = (Cp + Ar + Re + Im) - (Ab + U + Ev + Ex)$ <p>Donde: ΔV : Variación de volumen, Cp : Esgurrimiento natural por cuenca propia, Ar : Esgurrimiento aguas arriba, Re : Retornos de agua, Im : Importaciones desde cuencas vecinas, Ab : Esgurrimiento a la salida de la cuenca (aguas abajo), U : Usos del agua, Ev : Evaporación en cuerpos de agua, y Ex : Exportaciones hacia cuencas vecinas.</p>	$I + Ri + Es - ETz - Sm - B = \Delta V$ <p>Donde: I : Infiltración-recarga de agua de lluvia Ri : Recarga inducida: retornos de riego, fugas en los sistemas de abastecimiento de agua de las zonas urbanas Es : Entradas de agua al sistema por flujo lateral subterráneo proveniente de las fronteras de la zona de balance y por otros acuíferos ETz : Evapotranspiración de la zona saturada Sm : Salida de agua por manantiales B : Extracción de agua subterránea por bombeo ΔV : Cambio en el volumen almacenado</p>

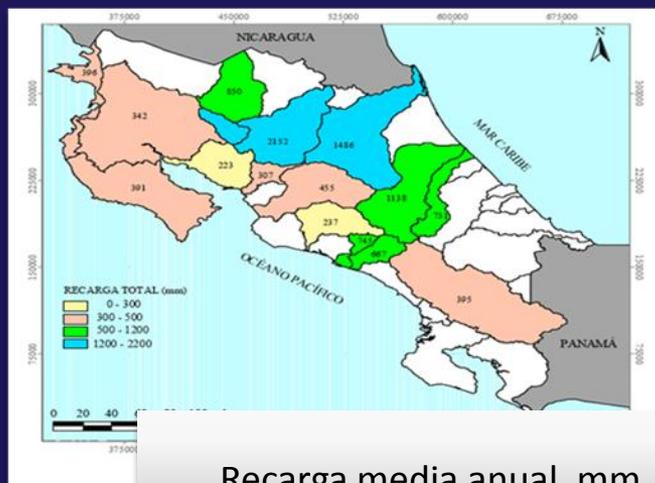
Elaboración de Balances Hídricos por Cuencas Hidrográficas



Relación media anual Demanda Potencial / Oferta Potencial en %

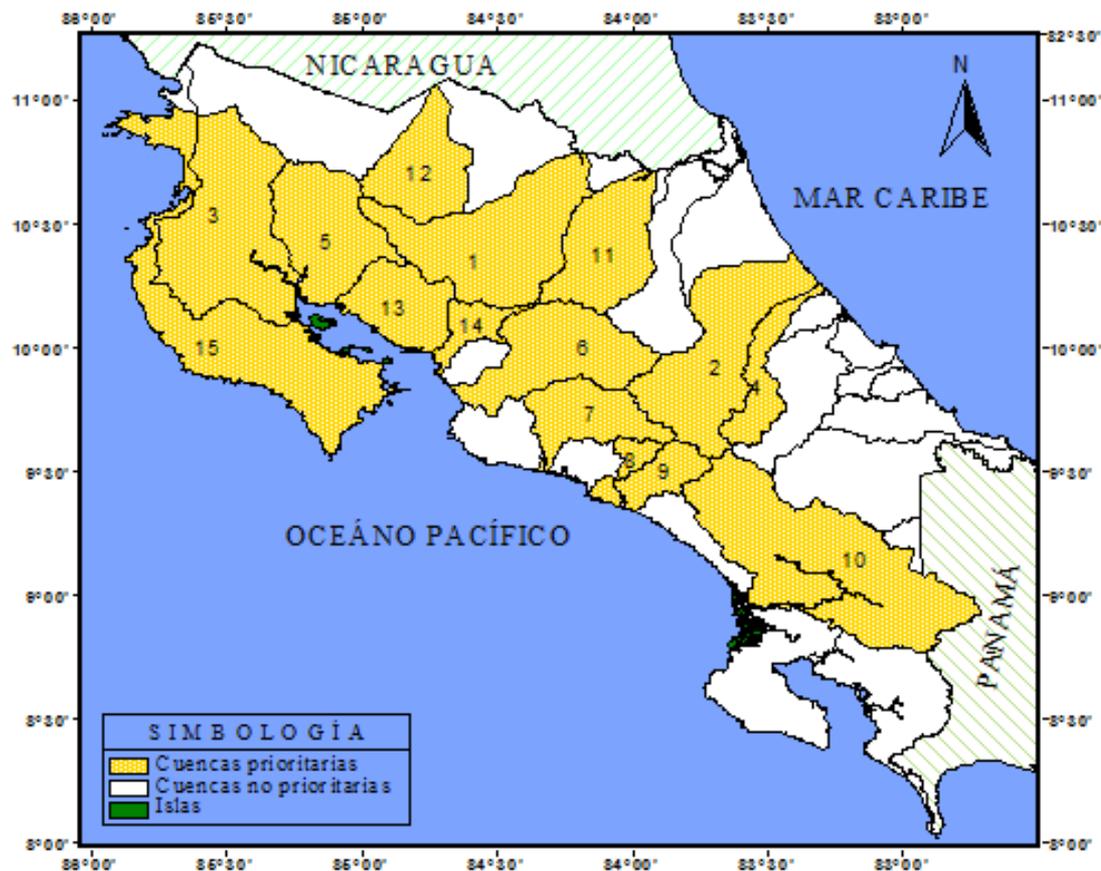


Disponibilidad de agua media anual en lámina, mm



Recarga media anual, mm

Elaboración de Balances Hídricos por Cuencas Hidrográficas



Número	Cuencas	Área (km ²)
1	Río San Carlos	3121.4
2	Río Reventazón	2956.3
3	Río Tempisque	3411
4	Río Pacuare	886.1
5	Río Bebedero	2054.4
6	Río Grande Tárcoles	2173.6
7	Río Parrita	1276.6
8	Río Naranjo	335.5
9	Río Savegre	597
10	Río Grande Térraba	5084.8
11	Río Sarapiquí	2019.5
12	Río Frío	1555.8
13	Río Abangares	1366.8
14	Río Barranca	507.9
15	Península de Nicoya	4209.9
Total		31556.6



Disponibilidad del Recurso Hídrico en Costa Rica

Este trabajo realizó un análisis sobre la disponibilidad del recurso hídrico en Costa Rica y sus proyecciones para el año 2030. Para su estimación se utilizaron dos componentes fundamentales: (1) la demanda de agua a nivel de las cuencas solicitadas y a nivel país; (2) la oferta del recurso hídrico.

(MINAE/IMN/PNUD/CIESA)

Disponible en:

<http://http://cglobal.imn.ac.cr/documento/disponibilidad-de-recursos-hidricos-en-costa-rica>



CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

¡10 Años apoyando la competitividad y el ambiente!

Tel/Fax: (506) 2835904; Tel: (506) 283 6627

100 M. Oeste de la Casa Presidencial. Zapote. San José. Costa Rica

Disponibilidad del Recurso Hídrico en Costa Rica

M.Sc. MARCOS ADAMSON-BADILLA

adamson.b@gmail.com

CONSULTOR SENIOR A CARGO DEL PROYECTO, ECONOMÍA AMBIENTAL

Ph.D. JULIO MASÍS

CONSULTOR SENIOR, HIDROLOGÍA

rivermg.cr@gmail.com

Informe Final

CIESA

Febrero, 2010

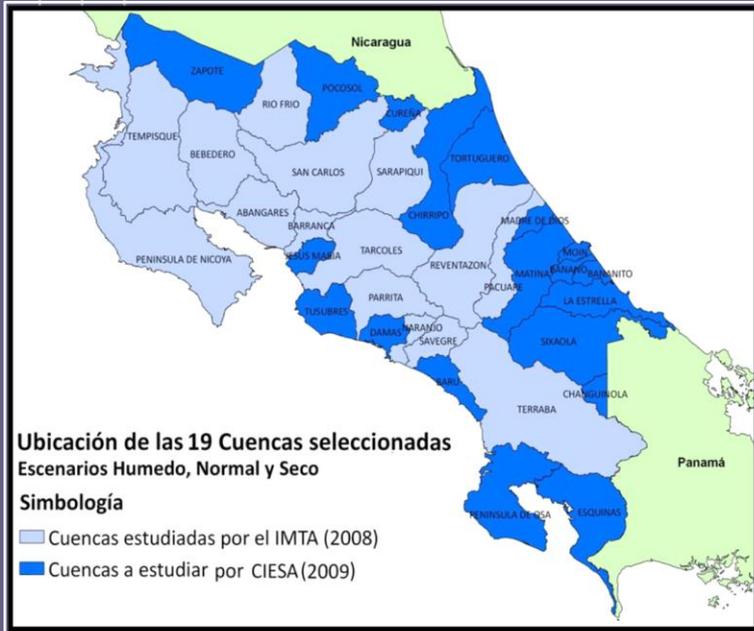


A small globe icon showing the Americas, positioned in the top left corner of the slide. It is surrounded by a circular graphic with four small white dots.

Disponibilidad del Recurso Hídrico en Costa Rica

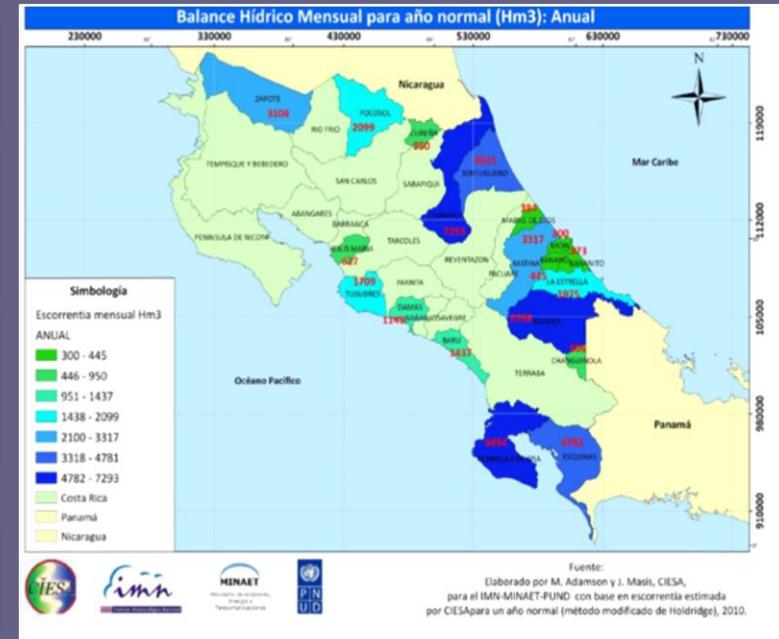
- Estimación de las demandas hídricas basadas en las bases de datos de concesiones y estimaciones de consumo del ICAA, ESPH y MINAE.
- Análisis de concesiones de aguas, nacientes y pozos en el país.
- Estimación de cantidades consumidas de agua por sector de consumo, se basa en modelos estimados econométricamente para Costa Rica.
- Retoma el método de Holdridge y lo modifica al aplicarlo utilizando métodos de SIG.
- Concluyó con los balances hidrológicos que no fueron contempladas en el estudio MINAE-IMTA-BID.

Disponibilidad del Recurso Hídrico en Costa Rica



CIESA, IMN, MINAET, CIESA, IMN, MINAET, PNUD

19 Cuencas de estudio



CIESA, IMN, MINAET, CIESA, IMN, MINAET, PNUD

Balance Hídrico Anual,
para año normal



Estudios de balance hídrico a nivel de cuenca

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de Graduación para optar por el
grado de Licenciatura en Ingeniería Civil

Evaluación de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca alta del río Tempisque



Eduardo Somarriba L.

COMITÉ ASESOR

Director: Rafael Oreamuno V. (UCR)

Asesor: Carlor Obregón Q. (ICE)

Asesor: William Murillo M. (SENARA)

Estudios de balance hídrico a nivel de cuenca

2009

Balance Hídrico en subcuencas de la cuenca alta-media del Río Reventazón

Balance Hídrico
en subcuencas de la alta-media del Río Reventazón.

Para: COMCURE. (Comisión para el ordenamiento de la cuenca alta del río Reventazón).

Elaborado por: Programa de Investigación y Desarrollo Urbano Sostenible (ProDUS) Universidad de Costa Rica.

Financiado por: Programa de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental (PREVDA) ALA/2005/017/550.

Cofinanciado por: Unión Europea y la Secretaría de Integración Centroamericana. (SICA).

(PRODUS) Programa de Investigación en Diseño Urbano Sostenible. Universidad de Costa Rica

(FUNDEVI) Fundación de la Universidad de Costa Rica para la investigación.

Teléfonos: 2283-4815/22834927, Fax:22837634
Correo Electrónico: produs@produs.ucr.ac.cr
Página en Internet: www.produs.uor.ac.cr



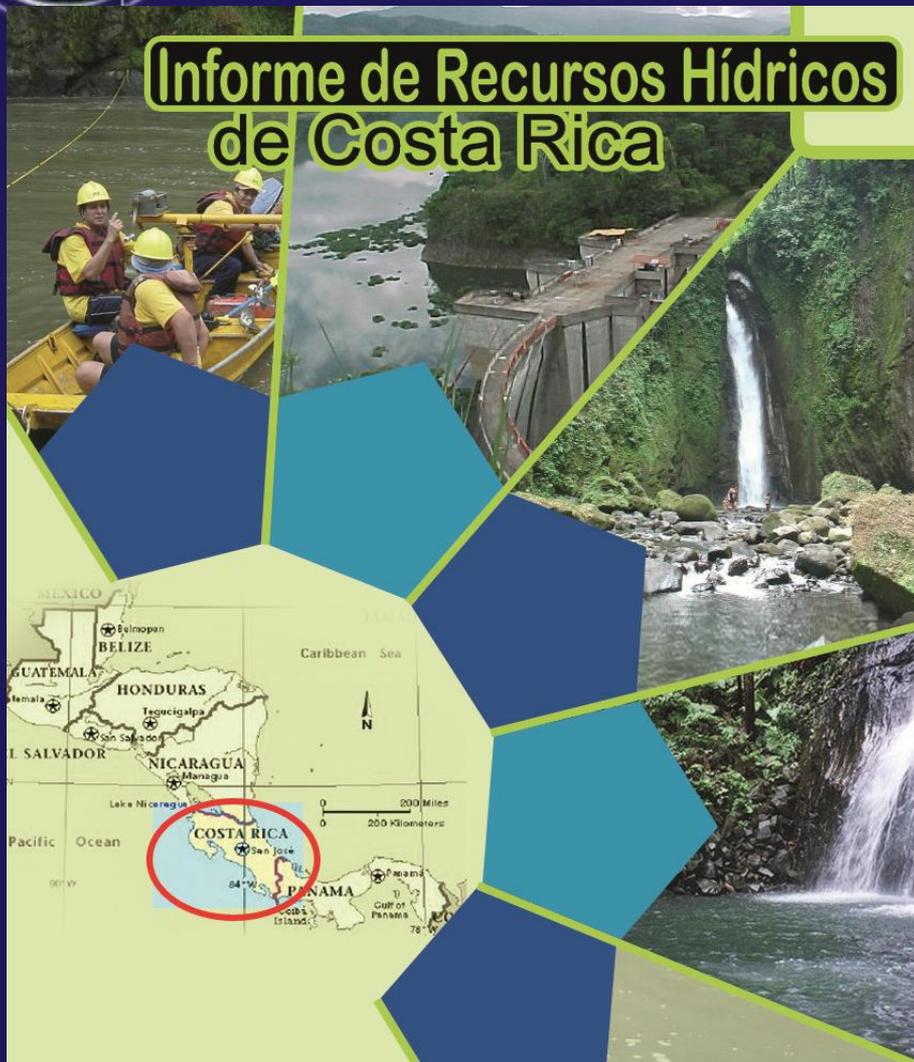
Estudio hidrológico en la cuenca del Río Abangares (CIEDES - UCR)

Ubicación de estaciones medidoras de lluvia y caudal de la UCR en la cuenca del Río Abangares



Resumen de los balances hídricos

Informe de Recursos Hídricos de Costa Rica



Enero 2011



United Nations
World Water
Assessment
Programme



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



UN WATER

Informe de Recursos
Hídricos de Costa Rica



Documento elaborado a solicitud del World Water Assessment Programme de la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)

Recopilación, montaje y edición

María E. Rodríguez Acevedo.
Instituto Costarricense de Electricidad -ICE-

Fabio Herrera Ocampo
Instituto Nacional de Estadística y Censos -INEC-

Recopilación y revisión:
Socil Zapata Molina
Instituto Costarricense de Electricidad -ICE-

Aprobación:
Comité Nacional de Hidrología y Meteorología de
Costa Rica (CONAPHI-CR)

Programme Office on
Global Water Assessment,
Division of Water Sciences, UNESCO
Villa la Columbella
Località Columbella Alta
06134, Columbella, Perugia, Italy

Office tel: +39 075 991 30 11
Fax: +39 075 591 33 23 / 075 691 96 40
www.unesco.org/water/wwap



CONTENIDO

Generalidades e importancia del Balance Hídrico

Balances Hídricos realizados en Costa Rica

**Importancia y estado de la Red de Medición
Hidrometeorológica de Costa Rica y Manejo de la Información**

Conclusiones y Recomendaciones



CONTENIDO

Generalidades e importancia del Balance Hídrico

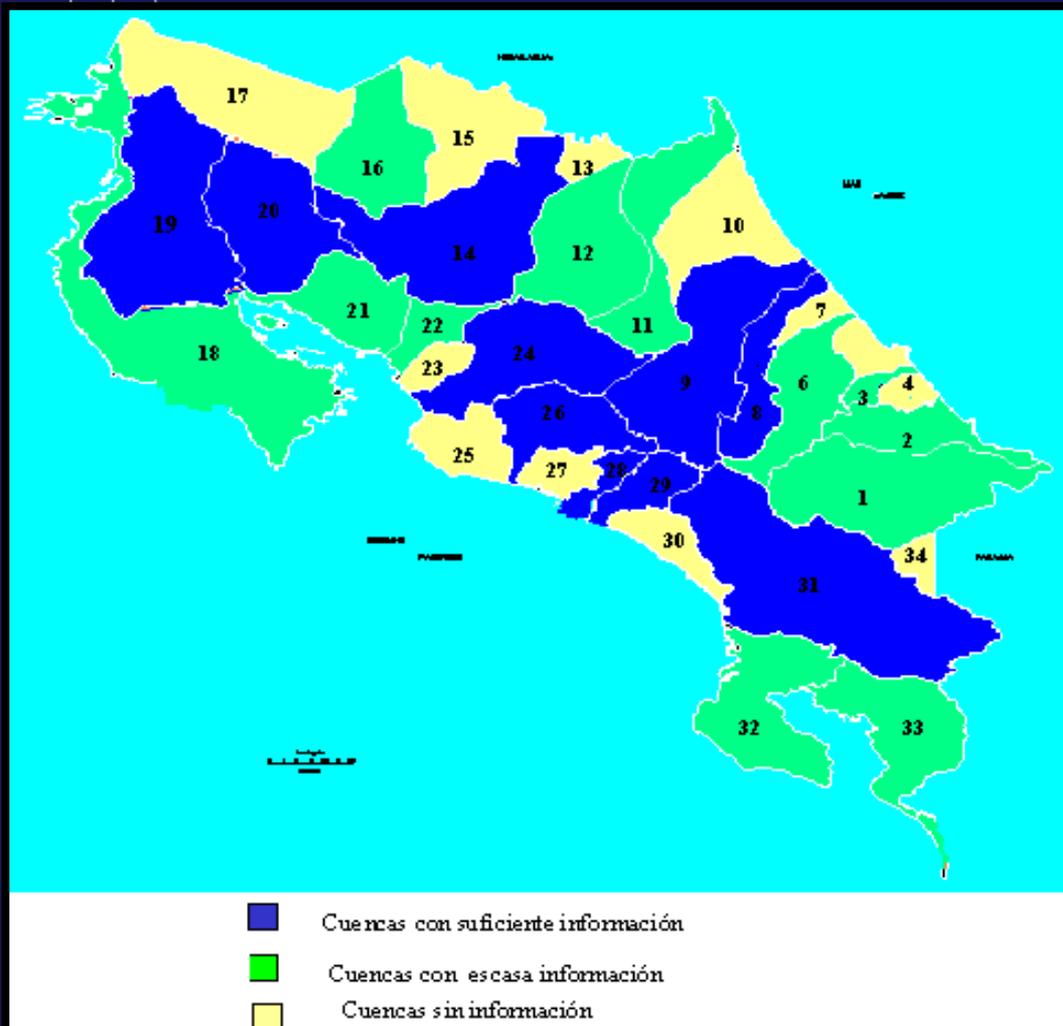
Balances Hídricos realizados en Costa Rica

**Importancia y estado de la Red de Medición
Hidrometeorológica de Costa Rica y Manejo de la Información**

Conclusiones y Recomendaciones

Importancia y estado de la Red de Medición Hidrometeorológica de Costa Rica y Manejo de la Información

Disponibilidad de información en Costa Rica



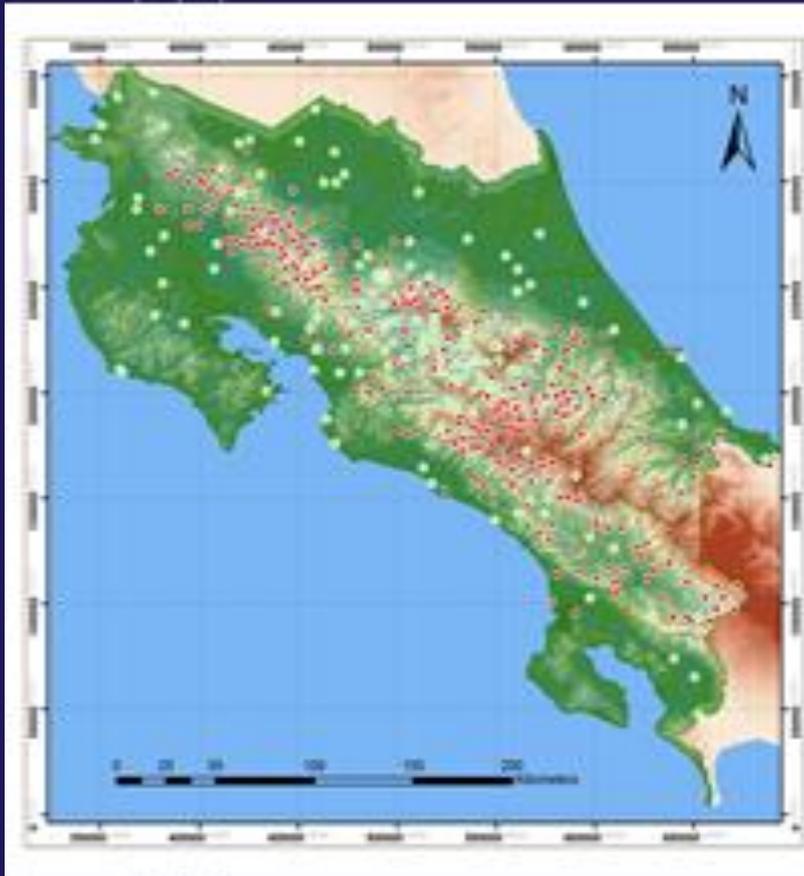
Cantidad de estaciones

Institución	Meteorológicas	Hidrológicas
ICE	260	120
IMN	210	
AyA	8	7
SENARA	20	
CORBANA	11	
Otras	45 (aprox.)	
TOTAL	554	127

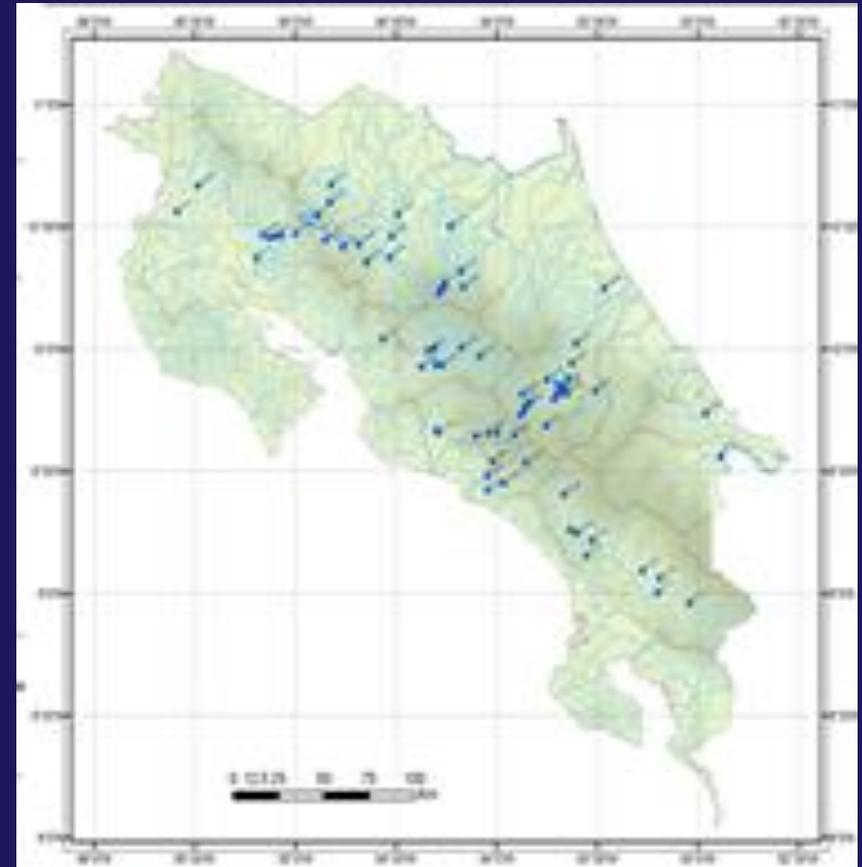


Red Hidrometeorológica de Costa Rica

Estaciones meteorológicas



Estaciones hidrológicas



Fuente: ICE e IMN

A small globe icon showing the Americas, positioned in the top left corner of the slide.

Importancia y estado de la Red de Medición Hidrometeorológica de Costa Rica y Manejo de la Información

- Artículo 17 – Proyecto de Ley para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico 17742:

Creación del Sistema Nacional de Información para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico administrado por la Dirección Nacional de Agua.

Este Sistema debe incluir el balance hídrico nacional, el Registro para la Gestión del Recurso Hídrico, las áreas de protección, el inventario de las aguas superficiales, los acuíferos, las áreas de recarga y los manantiales y otros aspectos.



Importancia y estado de la Red de Medición Hidrometeorológica de Costa Rica y Manejo de la Información

Comité Nacional de Hidrología y Meteorología

(CONAPHI)

ICE
(Electricidad)

Instituto Meteorológico Nacional

ICAA
(Agua Potable)

SENARA
(Riego)

Dirección de Aguas, MINAE

Decreto 77

- Crea Comité para el Decenio Hidrológico Internacional UNESCO
- Agosto 1965 (No Vigente)

Decreto 5503 – P

- Crea Comité Nacional de Hidrología y Meteorología
- Diciembre 1975 (No Vigente)

Decreto 8844

- Reforma Comité Nacional de Hidrología y Meteorología
- Julio 1978 (No Vigente)



CONTENIDO

Generalidades e importancia del Balance Hídrico

Balances Hídricos realizados en Costa Rica

**Importancia y estado de la Red de Medición
Hidrometeorológica de Costa Rica y Manejo de la Información**

Conclusiones y Recomendaciones



CONTENIDO

Generalidades e importancia del Balance Hídrico

Balances Hídricos realizados en Costa Rica

**Importancia y estado de la Red de Medición
Hidrometeorológica de Costa Rica y Manejo de la Información**

Conclusiones y Recomendaciones



Conclusiones

- El balance hídrico herramienta indispensable para el planeamiento y manejo del recurso hídrico.
- El balance hídrico es el reflejo de la riqueza hídrica del país.
- Ha existido una cultura de abundancia.
- De las 34 cuencas del país, 11 tienen suficiente información, 14 escasa y 9 sin información.
- No existe un sistema nacional de información en recurso hídrico, cada institución maneja sus bases de datos.
- Diferentes instituciones han elaborado balances hídricos con diferentes metodologías.
- Poca formación profesional y técnica de capacidades para estudios de balance hídrico a nivel institucional.
- Escasa información o nula, de disponibilidad y calidad del agua, superficial y subterránea, así como lo correspondiente a los patrones de uso, consumo y generación de cargas contaminantes en varias cuencas del país.
- El volumen sobre usos de consumo clasificado es difícil de estimar.



Recomendaciones

- Definir un modelo dinámico de Balance Hídrico para el país, con una misma metodología y que se pueda actualizar con regularidad sin gran inversión de recursos adicionales
- Realizar proyecciones para escenarios futuros, teniendo en cuenta cambios en el uso de la tierra, variabilidad y cambio climático, y posibles cambios en la demanda.
- Representar con mapas que reflejen las condiciones del recurso hídrico a través de índices de escasez, presión y vulnerabilidad del recurso.
- Continuar con el proyecto del Sistema Nacional de Información para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico.
- Reactivar el Comité Nacional de Hidrología y Meteorología con un nuevo decreto que modernice su organización, operación y responsabilidades (CONAPHI).
- Fortalecimiento de la red hidrometeorológica (SAT), a través del canon de aprovechamiento y de asignación de presupuestos institucionales.
- Seguimiento por parte de los responsables a los planes de acción como resultados de las consultorías.
- Realizar el Plan Hidrológico Nacional acorde al Ordenamiento Territorial.



Referencias Bibliográficas

- IMN/PNUD/MINAE/CIESA, (2010, Febrero). *Disponibilidad del Recurso Hídrico en Costa Rica*. Disponible en Instituto Meteorológico Nacional: recursos-hídricos-en-costa-rica
<http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/disponibilidad-de->
- IMTA/MINAE/PNUD, (2008). *Elaboración de balances hídricos por cuencas hidrográficas y propuesta de modernización de las redes en Costa Rica*. San José: Banco Interamericano de Desarrollo, Ministerio de Ambiente y Energía, Instituto Mexicano del Agua .
<http://www.drh.go.cr/textos/balance/plan.pdf>
- OMM (2011). *Guía de prácticas hidrológicas - Volumen I: De la medición a la información hidrológica*. Disponible en Organización Meteorológica Mundial: http://www.whycos.org/chy/guide/168_Vol_I_es.pdf
- OMM. (sf). *MeteoTerm*. Disponible en Organización Meteorológica Mundial: <http://wmo.multicorpora.net/MultiTransWeb/Web.mvc>
- PHI/LAC-SNET,(2006) Balance hídrico dinámico e integrado de El Salvador
<http://www.unesco.org.uy/phi>
- PHI-UNESCO/LAC-/CE-IMN(2007) Balance hídrico superficial de Costa Rica
<http://www.unesco.org.uy/phi>



Referencias Bibliográficas

- PHI-UNESCO/LAC-/CE-IMN(2007) Balance hídrico superficial del Perú a nivel interanual, <http://www.unesco.org.uy/phi>
- MINAE/DGA,(2005) Política Hídrica Nacional , http://www.drh.go.cr/textos/balance/politica_hidrica_30nov09.pdf
- MINAE/DGA, (2005), Estrategia Hídrica GIRH <http://www.drh.go.cr/textos/balance/plan.pdf>
- MINAE/DGA, (2013), Agenda del Agua de Costa Rica.
- CONAPHI de Costa Rica/World Water -UN, (2011), Caso de Estudio: Informe de Recursos Hídricos de Costa Rica (recopilación)
- PNUD/OMM/Gobierno de Costa Rica (1975), Catastro de Caudales Mensuales en Costa Rica.
- PNUD/OMM/Gobierno de Costa Rica (1975), Catastro de Precipitaciones Mensuales en Costa Rica.
- S. Laporte M. (2012) Conferencia del Estado de las Redes de Hidrometeorológicas en Costa Rica.



Gracias por su
Atención