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

Programa Hidrológico Internacional

Balance hídrico superficial de Costa Rica Período 1970-2002

PHI-LAC

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

PHI-VI / Documento Técnico N°10

Instituto Meteorológico Nacional

CNHM Costa Rica

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD

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

Programa Hidrológico Internacional

Balance hídrico superficial de Costa Rica

Período 1970-2002

Documento Técnico del PHI - LAC N° 10

Instituto Meteorológico Nacional

CNHM Costa Rica

CRRH

ICE
INSTITUTO COSTARRICENSE
DE ELECTRICIDAD

Publicado en el 2007 por el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
Dr. Luis P. Piera 1992, 2º piso, 11200 Montevideo, Uruguay.

ISBN 92-9089-107-6 Balance hídrico superficial de Costa Rica. Período: 1970-2002. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N° 10.

© UNESCO 2007

Las denominaciones que se emplean 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, 2007. Balance hídrico superficial de Costa Rica.
Período: 1970-2002. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N° 10.

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

PHI-LAC
Oficina Regional de Ciencias para América
Latina y el Caribe
Unesco Montevideo Dr. Luis P. Piera 1992, 2º piso
11200 Montevideo, Uruguay
Tel.: + 598 2 413 20 75
Fax: + 598 2 413 20 94
E-mail: phi@unesco.org.uy
http://www.unesco.org.uy/phi

PRESENTACIÓN

El proyecto del Balance Hídrico se da como una iniciativa del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe (PHI-LAC), en coordinación con el Comité Nacional de Hidrología y Meteorología de Costa Rica, y a nivel regional con el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH).

La ejecución de este estudio estuvo a cargo del Lic. Rafael E. Chacón M., funcionario del Centro de Servicio Estudios Básicos de Ingeniería, Área de Hidrología. El informe fue revisado por el Lic. Sadí Laporte M., Director del Centro de Servicio de Estudios Básicos de Ingeniería y Presidente del Comité Nacional de Hidrología y Meteorología. Colaboraron también en el estudio: M.Sc. Hugo Herrera S., funcionario del Instituto Meteorológico Nacional, en la elaboración del mapa de evapotranspiración de referencia. El Lic. Porfirio Machado A., la Lic. Alexia Pacheco H., la Lic. Mariana Arce F., y el Ing. José Pablo Cantillano A., en la elaboración de los mapas de isoyetas y caudales específicos, y aplicaciones con los S.I.G., y Jojhanny Arce Vindas en la elaboración de la portada.

Un agradecimiento al Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados, al Servicio Nacional de Riego, Drenaje y Avenamiento, y al Instituto Meteorológico Nacional, por el suministro de datos de precipitación para la elaboración del mapa de isoyetas.

ÍNDICE

RESUMEN 1
1. INTRODUCCIÓN 3
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE COSTA RICA 4
2.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS 4
2.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS GENERALES 5
i. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA 5
ii. CLIMATOLOGÍA DE COSTA RICA 8
3. METODOLOGÍA 11
3.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN 12
i. INFORMACIÓN DISPONIBLE 12
ii. ANÁLISIS DE CALIDAD, RELLENO Y EXTENSIÓN DE REGISTROS DE LLUVIA MENSUAL Y ANUAL 13
iii. ELABORACIÓN DEL MAPA DE ISOYETAS Y ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA AREAL Y SU DISTRIBUCIÓN TEMPORAL 14
3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL 14
i. INFORMACIÓN DISPONIBLE 14
ii. ANÁLISIS DE CALIDAD, RELLENO Y EXTENSIÓN DE REGISTROS DE CAUDAL MENSUAL Y ANUAL 14
iii. ELABORACIÓN DEL MAPA DE CAUDALES ESPECÍFICOS POR CUENCA Y SUBCUENCA, Y SU DISTRIBUCIÓN TEMPORAL 17
3.3 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE LA EVOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL 17
i. INFORMACIÓN DISPONIBLE 17
ii. ANÁLISIS DE CALIDAD, RELLENO Y EXTENSIÓN DE REGISTROS DE TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA, VIENTO Y RADIACIÓN 17
iii. ELABORACIÓN DEL MAPA DE EVOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL Y ESTIMACIÓN DE LA EVOTRANSPIRACIÓN MEDIA AREAL POR CUENCAS 18
4. CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO 20
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS 21
5.1 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN 21
5.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA ESCORRENTÍA 26
5.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA EVOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA 29
5.4 ESTIMACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL POR CUENCAS 32
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34
REFERENCIAS 37
ANEXOS 39
ANEXO 1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS 41
ANEXO 2 LISTA DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS 47
ANEXO 3 SIMBOLOGÍA 49

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1- Mapa relieve de Costa Rica 4
Fig. 2- Zonas climáticas de Costa Rica 7
Fig. 3- Principales cuencas de Costa Rica 11
Fig. 4- Localización de las estaciones meteorológicas utilizadas para la elaboración del mapa de isoyetas 12
Fig. 5- Curvas de doble acumulación para datos anuales de precipitación 13
Fig. 6- Localización de las estaciones hidrológicas utilizadas para la elaboración del mapa de caudales específicos 15
Fig. 7- Correlación de caudales mensuales entre estaciones 16
Fig. 8- Mapa de isoyetas anuales en mm 22
Fig. 9- Distribución mensual de la precipitación en mm 23
Fig. 10- Desviaciones anuales de la precipitación con respecto al promedio 25
Fig. 11- Mapa de caudales específicos de Costa Rica en l/s/km^2 27
Fig. 12- Distribución mensual de la escorrentía en mm 28
Fig. 13- Mapa de evotranspiración de referencia media anual de Costa Rica en mm 30
Fig. 14- Distribución mensual de la evotranspiración potencial de referencia en milímetros por mes 31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Intervalos de variación de los caudales específicos 16
Tabla 2- Balance hídrico por cuencas 32
Tabla 3- Balance hídrico por vertiente y regiones 33

ANEXOS

Tabla 1(a)- Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Caribe, cuenca del Río San Juan 41
Tabla 1(b)- Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Caribe, cuencas de los Ríos San Juan, Tortuguero y Reventazón 42
Tabla 1(c)- Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Caribe, cuencas de los Ríos Reventazón, Pacuare, Madre de Dios, Matina, Moín, Banano, La Estrella y Sixaola 43
Tabla 1(d)- Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Pacífico, cuencas de los Ríos Pen, Nicoya, Tempisque, Bebedero y Abangares 44
Tabla 1(e)- Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Pacífico, cuencas de los Ríos Abangares, Barranca, Jesús María, G. de Tárcoles, Parrita y Damas 45
Tabla 1(f)- Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Pacífico, cuencas de los Ríos Damas, Naranjo, Savegre, Barú, G. de Térraba y Esquinas 46
Tabla 2(a)- Estaciones hidrológicas localizadas en las vertientes del Caribe y Pacífico, cuencas de los Ríos Sixaola, La Estrella, Banano, Moín, Matina, Pacuare, Reventazón, San Juan, Pen, Nicoya y Tempisque 47
Tabla 2(b)- Estaciones hidrológicas localizadas en la vertiente del Pacífico, cuencas de los Tempisque, Bebedero, Abangares, Barranca, G. de Tárocles, Parrita, Naranjo, Savegre y G. de Térraba 48

RESUMEN

De los resultados se infiere que la distribución areal de la precipitación en Costa Rica presenta máximos del orden de los 8000 mm en las regiones de la vertiente del Caribe y zona norte, y la región central de la vertiente del Pacífico Central, y disminuye a valores de 1400 mm en las regiones del Pacífico Norte y Valle Central. La precipitación media areal para el país es de 3297 mm.

La distribución temporal de la precipitación en la vertiente del Pacífico presenta una estación seca que comprende los meses de diciembre a mediados de abril y una estación lluviosa que comprende los meses de mayo a noviembre. Durante los meses de setiembre y octubre se registra la máxima precipitación. Entre los meses de julio y agosto se presenta un mínimo relativo. La distribución temporal de la precipitación en la vertiente del Caribe no muestra una estación seca definida, siendo los meses de menor precipitación marzo y setiembre. En la región costera la máxima precipitación se registra durante el mes de julio con otro máximo secundario durante el mes de diciembre. La región montañosa intermedia, expuesta directamente al flujo del noreste, se caracteriza por tener una mayor pluviosidad durante todos los meses del año. El mínimo de precipitación se registra durante el mes de marzo y el máximo en el mes de julio. El régimen de lluvias de la zona norte se caracteriza por presentar el máximo de lluvia durante el mes de octubre y el mínimo durante el mes de marzo.

La distribución areal de la escorrentía expresada en l/s/km² muestra que para la vertiente del Caribe y zona norte, rangos máximos entre 150 y 180 l/s/km² se registran en las regiones medias de las cuencas de los ríos Banano, Reventazón, Chirripó, Sarapiquí y San Carlos. El rango mínimo con valores entre 30 y 60 l/s/km², se presenta en la región noroeste de la cuenca del río Reventazón, propiamente en las subcuencas del río Navarro y en la cuenca del río Poco Sol, localizada en la zona norte. En la vertiente del Pacífico región norte se registran caudales menores a 30 l/s/km² en la parte baja y 30-60 l/s/km² en las regiones montañosas. En el Valle Central los caudales varían entre 30-60 l/s/km². En el Pacífico central, propiamente en las cuencas de los ríos Naranjo y Savegre, se registran los máximos con valores mayores o iguales a 180 l/s/km². En el Pacífico sur el rango de variación es entre las 30 y 150 l/s/km². La escorrentía media del país es 2215 mm, 70.2 l/s/km².

La distribución areal de la evapotranspiración de referencia en mm en la vertiente del Caribe y zona norte varía entre los 1200 mm en las partes más bajas, hasta los 900 mm en las zonas altas. En la vertiente del Pacífico zona norte varía entre 1200 mm en la zona alta hasta 1900 mm en la parte baja. En el Valle Central varía entre los 1600 mm en las partes bajas y medias, hasta los 1000 mm en la parte alta montañosa. En la región del Pacífico central varía entre 1200 mm en las partes bajas, hasta 900 mm la parte alta. En el Pacífico sur la variación es entre los 1400 mm en la región costera, hasta los 900 mm en la región montañosa alta. La evapotranspiración real media para el país es de 996 mm.

Durante el período 1970-2002 las desviaciones anuales de la lluvia en la vertiente del Caribe y Zona Norte muestran que los años 1970, 1981,1996 y 2002 presentan desviaciones entre 17% y 56 % por encima del promedio. Los años 1985 y 1995 se presentan con desviaciones entre 20% y 40 % por debajo del promedio. En la vertiente del Pacífico Zona Norte los años 1981, 1996 y 1999 presentan desviaciones entre 40% y 66% sobre el promedio. Los años 1976, 1987 y 1997 presentan porcentajes del orden del 37% por debajo del promedio. En la región del Valle Central los años 1974, 1981 y 1988 superan al promedio con porcentajes entre un 24% y 30%. Se destacan como años secos los años 1986 y 2000, con porcentajes entre 24% y 44% por debajo del promedio. En la región del Pacífico sur se distingue un período húmedo que comprende los años 1970-75, sobresaliendo los años 1970, 1971 y

1975 con desviaciones del orden del 29% sobre el promedio. El año 1996 se sitúa con un 31% sobre el promedio. Los años 1976, 1982 y 1992 presentan, respectivamente, desviaciones de 31%, 23% y 25% por debajo del promedio.

1. INTRODUCCIÓN

El continuo acrecentamiento de la población, unido a la excesiva contaminación y aumento de la demanda del recurso agua, hacen que éste ocupe un lugar relevante dentro de las problemáticas del mundo moderno.

En la evaluación de los recursos hídricos, la técnica del balance hídrico se constituye en una herramienta para resolver problemas hídricos, tanto teóricos como prácticos. Esta técnica permite evaluar en forma cuantitativa el recurso hídrico, tanto a nivel temporal como espacial.

El balance se realizó para valores anuales y para un período de 33 años comprendido entre los años 1970 y 2002. Dentro del análisis se incluyen los mapas de precipitación en mm, caudales específicos en l/s/km² y evapotranspiración potencial en mm, en una escala 1:200000. En base a los mapas de precipitación y evapotranspiración se calcularon para cada una de las cuencas la precipitación y evapotranspiración medias, correspondiendo esta información a los volúmenes medios de entrada y pérdida por cada una de las cuencas.

Para el caso de la escorrentía superficial media que corresponde a un área, se tomaron los registros de caudales de las principales estaciones hidrológicas de cada una de las cuencas donde se tenían mediciones. En el caso de las cuencas sin información hidrológica, la escorrentía se estimó con base al método de traslado de caudales por área y precipitación.

También en este informe se presenta un análisis de las características climáticas generales de Costa Rica, comportamiento espacial y temporal de la precipitación en Costa Rica, comportamiento espacial y temporal de la escorrentía, un análisis de desviaciones anuales de la lluvia para el período 1970-2002 y finalmente se presenta una tabla resumen mostrando los resultados del balance para cada una de las 34 cuencas.

Objetivo General

El objetivo de este trabajo es evaluar el recurso agua en las 34 cuencas principales de Costa Rica mediante un balance hídrico superficial. Este análisis permite conocer el volumen de entrada de agua a cada una de las cuencas en forma de lluvia, el volumen que escurre superficialmente, y las pérdidas de volumen por causa de la evaporación de los cuerpos de agua y la transpiración de la vegetación.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE COSTA RICA

2.1 Aspectos geográficos

Costa Rica se localiza en latitudes tropicales limitando al norte con Nicaragua, al sureste con Panamá, al oeste con el Océano Pacífico y al este con el mar Caribe. Su localización está comprendida entre los 08° 00´ y 11° 15´ de latitud norte y entre 82° 30´ y 86° 15´ de longitud oeste. En la Figura 1 se presenta el mapa relieve de Costa Rica, donde se puede apreciar una orografía muy irregular que incluye valles, mesetas y montañas.

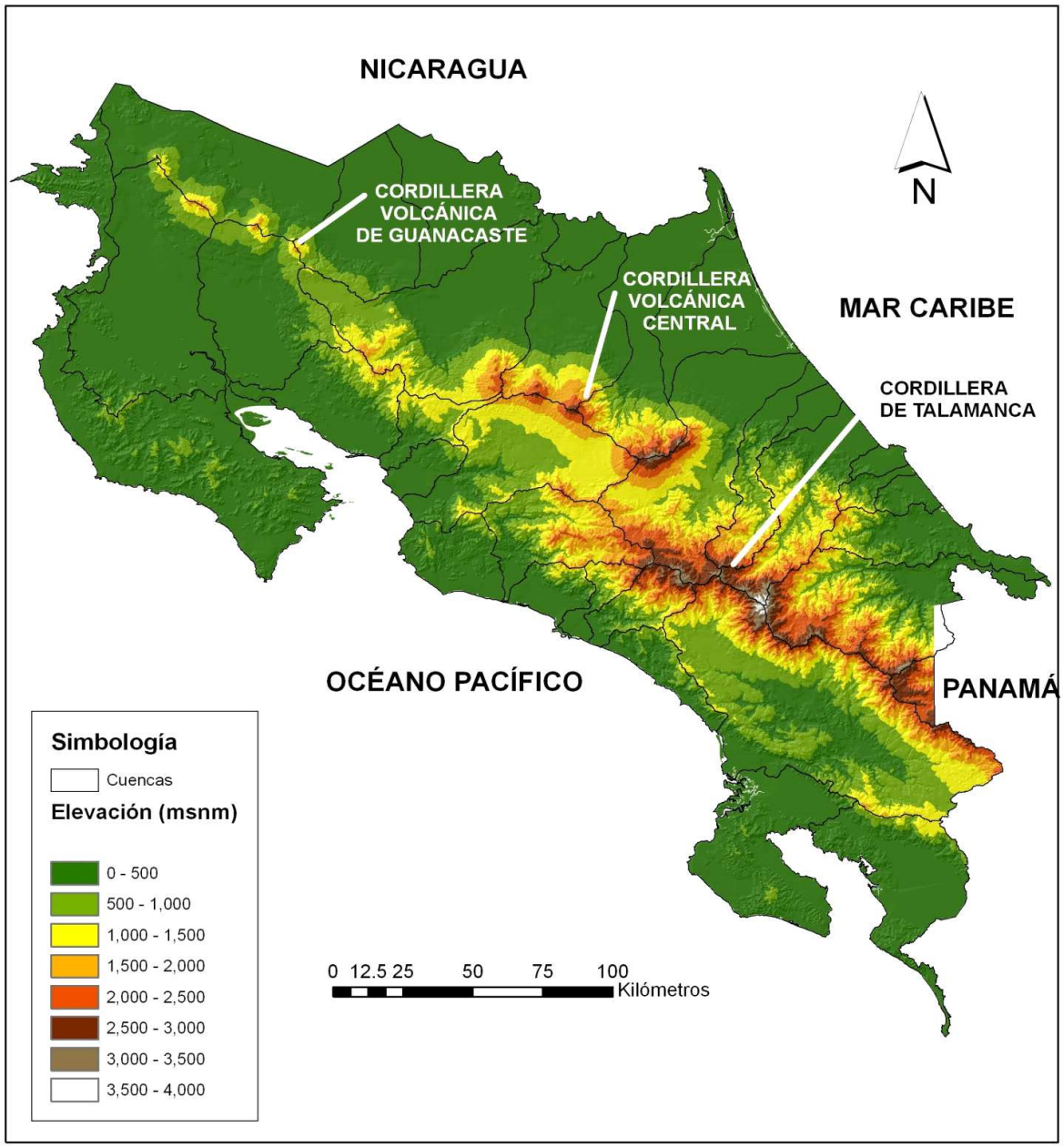


Fig. 1 - Mapa relieve de Costa Rica.

Posee un sistema montañoso central que atraviesa al país de noreste a sureste y está formado por las siguientes cordilleras:

- Cordilleras Volcánicas de Guanacaste y Tilarán
  Estas cordilleras se extienden de noreste a sureste con elevaciones máximas de 2000 metros y se distinguen las depresiones entre los volcanes Rincón de la Vieja, Miravalles y Tenorio.

- Cordillera Volcánica Central
  Esta cordillera sirve de barrera topográfica para todo el Valle Central Occidental; el Volcán Irazú es la máxima elevación con 3432 metros y se distingue la depresión de la Palma entre los volcanes Irazú y Barva.

- Cordillera de Talamanca
  Se localiza al sur de Costa Rica y tiene una orientación de noreste hacia sureste. Posee las mayores elevaciones, siendo el Cerro Chirripó el que posee la mayor con 3819 metros.

2.2 Aspectos climáticos generales

i. Clasificación climática

El relieve de Costa Rica muestra elevaciones que van desde el nivel del mar hasta aproximadamente 3819 metros, esto origina diversos tipos de clima en distancias relativamente cortas. En la Figura 2 se presenta la clasificación climática de acuerdo a Köppen, según la cual en el territorio se distinguen los siguientes tipos de clima:

Vertiente Caribe y Zona Norte

a) Clima Templado Lluvioso Cw ´a

Se presenta en la parte alta de la vertiente Caribe entre los 2000 y 3819 m.s.n.m. Se caracteriza por presentar una disminución en las lluvias durante los meses correspondientes al invierno del hemisferio norte (diciembre a abril). Las lluvias del mes más lluvioso durante el verano del hemisferio norte son 10 veces mayores que las presentes en el mes más seco durante el invierno boreal. La temperatura media del mes más frío es inferior a los 18° C pero superior a los –3° C; el mes más caluroso es cálido con temperaturas superiores a los 20° C.

b) Clima Templado Húmedo Cfa

Se presenta en la parte media superior de la vertiente del Caribe entre los 1000 y 2000 m.s.n.m y en la zona norte 800 y 2700 m.s.n.m. Se caracteriza por no definirse claramente una estación seca; en el mes de menos lluvias la precipitación supera los 30 mm. La temperatura media del mes más frío es inferior a los 18° C pero superior a los –3° C; los meses correspondientes al verano en el hemisferio norte son cálidos, y en el mes más caluroso la temperatura sobrepasa los 22° C.

c) Clima Tropical Lluvioso Afw”

Este tipo de clima afecta principalmente las regiones media inferior y baja de la vertiente Caribe y zona norte entre el nivel del mar y los 800 m.s.n.m. Se caracteriza por presentar variaciones estacionales mínimas en la precipitación, mientras que ambos presentan valores elevados. En el mes más frío las temperaturas son mayores a los 18° C y los valores mínimos de lluvia mensual son de 60 mm o mayores. La temporada de lluvia está dividida en dos, con un corto período de disminución intercalado.

d) Clima Tropical Lluvioso Amw'

Este tipo de clima se presenta en las regiones bajas de la vertiente Caribe zona norte, entre el nivel del mar y los 500 m.s.n.m. Se caracteriza por presentar una estación seca corta, pero el total de lluvia permite el desarrollo del bosque tropical. La lluvia del mes más seco es inferior a los 60 mm, la temperatura del mes más frío supera los 18° C, y el máximo de lluvia ocurre en el otoño boreal.

e) Clima tropical lluvioso Afw'

Este tipo de clima se presenta en las regiones medias de la zona norte entre 500 y 1000 m.s.n.m. Se caracteriza por una variación estacional de las temperaturas y lluvias mínimas, las cuales permanecen altas durante todo el año. El mes más frío sobrepasa los 18° C, la lluvia del mes menos lluvioso es superior a los 60 mm, y el máximo de lluvia ocurre en el otoño boreal.

Vertiente del Pacífico

a) Clima Tropical Lluvioso Amw'

Este tipo de clima se presenta en las zonas bajas y medias de las regiones del pacífico norte, central y sur, entre el nivel del mar y los 1000 m.s.n.m. Se caracteriza por presentar una estación seca corta, pero el total de lluvia permite el desarrollo del bosque tropical; la lluvia del mes más seco es inferior a los 60 mm, la temperatura del mes más frío supera los 18° C, y el máximo de lluvia ocurre en el otoño boreal.

b) Clima Tropical lluvioso y seco Aw'i

Este tipo de clima se presenta en las zonas bajas y medias de las regiones del pacífico norte entre el nivel del mar y los 500 m.s.n.m, y valle central occidental entre el nivel del mar y los 800 m.s.n.m. Se caracteriza por presentar una pronunciada estación seca durante el invierno boreal. El máximo de lluvia ocurre en el otoño, las temperaturas del mes más frío se mantienen sobre los 18° C, la oscilación de la temperatura entre el mes más cálido y el mes más frío es inferior a los 5° C.

c) Clima Templado Lluvioso Cw'a

Se presenta en la parte alta de la vertiente del Pacífico, regiones valle central occidental 800 y 2900 m.s.n.m., y pacífico sur entre los 2000 y 3800 m.s.n.m. Se caracteriza por presentar una disminución en las lluvias durante los meses correspondientes al invierno del hemisferio norte (diciembre a abril). Las lluvias del mes más lluvioso durante el verano del hemisferio norte son 10 veces mayores que las presentes en el mes más seco durante el invierno boreal. La temperatura media del mes más frío es inferior a los 18° C pero superior a los –3° C, el mes más caluroso es cálido con temperaturas superiores a los 20° C.

d) Clima tropical lluvioso Afw'

Este tipo de clima se presenta en las regiones medias de la zona sur entre el nivel del mar y 1000 m.s.n.m. Se caracteriza por una variación estacional de las temperaturas y lluvias mínimas, ambas permanecen altas durante todo el año. El mes más frío sobrepasa los 18° C, la lluvia del mes menos lluvioso es superior a los 60 mm, y el máximo de lluvia ocurre en el otoño boreal.

e) Clima Templado Húmedo Cfa

Se presenta en la vertiente del Pacífico zona sur entre los 1000 y 2000 m.s.n.m, y se caracteriza por no definirse claramente una estación seca. En el mes de menos lluvias la precipitación supera los 30 mm, la temperatura media del mes más frío es inferior a los 18° C pero superior a los –3° C, los meses correspondientes al verano en el hemisferio norte son cálidos, y en el mes más caluroso la temperatura sobrepasa los 22° C.

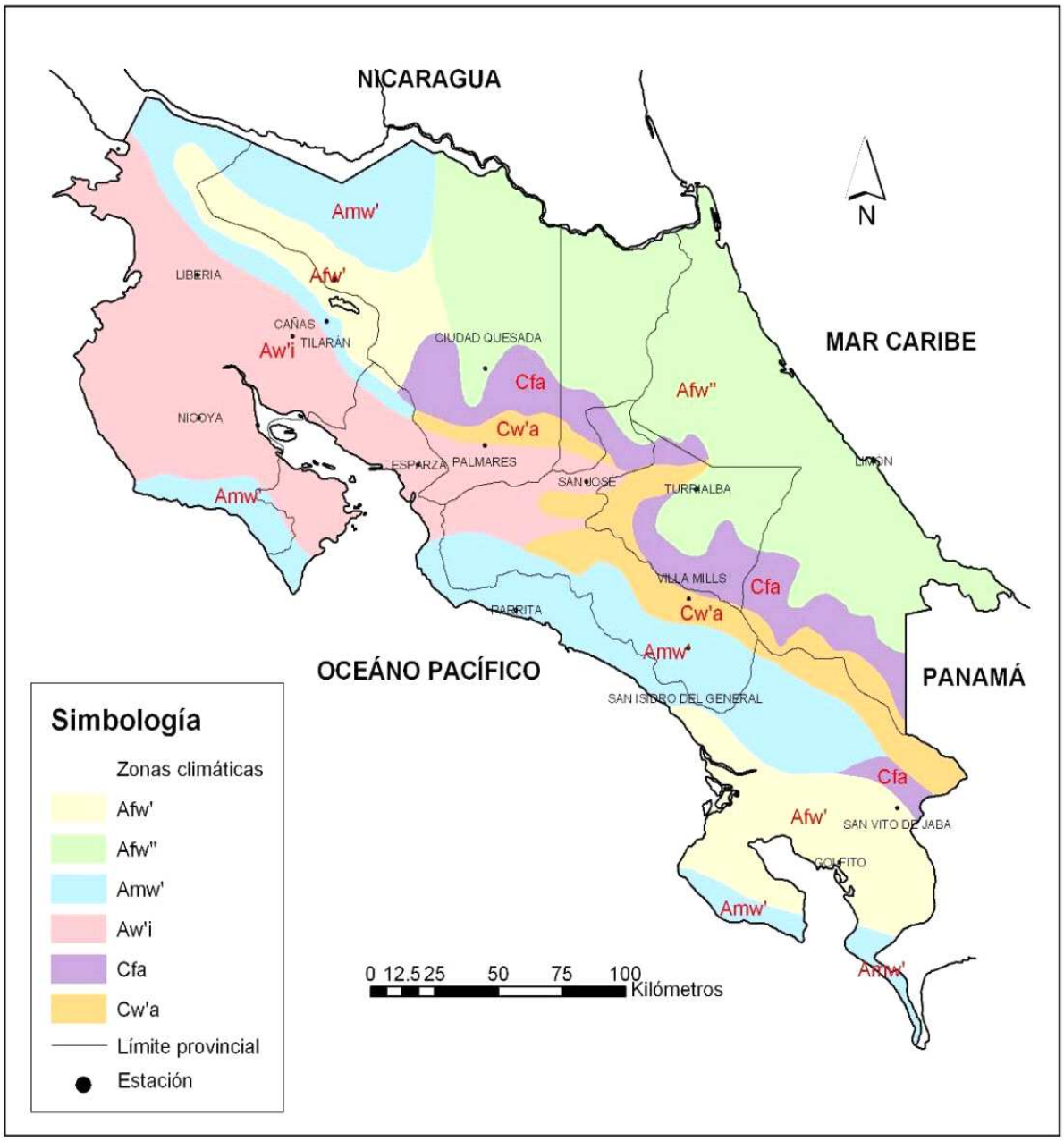


Fig. 2 - Zonas climáticas de Costa Rica. Fuente: Resources Inventory Center, Corps of Engineers, US, Army. (L7- A) 1965.

ii Climatología de Costa Rica

Costa Rica se encuentra localizada en latitudes tropicales donde las variaciones climáticas son menos acentuadas que en latitudes medias. La variación anual más apreciable es la de la precipitación y está asociada principalmente con la combinación de factores como el viento y la orografía.

Régimen de vientos en Costa Rica

De acuerdo a Zárate (1977), los principales sistemas de vientos de escala sinóptica que afectan al país son los vientos alisios, los oestes sinópticos y oestes ecuatoriales.

Los vientos alisios son el flujo con una dirección predominante del este y noreste, siendo el campo de vientos dominante en Costa Rica. Se mantienen durante todo el año, pero son más intensos durante los meses de diciembre a abril.

Los oestes sinópticos son aquellos vientos con componente del oeste, presentes en la troposfera media y baja; afectan al territorio nacional y principalmente la costa pacífica. Se originan por la influencia que ejercen los disturbios ciclónicos en el mar Caribe y norte de Centroamérica. Bajo la influencia de estos vientos se pueden presentar períodos de días secos, “veranillos”, así como períodos lluviosos, dependiendo del espesor de la capa húmeda.

Los oestes ecuatoriales afectan la costa pacífica de Costa Rica desde mediados de abril hasta fines de octubre. Se producen a causa del desplazamiento de la vaguada ecuatorial del ecuador hacia el hemisferio norte, lo que causa que el viento con componente inicial del este se desvíe hacia la baja presión y adquiera componente del oeste entre el ecuador y la vaguada tropical.

Además de los vientos mencionados anteriormente, en el país se encuentran los vientos de mesoescala como la brisa de mar y de valle. El país limita al este y oeste con grandes masas oceánicas y presenta una orografía muy pronunciada. Bajo estas condiciones se desarrollan los sistemas de vientos locales llamados “brisas” que pueden ser de mar, valle o montaña, según Zárate (1978). En el caso de la vertiente del Pacífico, las brisas de mayor importancia en la producción de lluvias son aquellas que soplan desde la costa hacia las cordilleras.

Régimen de Temperatura

En las regiones tropicales la diferencia de temperatura entre una zona y otra está definida por la variación con la elevación sobre el nivel del mar. De acuerdo a Castro (1985), la oscilación anual del promedio mensual de temperatura media diaria en el país no sobrepasa los 3°C entre el mes más frío y el más cálido. Sí son más significativas las oscilaciones diurnas, donde las diferencias medias entre la temperatura máxima y mínima son del orden de los 10°C. Según Castro (1985), la variación de la temperatura con la elevación varía 0.55 ° C /100 metros para las montañas cuyas pendientes dan hacia la vertiente del Pacífico, y 0.52° C /100 metros para las de la vertiente del Caribe. También la distribución temporal de la temperatura es diferente entre una vertiente y otra. La temperatura media anual más alta se presenta en abril para la vertiente del Pacífico, y la más baja entre los meses de setiembre y octubre. En la vertiente del Caribe la temperatura media anual más alta se presenta en mayo o junio, y la más baja entre diciembre y enero.

Régimen de Precipitación

Como se indicó anteriormente, en latitudes tropicales las variaciones climáticas son menos acentuadas que en latitudes medias. Sin embargo, la variación espacial y temporal de la precipitación es muy apreciable, tanto a nivel estacional por influencia de la circulación general, como a nivel local por la interacción del flujo con la pronunciada orografía. Una gran variedad de factores afecta la distribución espacial y temporal de la precipitación. Entre estos se puede mencionar los contrastes topográficos, la cobertura del suelo y las fuertes pendientes, en especial las más expuestas a procesos radiativos que inducen contrastes térmicos importantes en los procesos convectivos (Amador, Chacón y Laporte, 2000).

Otra característica de la precipitación en Costa Rica es que las barreras topográficas favorecen la ocurrencia de precipitaciones de tipo orográfico, en donde la precipitación máxima tiende a localizarse en la mitad de la pendiente entre el nivel del mar y el punto más elevado de las cordilleras (Mendizábal, 1973; Chacón y Fernández, 1985; Fernández, Chacón y Melgarejo,1996). Por otro lado debe considerarse la influencia de otros flujos de viento importantes en el comportamiento de la precipitación en Costa Rica. Estos flujos son los oestes sinópticos y los oestes ecuatoriales, y son consecuencia de la presencia de disturbios de origen ciclónico (huracanes, tormentas tropicales, ondas en los estes) en el mar Caribe; bajo la influencia de este campo, vientos en la vertiente del Pacífico pueden verse afectada por temporales de varios días de duración o veranillos, dependiendo del espesor de la capa húmeda (Zárate, 1978).

También han sido importantes los estudios donde se relacionan sistemas meteorológicos tropicales con precipitaciones intensas y abundantes que afectan al país (Grandoso, 1976,1979; Fernández y Barrantes, 1993; Galo, Fernández y Zárate, 1996) y provocan grandes inundaciones que causan enormes pérdidas económicas, y en algunos casos pérdidas de vidas humanas.

Otro mecanismo importante en la producción de lluvias en la vertiente del Pacífico de Costa Rica es la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que es una extensa línea de confluencia de los vientos alisios del noreste en el Hemisferio norte y del sureste en el Hemisferio sur. La ZCIT, ubicada en las cercanías de la línea ecuatorial, está asociada con grandes masas nubosas y sometida a las variaciones estacionales; su posición media oscila entre los 3º y 9º de latitud norte, alcanzando su posición más septentrional durante el mes de setiembre, influyendo en la producción de lluvias durante la estación lluviosa (de mayo a noviembre).

La vertiente del Pacífico se caracteriza por tener definidas una estación seca que comprende los meses de diciembre a abril, y una lluviosa que comprende los meses de mayo a noviembre. Durante los meses de julio y agosto se presenta un mínimo relativo de precipitación conocido como “veranillo”. También es importante recalcar que durante la época lluviosa la cuenca se ve influenciada por el efecto indirecto de tormentas tropicales y huracanes que producen intensas precipitaciones de varios días de duración, principalmente en los meses de setiembre y octubre.

La vertiente del Caribe se encuentra dominada por los vientos alisios con una dirección media del este-noreste en el Hemisferio norte (Zárate, 1977). El flujo alisio se intensifica durante los meses de diciembre a abril y entre los meses de julio y agosto. Los vientos predominantes en la mitad inferior de la troposfera son del sector este durante todo el año, adquiriendo componente del oeste en la troposfera superior durante el período invernal (Riehl, 1954).

A principios de noviembre y durante el período invernal (meses de diciembre a abril), la componente norte del viento alisio se intensifica. Dicho régimen de vientos está asociado con la incursión de masas de aire polar provenientes del interior de Norteamérica, que se desplazan hacia el sur hasta alcanzar el mar Caribe. Al desplazarse estas masas sobre el Golfo de México, se cargan de humedad y cuando llegan el Istmo Centroamericano interaccionan con la pronunciada orografía, provocando lluvias de tipo orográfico que persisten durante varios días. Estas lluvias se presentan con mayor frecuencia durante los meses de diciembre y enero.

Durante el período de mayo a noviembre la precipitación se caracteriza en general por ser de tipo convectivo, debido al debilitamiento del flujo alisio y por una cortante vertical del viento pequeña.

La vertiente del Caribe se caracteriza por no poseer una marcada época seca; generalmente llueve durante todo el año. La distribución mensual de la precipitación en la zona costera y cercanías presenta dos mínimos, uno en el mes de marzo y otro en el mes de setiembre. La máxima precipitación se registra durante el mes de diciembre, con otro máximo secundario durante el mes de julio. Las regiones montañosas intermedias que están expuestas directamente al flujo noreste, se caracterizan por ser las de mayor pluviosidad. En estas regiones la mínima precipitación se registra en el mes de marzo y la máxima entre los meses de julio y agosto. En las regiones montañosas altas se define un período seco entre los meses de enero a abril, y la máxima precipitación se registra en el mes de octubre. También en la zona norte se presenta un régimen de lluvias con el mínimo en el mes de marzo y el máximo en el mes de octubre.

Finalmente, durante el período 1970-02 se presentaron fenómenos de escalas temporales mayores a la escala anual, que han sido objeto de estudio para identificar el aporte a la variabilidad interanual de la precipitación. Entre estos fenómenos se destaca el ENOS, El Niño-Oscilación del Sur (Amador, Chacón y Laporte, 2000). El ENOS es un fenómeno de interacción océano-atmósfera que está caracterizado por dos fases: El Niño, que se conoce como la fase cálida (Alfaro y Amador, 1996), la cual se identifica por un aumento en las temperaturas superficiales del mar en el Pacífico Tropical y en general se asocia con una disminución de la precipitación estacional de la vertiente del Pacífico en América Central (Fernández y Ramírez, 1991); y La Niña, fase fría que se asocia con una disminución de las temperaturas superficiales del Pacífico tropical con respecto al promedio. De acuerdo a Mora y Amador (2000), durante esta fase hay una tendencia de disminución del flujo alisio, lo que favorece un incremento de la precipitación en la vertiente del Pacífico. Durante el período 1970-2002 los fenómenos ENOS que más afectaron al país con sequías sucedieron en los años 1976-78, 1991-93, y con inundaciones durante los años 1970-72, 1998-2000.

3. METODOLOGÍA

A continuación se describe la metodología utilizada para la determinación de las variables del balance hídrico superficial, considerando la disponibilidad hídrica potencial por cuenca. Dicha metodología incluye:

- Análisis de información de precipitación.
- Análisis de información de escorrentía superficial.
- Análisis de información de la evapotranspiración potencial.

En la Figura 3 se presentan las 34 cuencas principales del país. En la vertiente del Caribe y zona norte se localizan 18 cuencas, siendo la cuenca 69-14 del río San Carlos la de mayor extensión con 3121.4 km². En la vertiente del Pacífico se localizan las restantes 16 cuencas, donde la cuenca 98-31 Grande de Térraba es la de mayor extensión con 5085 km².

Nomenclatura regional	N°	Nombre	Area(km²)
87	1	Rio Sixaola	2336.1
85	2	Rio LaEstrella	1005.9
83	3	Rio Banano	207.5
83	4	Rio Bananito y Otros	208.5
81	5	Rio Moin y Otros	364.9
79	6	Rio Matina	1419.8
77	7	Rio Madre de Dios y Otros	246.3
75	8	Rio Pacuare	886.1
73	9	Rio Reventazón - Parismina	2956.3
71	10	Rio Tortuguero y Otros	1321.1
69	11	Rio Chirripó	1399.2
69	12	Rio Sarapiquí	2019.5
69	13	Rio Cureña	328.5
69	14	Rio San Carlos	3121.4
69	15	Rio Poco Sol y Otros	1720.9
69	16	Rio Frio	1555.8
69	17	Rio Zapote y Otros	2599.2
72	18	Rios Pen. Nicoya y Costa Norte	4209.9
74	19	Rio Tempisque	3411.0
76	20	Rio Bebedero	2054.4
78	21	Rio Abangares y Otros	1366.8
80	22	Rio Barranca	507.9
82	23	Rio Jesús Maria	361.8
84	24	Rio Grande de Tárcoles	2173.6
86	25	Rio Tusubres y Otros	833.7
88	26	Rio Parrita	1276.6
90	27	Rio Damas y Otros	461.6
92	28	Rio Naranjo	335.5
94	29	Rio Savegre	597.0
96	30	Rio Barú y Otros	565.0
98	31	Rio Grande de Térraba	5084.8
100	32	Rios Peninsula de Osa	1972.8
100	33	Rio Esquinas y Otros	1832.3
91	34	Rio Changuinola, parte de C. R	258.6
		Territorio Insular	100.0
		Area total	51100.0

Fig. 3 - Principales cuencas de Costa Rica

3.1 Análisis de información de precipitación

i. Información disponible

Para la elaboración del mapa de isoyetas del país se utilizaron 153 registros de lluvia de estaciones localizadas en la vertiente Caribe y 166 en la vertiente del Pacífico. Dichos registros fueron suministrados principalmente por instituciones como el ICE, IMN, A y A y SENARA. En el Anexo 1 se presentan las Tablas 1(a) al 1(f) con la lista de estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio. En las tablas se suministran, para cada estación, las coordenadas geográficas, la elevación, la institución que la opera y la fecha a partir de la cual se cuenta con registro. En la Figura 4 se muestra la localización de las estaciones en el país.

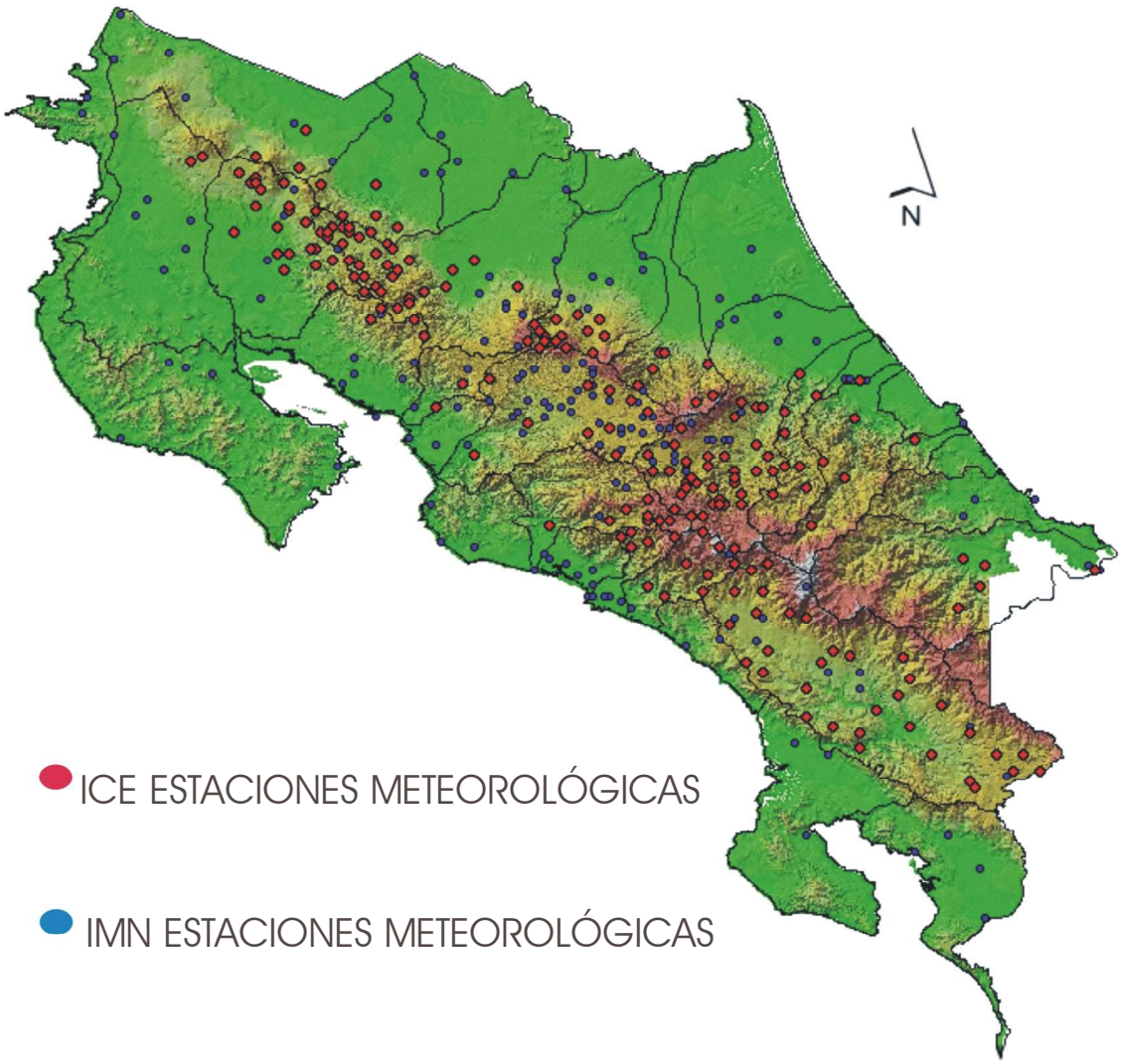


Fig. 4 - Localización de las estaciones meteorológicas utilizadas para la elaboración del mapa de isoyetas.

ii. Análisis de calidad, relleno y extensión de registros de lluvia mensual y anual

La primera actividad que se desarrolló al efectuar la evaluación espacial de la precipitación fue verificar que el período del registro de precipitación a utilizar (1970-2002) fuese consistente.
Para la verificación de la lluvia anual se utilizó el método de curvas de doble acumulación (CDA).

Para el cálculo del Patrón de precipitaciones anuales (PPA) se tomó el promedio de los datos anuales de precipitación de varias estaciones, considerando características climáticas semejantes, ubicación y elevación. A manera de ejemplo, en la Figura 5 se presenta las gráficas de análisis de doble masa para varias estaciones.

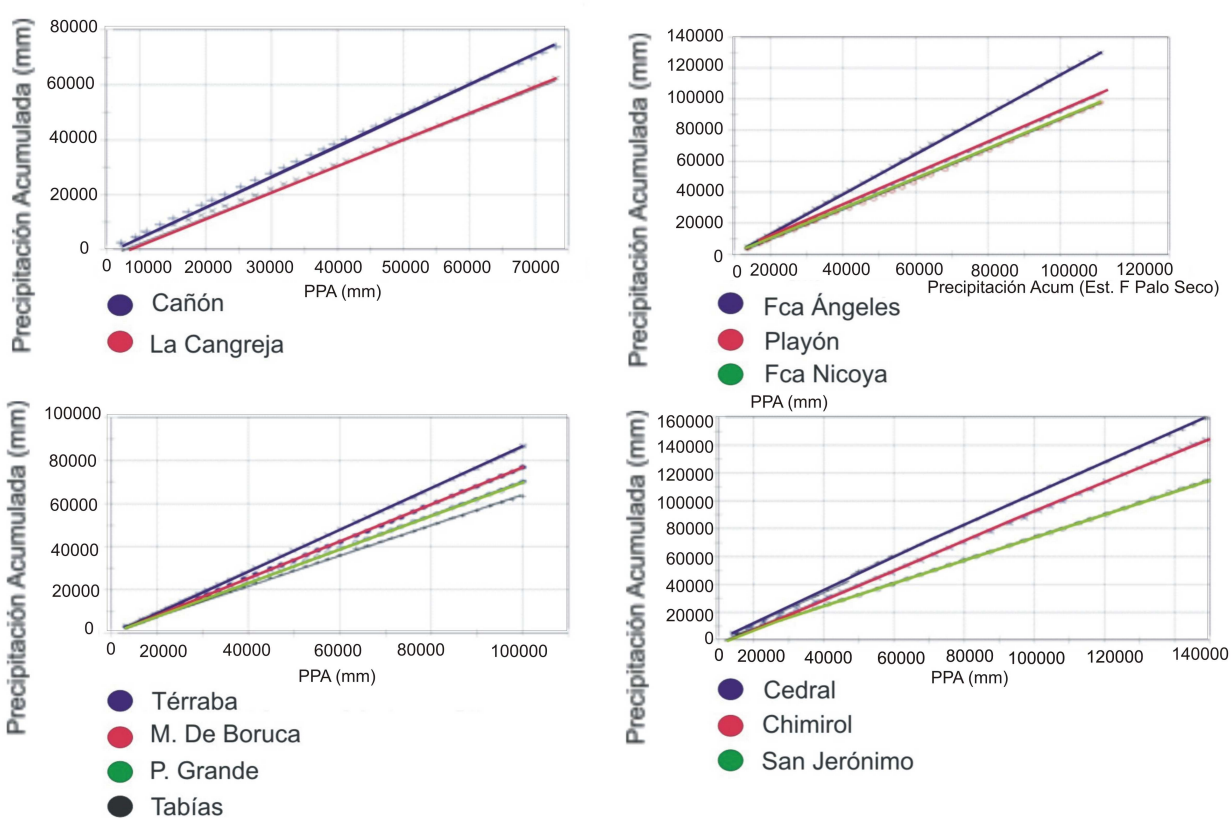


Fig. 5- Curvas de doble acumulación para datos anuales de precipitación.

Para la extensión y relleno de la información se utilizaron los siguientes métodos:

a) Correlación lineal mensual entre estaciones
b) Método de las normales

$$P_x = \frac{\overline{P_x}}{3}\left(\frac{P_a}{\overline{P_a}} + \frac{P_b}{\overline{P_b}} + \frac{P_c}{\overline{P_c}}\right) \qquad \textbf{(1)}$$

donde:

$\overline{P_a}, \overline{P_b}, \overline{P_c}$ = promedio de las precipitaciones anuales registradas en las estaciones A, B, C, y X de un período común.

P_a, P_b, P_c = precipitación en las estaciones A, B y C durante el período que le falta en la estación X.

Para las cuencas que no contaban con suficiente información se hizo una transferencia de información con base a cuencas de características climatológicas y fisiográficas semejantes. La transferencia de información se hizo con base a la definición de perfiles de variación de la precipitación con la elevación.

Finalmente, el trazado manual del mapa de isoyetas para cada una de las cuencas se realizó de acuerdo a los siguientes intervalos: 1000, 1200, 1400, 1600, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 6500, 7500 y 8000 mm. De acuerdo a lo acordado en la reunión del PHI–UNESCO realizada en México en abril 2005.

iii. Elaboración del mapa de isoyetas y estimación de la precipitación media areal y su distribución temporal

La elaboración del mapa de isoyetas se realizó manualmente, considerando como unidad de trabajo la cuenca y regiones climáticas de acuerdo a la información disponible. Para la estimación de la precipitación media areal por cuencas se utilizó el programa HydroDEM que consiste en una serie de rutinas que mejoran la capacidad de IDRISI para el manejo de los MED (modelos de elevación digital) con una perspectiva hidrológica.

Para la caracterización del régimen pluviométrico de Costa Rica se escogieron las estaciones más representativas de los diferentes regímenes pluviométricos y se realizó un análisis del comportamiento mensual. A nivel anual y para el período de estudio 1970-2002 se hizo un análisis de las desviaciones de cada año con respecto al promedio.

3.2 Análisis de información de escorrentía superficial

i. Información disponible

Para la elaboración del mapa de caudales específicos del país se utilizaron 43 registros de caudal de estaciones localizadas en la vertiente Caribe y 47 en la vertiente del Pacífico. En el Anexo 1 se presentan las Tablas 2(a) y 2(b) con la lista de estaciones hidrológicas utilizadas en el estudio. En las tablas se suministran para cada estación, el nombre, cuenca, río, área, las coordenadas geográficas, elevación y fecha a partir de la cual se cuenta con registro. En la Figura 6 se muestra la localización de las estaciones en el país.

ii. Análisis de calidad, relleno y extensión de registros de caudal mensual y anual

A la información de caudales recopilada para el período 1970-2002 se le hizo un análisis de consistencia verificando la información anual por el método de las curvas de doble masa y corrigiendo mediante métodos estadísticos la información mensual que presentara saltos significativos para un nivel de confianza del 95 por ciento.

El relleno y extensión de los registros de caudales mensuales se realizó mediante correlación (lineal, potencial) entre estaciones, utilizando la de mejor ajuste. En general se obtuvieron coeficientes de determinación, R^2, superiores a 0.60. Por ejemplo en la Figura 7 se presentan dos ejemplos de correlación mensual entre estaciones.

Fig. 6 – Localización de las estaciones hidrológicas utilizadas para la elaboración del mapa de caudales específicos.

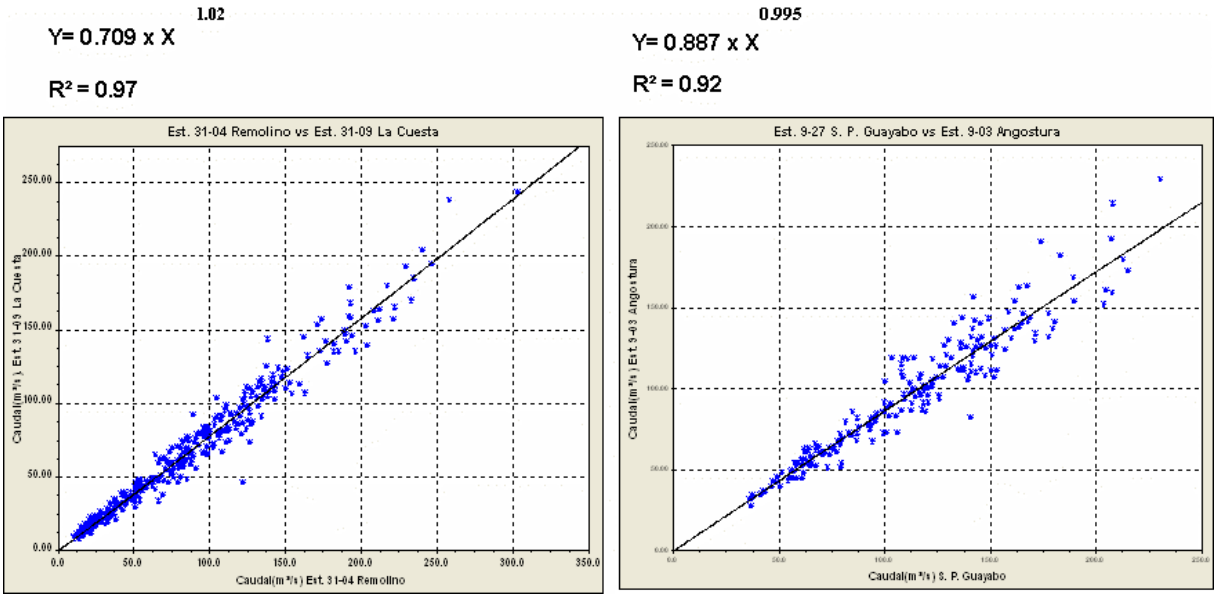


Fig. 7 - Correlación de caudales mensuales entre estaciones.

La estimación de caudales en sitios con información de caudales insuficiente, se realizó considerando cuencas con características hidrometeorológicas y fisiográficas similares, y con base a la siguiente relación:

$$Q_x = \frac{A_x < \overline{P_x} >}{A_b < \overline{P_b} >} Q_b \quad \textbf{(2)}$$

donde:

$A_x, A_b =$ áreas de las cuencas sin información y con información hidrológica.

$< \overline{P_x} >, < \overline{P_b} > =$ precipitaciones medias areales en las cuencas con información hidrológica y sin información hidrológica.

$Q_x, Q_b =$ caudales a estimar y caudales en la cuenca con información hidrológica.

Finalmente, el trazado del mapa para cada una de las cuencas y subcuencas se realizó de acuerdo a los intervalos que se presentan en la Tabla 1.

Tabla. 1 - Intervalos de variación de los caudales específicos

q ≤ 30 lts/s/km²
60 < q > 30
90 < q > 60
90 < q > 120
120 < q > 90
120 < q > 150
150 < q > 180
q ≥ 180 lts/s/km²

iii. Elaboración del mapa de caudales específicos por cuenca y subcuenca, y su distribución temporal

El trazado se realizó partiendo de la parte alta de la cuenca hacia aguas abajo. A cada subcuenca le corresponde un valor de caudal dado por:

$$q_{i+1} = \frac{Q_{i+1} - \sum Q_i}{A_{i+1} - \sum A_i} \quad \textbf{(3)}$$

donde :

Q_{i+1} = caudal registrado en el punto *i*+1.

Q_i = caudales observados en los puntos *i* que limitan la cuenca aguas arriba.

A_{i+1} = superficie de la cuenca total controlada por el punto *i*+1.

A_i = superficie de las cuencas controladas por los puntos *i*.

La elaboración del mapa de caudales específicos se realizó por subcuenca y cuenca, utilizando los caudales registrados en 90 estaciones hidrológicas, y los caudales estimados en varias estaciones virtuales mediante la relación (2). El trazado se realizó de acuerdo a los intervalos que se presentan en la Tabla 1, la relación (3) y la aplicación del programa HydroDEM.

Para la caracterización del régimen de escorrentía a nivel mensual se escogieron las estaciones más representativas de las vertientes Caribe y Pacífico.

3.3 Análisis de información de la evapotranspiración potencial

i. Información disponible

Para la elaboración del mapa de evapotranspiración potencial de referencia del país, el Instituto Meteorológico Nacional utilizó 75 registros de estaciones climatológicas principales que contaban con registros de temperatura, humedad relativa, radiación, insolación y viento. En el Anexo 1 se presentan las Tablas 1(a) a 1(f) con la lista de estaciones meteorológicas tipo A y B utilizadas en el estudio. En las tablas se suministran, para cada estación, las coordenadas geográficas, la elevación, institución a la que pertenece y opera, y fecha de instalación.

ii. Análisis de calidad, relleno y extensión de registros de temperatura, humedad relativa, viento y radiación

La temperatura media mensual se obtuvo a partir de un promedio de la temperatura promedio máxima y la temperatura promedio mínima. Para el relleno de información de temperatura se utilizó el perfil térmico que permitió estimar el gradiente térmico vertical de 0.6 ºC por cada 100 metros.

El promedio mensual de humedad relativa se obtuvo a partir de los valores horarios.

Para los datos de velocidad del viento se utilizó la ecuación potencial para reducir el dato de 10 metros de altura a 2 metros.

En varias estaciones meteorológicas se estimó la radiación global mediante la fórmula modificada de Amstrong, Prescott (1940).

iii. Elaboración del mapa de evapotranspiración potencial y estimación de la evapotranspiración media areal por cuencas

Para la elaboración del mapa el IMN utilizó principalmente la fórmula Penman-Monteith, que dice que la evapotranspiración de referencia es la tasa de evapotranspiración de un cultivo hipotético, cuya altura se asume que es de 12 cm, tiene una resistencia de cultivo de 70 [s/m] y un albedo de 0.23. Esto se asemeja a la evapotranspiración de una superficie extensa de gramilla verde, de altura uniforme, creciendo activamente, cubriendo completamente la superficie del suelo y sin deficiencia de agua, FAO, 1991.

La evapotranspiración de referencia es, esencialmente, equivalente a la evapotranspiración potencial según ASCE, 1990.

Dicha fórmula, una vez que se le introducen los valores de resistencia, albedo, etc. queda de la siguiente forma:

$$ETo = [0.408\Delta(Rn-G) + \gamma\ 900U2(e_s - e_a) / (T+273)] / [\Delta+\gamma(1+0.34U2)] \qquad (4)$$

donde:

ETo	=	evapotranspiración de referencia [mm/día]
Δ	=	pendiente de la curva de presión de vapor [kPa /°C]
Rn	=	radiación neta [Mj/m²/día]
G	=	flujo de calor en el suelo [Mj/m²/día]
γ	=	constante psicrométrica [kPa /°C]
T	=	temperatura media del aire [°C]
U2	=	velocidad del viento a 2 m de altura sobre el suelo [m/s]
$(e_s - e_a)$	=	déficit de la presión de vapor [kPa]

Como fórmula auxiliar se usó una de Hargreaves, cuya expresión es:

$$ETo = 0.0023 \cdot Ra \cdot \sqrt{T_{max} - T_{min}} \cdot (T+17.8)0.408 \qquad (5)$$

donde:

ETo = evapotranspiración de referencia [mm/día]
Ra = radiación solar global en el tope de la atmósfera [Mj/m²/día]
Tmax y T min = temperaturas máxima y mínima del aire
T = temperatura media del aire [C]

Con los datos climáticos medios mensuales se realizó el cálculo de la evapotranspiración de referencia. El valor anual se obtuvo al sumar los valores medios mensuales de los 12 meses.

Los rangos de los valores de la evapotranspiración de referencia se definieron entre los 2000 mm por año en las regiones más secas del territorio nacional hasta alrededor de 800 en las partes más altas y frías.

El trazado del mapa se hizo en forma manual en una escala 1: 200000, luego se escaneó y se pasó a formato digital. Se utilizaron los programas Arc/view y Map/info. Para la estimación de la evapotranspiración potencial media areal para cada subcuenca y cuenca se utilizó el programa HydroDEM.

Para el cálculo de la evapotranspiración real se consideraron los coeficientes de cultivo, Kc, suministrados por la FAO (1990) y el mapa de uso de la tierra del país (1997); estimándose la evapotranspiración real de acuerdo a la relación:

$$ETR = Kc * ETP \qquad (6)$$

4. CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO

Si consideramos áreas relativamente extensas y períodos largos de tiempo en donde los almacenamientos se minimizan, el balance en cualquier punto de las cuencas se calculó mediante la siguiente relación:

$$< \overline{P} > - < \overline{Q} > - < \overline{E}TR > + \eta = 0 \qquad (7)$$

Donde:

$< \overline{P} >$ = precipitación media temporal y espacial

$< \overline{Q} >$ = escorrentía media temporal y espacial

$< \overline{E}TR >$ = evapotranspiración real media temporal y espacial

η = error de medición

El período para el cálculo del balance hídrico fue de 33 años, de 1970 a 2002. El balance se realizó en forma anual, considerando despreciable las variaciones de almacenamiento. El cálculo del balance se realizó para cada una de las 34 cuencas principales del país.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Distribución espacial y temporal de la precipitación

En la Figura 8 se presenta la distribución espacial de la precipitación mediante el mapa de isoyetas para Costa Rica, y que comprende el período 1970-2002.

En el mapa se puede observar que a nivel espacial existe una gran variabilidad en la precipitación causada por una pronunciada orografía y la interacción de ésta con el flujo. Para el caso de la vertiente del Caribe, la precipitación varía entre los 1600 mm en la parte alta de la región noroeste de la cuenca del río Reventazón, hasta los 7600 mm en la región central de la misma cuenca a una elevación de 2000 m.s.n.m. Este máximo de lluvia se debe en parte a la canalización del viento con dirección noreste de la cordillera de Talamanca, que favorece el desarrollo de mucha nubosidad. En la zona costera la precipitación varía entre 3000 mm en la región central, hasta los 5000 mm en la región norte.

Las cuencas de los ríos Chirripó, Sarapiquí y San Carlos se localizan en la vertiente del Caribe (Zona Norte), en estas cuencas la precipitación anual varía entre los 3600 mm en las regiones bajas de la cuenca, hasta los 8000 mm en la regiones intermedias que están expuestas directamente al viento alisio con una dirección media predominante durante el día del este y noreste. En las regiones más altas de las cordilleras la precipitación varía entre los 3200 y 4000 mm, y en las llanuras del norte entre 2400 y 3200 mm.

En la vertiente del Pacífico zona norte, que comprende las cuencas de los ríos Tempisque, Bebedero, Abangares y otros en las regiones bajas, la precipitación varía entre 1600 y 2000 mm; en la región montañosa intermedia y alta la precipitación varía entre los 2000 y 3200 mm. En la región del Valle Central occidental que comprende principalmente las cuencas de los ríos Grande de Tárcoles y Tusubres la variación de la precipitación es de 2000 mm en la zona central de la cuenca, del Tárcoles, hasta los 4000 mm, en la zona noreste donde se localizan las principales depresiones que permiten la incursión de humedad proveniente de la vertiente del Caribe. Otro máximo de 4000 mm, se localiza en la cuenca del río Tusubres, producto de la interacción del flujo con dirección oeste y la pronunciada orografía. La región del Pacífico central comprende las cuencas de los ríos Parrita, Damas, Naranjo, Savegre y Barú. En esta región la precipitación varía entre los 2000 mm en la parte alta de la cuenca del río Parrita, hasta los 7200 mm en las zonas intermedias de las cuencas de los ríos Naranjo y Savegre, obedeciendo este máximo en parte a la interacción del flujo con dirección oeste, con la pronunciada orografía que caracterizan estas cuencas. Finalmente, en la región del Pacífico sur que comprende las cuencas de los ríos Grande de Térraba, Península de Osa y Esquinas y Otros. En la cuenca del río Grande de Térraba la precipitación varía entre los 2000 mm en la zona del valle del General, hasta los 5600 mm en la zona montañosa intermedia. En las partes más altas de la cordillera de Talamanca la precipitación disminuye a 2800 mm.

En la Figura 9 se presenta la distribución mensual de la precipitación para los regímenes más representativos del país.

Para la región costera de la vertiente del Caribe se presenta la distribución mensual de la precipitación en la estación 81-003 Limón. Se pueden observar dos mínimos de precipitación bien definidos, uno que comprende el mes de marzo y el otro entre los meses de setiembre y octubre, siendo setiembre el de menor precipitación. La máxima precipitación se registra durante el mes de julio con otro máximo secundario durante el mes de diciembre.

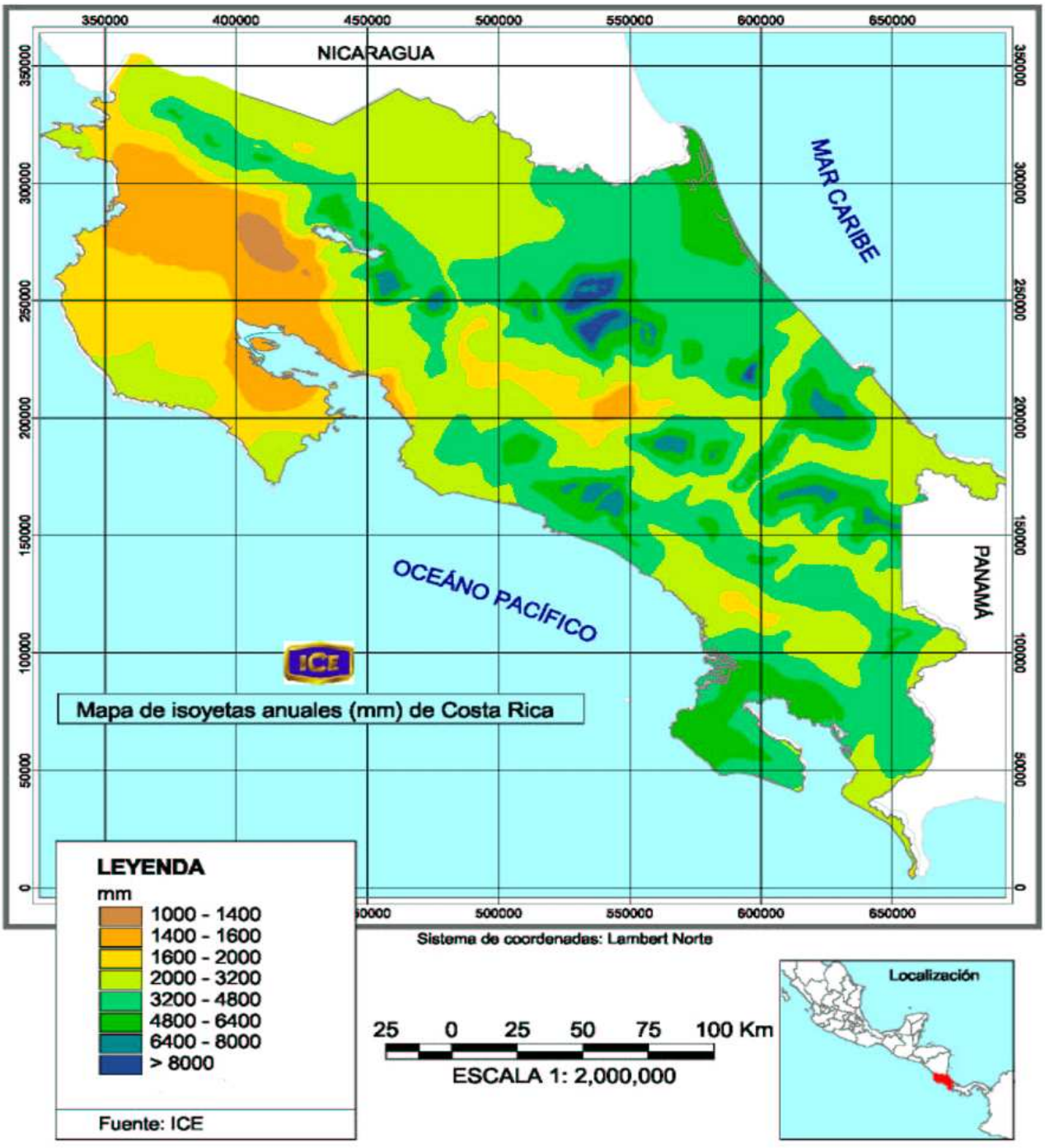


Fig. 8 - Mapa de isoyetas anuales en mm.

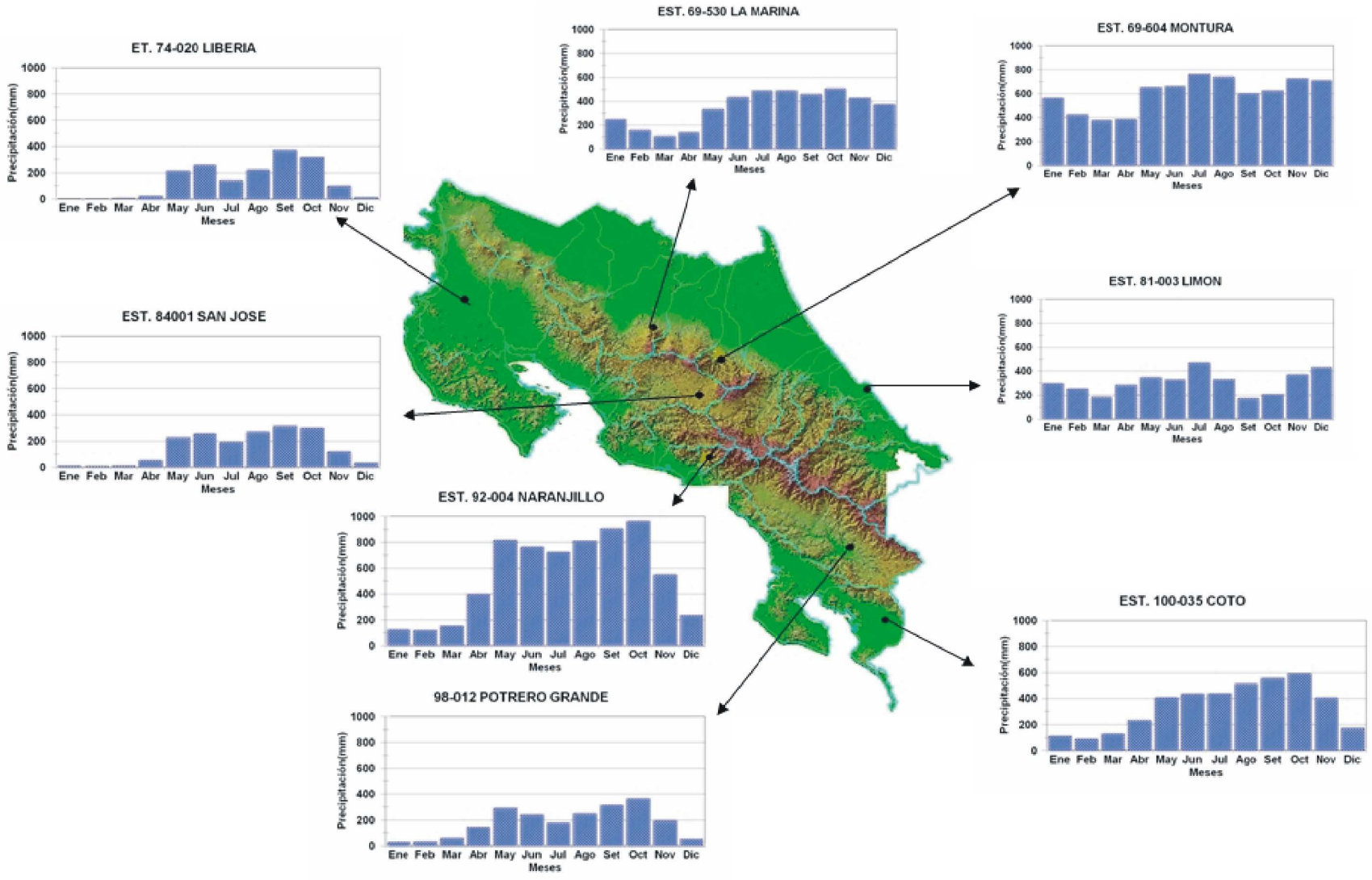


Figura 9. Distribución mensual de la precipitación en mm

Para la región montañosa intermedia se presenta la estación 69-604 Montura. Esta región se caracteriza por ser una de las de mayor pluviosidad en Costa Rica. En la distribución mensual se observa que el mínimo de precipitación se registra durante el mes de marzo y el máximo durante el mes de julio, lo cual manifiesta la influencia en el aumento de la intensidad del flujo alisio. Otro máximo secundario se registra entre los meses de noviembre y diciembre. Para la región montañosa de la zona norte se presenta la distribución mensual en la estación 69-530 La Marina. El régimen de lluvias se caracteriza por presentar la mínima precipitación durante el mes de marzo y la máxima durante el mes de octubre con otro máximo secundario en los meses de julio y agosto.

En la vertiente del Pacífico zona norte y Valle Central se presentan las estaciones 74-020 Liberia y 84-001 San José. Este régimen se caracteriza por tener una época seca bien definida entre los meses de diciembre a abril. La época lluviosa se define entre los meses de mayo a noviembre, registrándose el máximo durante el mes de setiembre. Durante los meses de julio y agosto se observa una disminución relativa de la precipitación o "veranillo" característico de esta vertiente. Para la zona del Pacífico central se presenta la estación 92-004 Naranjillo, este régimen presenta una época seca bien definida entre los meses de enero a marzo con el mínimo entre los meses de enero y febrero. La época lluviosa se define entre los meses de mayo a noviembre, registrándose el máximo durante el mes de octubre. Una característica de este régimen es la alta pluviosidad que presenta durante los meses de abril a noviembre. Finalmente, para la región del Pacífico sur se presentan las estaciones 94-012 Potrero Grande y 100-035 Coto. En el caso de la estación Potrero Grande, localizada en la cuenca del río Grande de Térraba, la distribución mensual de la lluvia muestra un período seco definido de diciembre a abril, registrándose el mínimo durante el mes de enero. El período lluvioso se define de mayo a noviembre con el máximo en el mes de octubre. La estación Coto se localiza en la cuenca del río Esquinas: la distribución de la lluvia muestra un período seco de enero a marzo menos, acentuado con el mínimo en el mes de febrero. La época lluviosa se define de mayo a noviembre, con el máximo en el mes de octubre.

En la Figura 10 se presenta el comportamiento de la precipitación anual de cada año del período 1970-2002 con respecto al promedio de ese mismo período. En la Fig. se puede observar que en la estación 81-003 Limón, localizada en la vertiente del Caribe en el período 1970-2002 las desviaciones anuales de la lluvia muestran que los años 1970, 1972, 1994, 1997 y 2002 presentan desviaciones entre un 23% y 56% por encima del promedio. Los años 1985,1988 y 1995 se presentan con desviaciones entre 22% y 40% por debajo del promedio. En la estación 69-530 La Marina, localizada en la Zona Norte, los años 1970,1981 y 2002 presentan desviaciones entre 28% y 35% sobre el promedio. Los años 1978,1985 y 1995 presentan desviaciones entre 13% y 25% por debajo del promedio. Para la estación 74-020 Liberia localizada en la vertiente del Pacífico zona Norte, los años 1981, 1996 y 1999 presentan desviaciones entre 50% y 66% sobre el promedio. El período 1976-77 presenta desviaciones entre 31% y 37% por debajo del promedio. Los años 1987,1990 y 1997 presentan desviaciones del orden de 36% por debajo del promedio.

En la región del Valle Central se analiza el registro de la estación 84-001 San José, donde el año 1970 se comporta como húmedo con un 23% sobre el promedio. Los años 1981,1989 y 1995 superan al promedio entre un 24% y 30%. Los años 1986, 1991, y 2000 presentan desviaciones que varían entre 26% y 44% por debajo del promedio.

Para las regiones del Pacífico central y sur se presentan las estaciones 92-002 Llorona, 98-010 Potrero Grande y 100-035 Coto. En estas regiones se distingue un período húmedo que comprende los años 1970-75, sobresaliendo los años 1970, 1971 y 1975 con desviaciones del orden del 29% sobre el promedio. El año 1996 se sitúa con un 31% sobre el promedio. Los años 1976, 1982 y 1992 presentan respectivamente desviaciones de 31%, 23% y 25% por debajo del promedio.

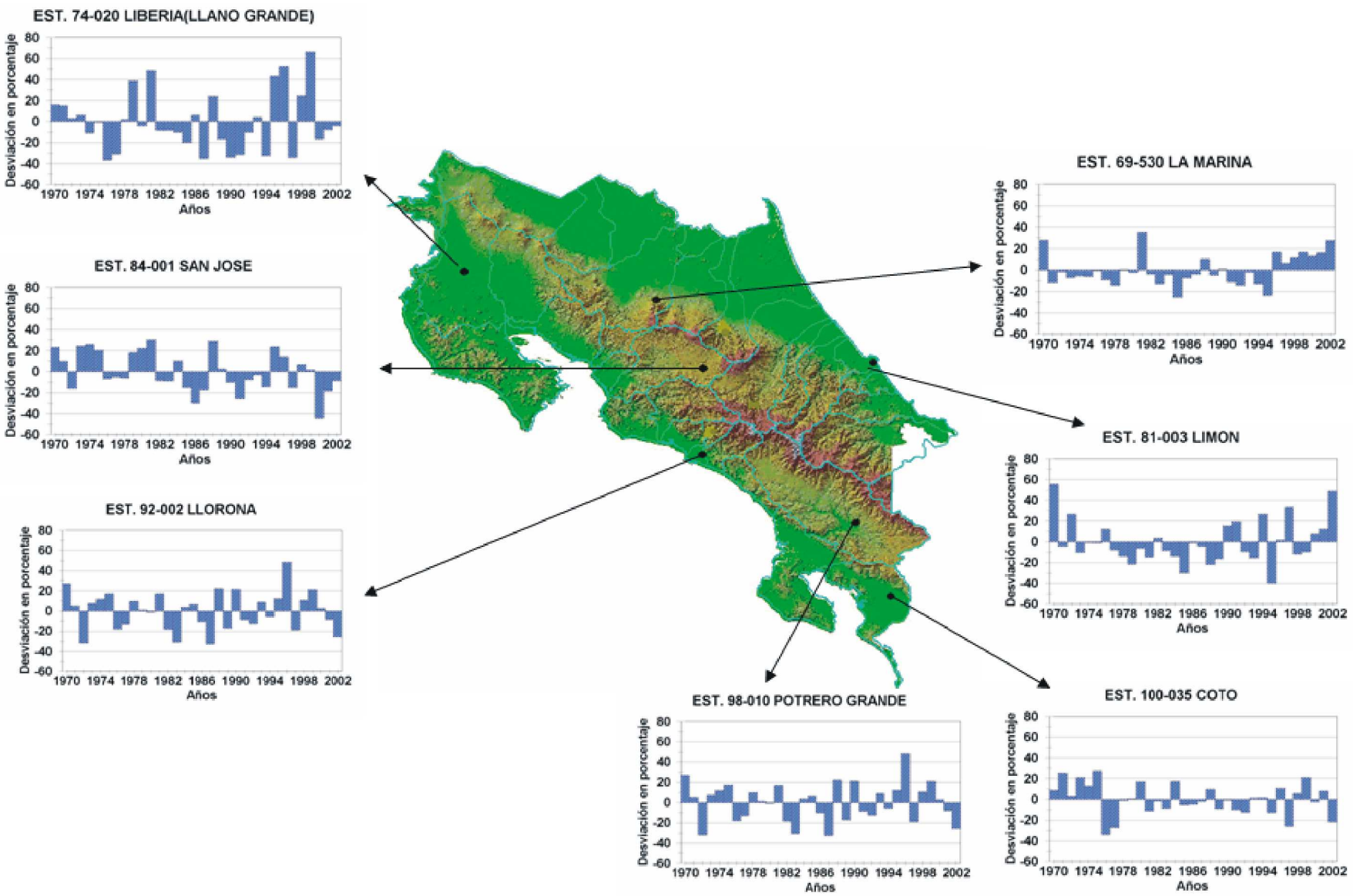


Figura 10. Desviaciones anuales de la precipitación con respecto al promedio

5.2 Distribución espacial y temporal de la escorrentía

En la Figura 11 se presenta la distribución espacial de la escorrentía mediante el mapa de caudales específicos en l/s/km² para Costa Rica, correspondiente al período 1970-2002.

En la Figura se puede observar la región sur de la vertiente del Caribe, que comprende las cuencas de los ríos Changuinola (parte de Costa Rica), Sixaola y La Estrella, donde los caudales específicos varían entre los 50 y 90 l/s/km². En la región central para las cuencas Bananito, Banano y Moín la variación del caudal específico va desde los 90 l/s/km², hasta el máximo de 180 l/s/km² en la parte media de la cuenca del Río Banano, coincidiendo con el máximo de precipitación que se registra en esta cuenca. Para las cuencas de los ríos Matina, Madre de Dios, Pacuare y Reventazón que cuentan con mayores áreas y fuertes pendientes, se distinguen máximos en las subcuencas intermedias que van desde los 30 l/s/km² hasta valores máximos de 180 l/s/km² en la región noroeste de la cuenca del río Reventazón. En la región Caribe norte de menor pendiente los caudales específicos se sitúan dentro de los 120 l/s/km². La Zona norte comprende las cuencas de los ríos Chirripó, Sarapiquí, San Carlos, Cureña, Poco Sol, Río Frío y Zapote, los máximos de 180 l/s/km² se registran en las subcuencas intermedias. En las partes bajas (llanuras del norte) los caudales específicos varían entre 45 y 75 l/s/km².

La vertiente del Pacífico zona norte, que comprende las cuencas de los ríos Tempisque, Bebedero y Abangares y Otros, se comporta como una de las regiones más secas, variando el aporte de caudales específicos entre 25 y 45 l/s/km². Para la región del Valle Central los caudales varían desde 40 l/s/km² en la cuenca del río Grande de Tárcoles hasta 120 l/s/km² en la subcuenca intermedia de la cuenca del río Barranca. En la región del Pacífico central los caudales específicos varían desde 45 l/s/km² en la cuenca del río Parrita, hasta 180 l/s/km² en las subcuencas intermedias de los ríos Naranjo y Savegre.

Finalmente, en la región sur donde se localizan las cuencas de los ríos Grande de Térraba, Península de Osa y Esquinas, se registran caudales entre 45 y 130 l/s/km².

En la Figura 12 se presenta la distribución mensual de la escorrentía en mm en el país considerando varias estaciones representativas, tanto de la vertiente del Caribe como del Pacífico.

En la figura se observa que para la vertiente del Caribe se tiene la estación 87-01-01 Bratsi, localizada en la región sur en la cuenca del río Sixaola, y la estación 73-09-12 Pascua, localizada en la cuenca del río Reventazón.

La distribución mensual de la escorrentía en mm en la estación Bratsi muestra el mínimo durante el mes de marzo y el máximo se registra durante el mes de diciembre con un máximo secundario en el mes de octubre. En el caso de la estación Pascua, el mínimo se registra en el mes de marzo y el máximo en el mes de setiembre, con un máximo secundario en el mes de octubre.

Para la Zona norte se tiene la estación 69-14-04 Terrón Colorado; en esta estación el mínimo se registra durante el mes de abril y el máximo en el mes de octubre, con un máximo secundario en el mes de noviembre.

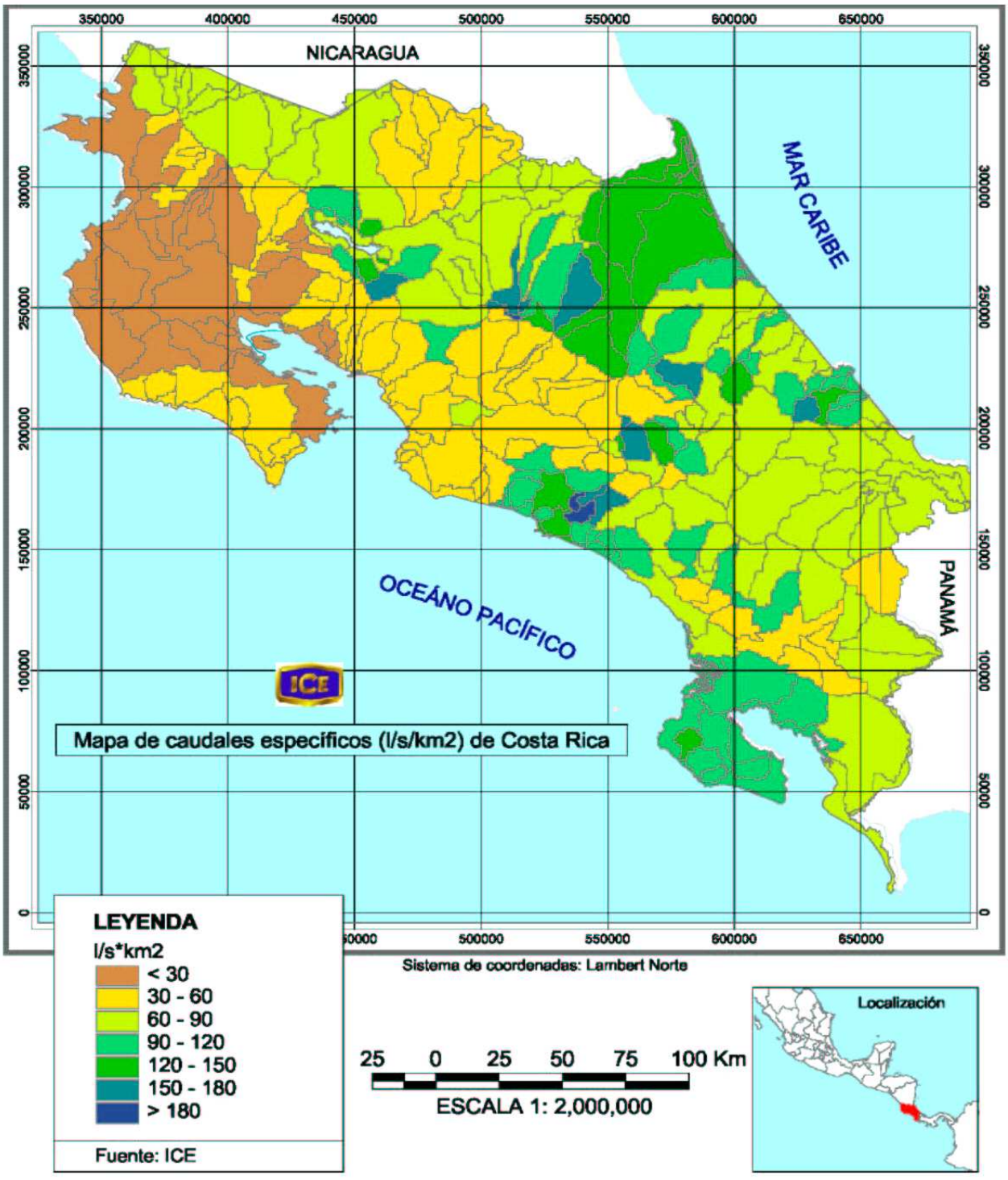


Fig. 11 - Mapa de caudales específicos de Costa Rica en l/s/km²

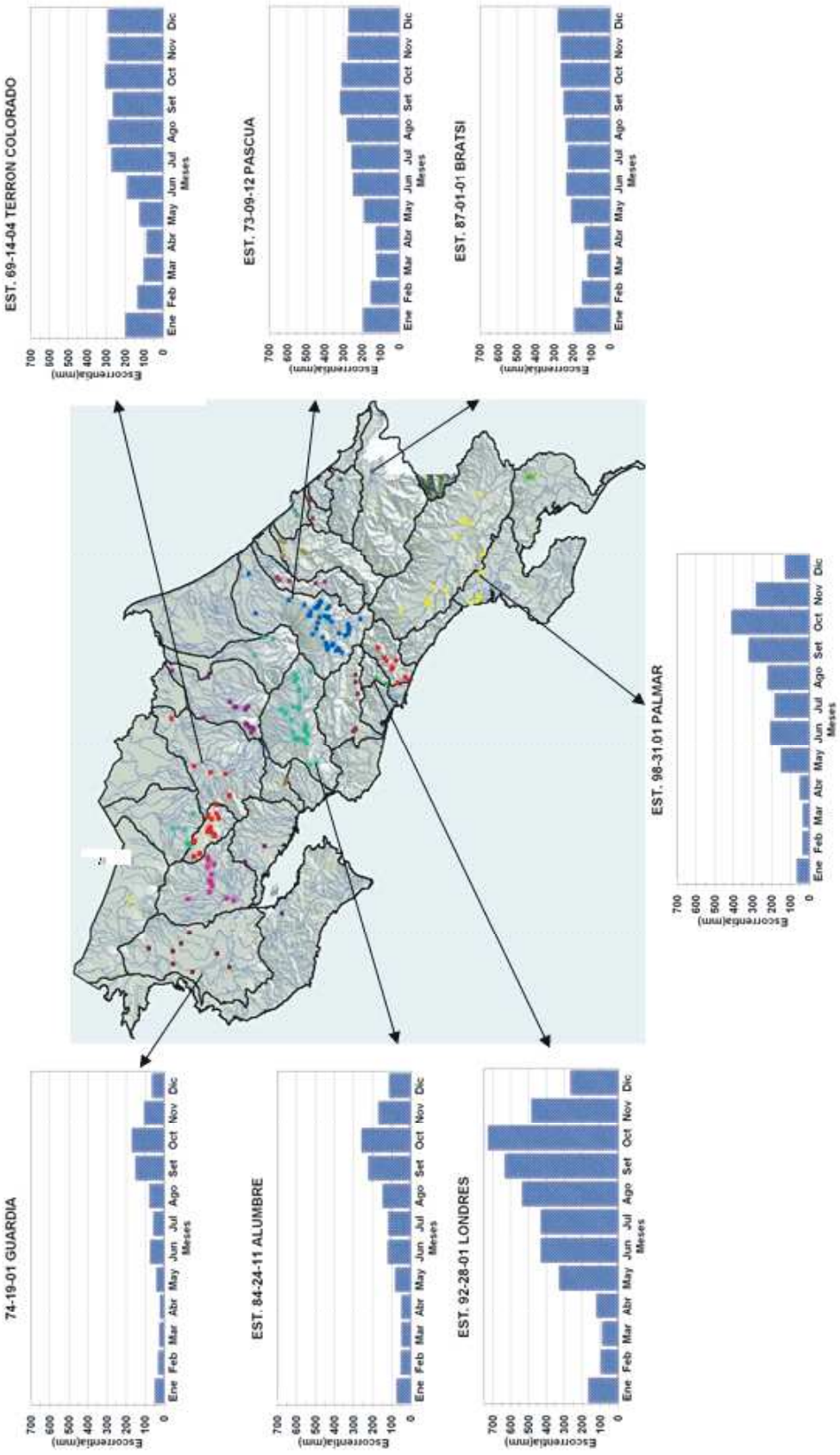


Figura 12. Distribución mensual de la escorrentía en mm

Para la vertiente del Pacífico región norte se presenta la estación 74-19-01 Guardia,

localizada en la cuenca del río Tempisque, donde la distribución mensual de la escorrentía muestra una pronunciada recesión a partir del mes de diciembre hasta el mes de mayo, registrándose el valor mínimo entre los meses de marzo y abril. La máxima escorrentía se registra durante el mes de octubre.

Para la región del Valle Central occidental se presenta la estación 84-24-11 Alumbre, localizada en la cuenca del río Grande de Tárcoles. En esta estación la recesión se inicia en el mes de diciembre y termina en el mes de abril, registrándose el valor mínimo durante el mes de marzo; la máxima escorrentía se registra durante el mes de octubre.

Para la región del Pacífico central se tiene la estación 92-28-01 Londres, localizada en la cuenca del río Savegre. En esta estación la disminución de la escorrentía es menos acentuada que en el resto de la vertiente del Pacífico, la recesión se inicia en el mes de enero y termina en el mes de abril, la mínima escorrentía se registra durante el mes de marzo y la máxima durante el mes de octubre.

Finalmente, para la región del Pacífico sur se presenta la estación 98-31-01 Palmar, localizada en la cuenca del río Grande de Térraba. En esta estación la recesión se inicia en el mes de diciembre y termina en el mes de abril, la mínima escorrentía se registra en el mes de marzo y la máxima en el mes de octubre.

5.3 Distribución espacial y temporal de la evapotranspiración de referencia

En la Figura 13 se presenta la distribución espacial de la evapotranspiración de referencia en milímetros en el país.

En la figura se puede observar que en la vertiente del Caribe y Zona norte la evapotranspiración de referencia varía entre los 950 mm en las regiones altas y de menor temperatura, hasta 1300 mm en la zona costera y de mayor temperatura.

La vertiente del Pacífico zona norte es la más seca del país. En esta zona la evapotranspiración varía entre 1350 mm en la parte alta de la cordillera de Guanacaste, hasta los 1950 mm en la parte baja de la región central.

En la región del Valle Central occidental la variación de la evapotranspiración es de 1000 mm en la parte alta de la cordillera Volcánica Central hasta 1750 mm en las partes medias y bajas.

En el Pacífico central la variación es entre 1350 mm en la zona costera, hasta 950 mm en la zona alta.

En la región del Pacífico sur el rango de variación es de 950 mm en las partes más altas y de menor temperatura de la cordillera de Talamanca, hasta 1850 mm en la región costera y de mayor temperatura.

En la Figura 14 se presenta la distribución mensual de la evapotranspiración potencial de referencia en milímetros por mes para varias estaciones localizadas, tanto en la vertiente del Caribe como en el Pacífico.

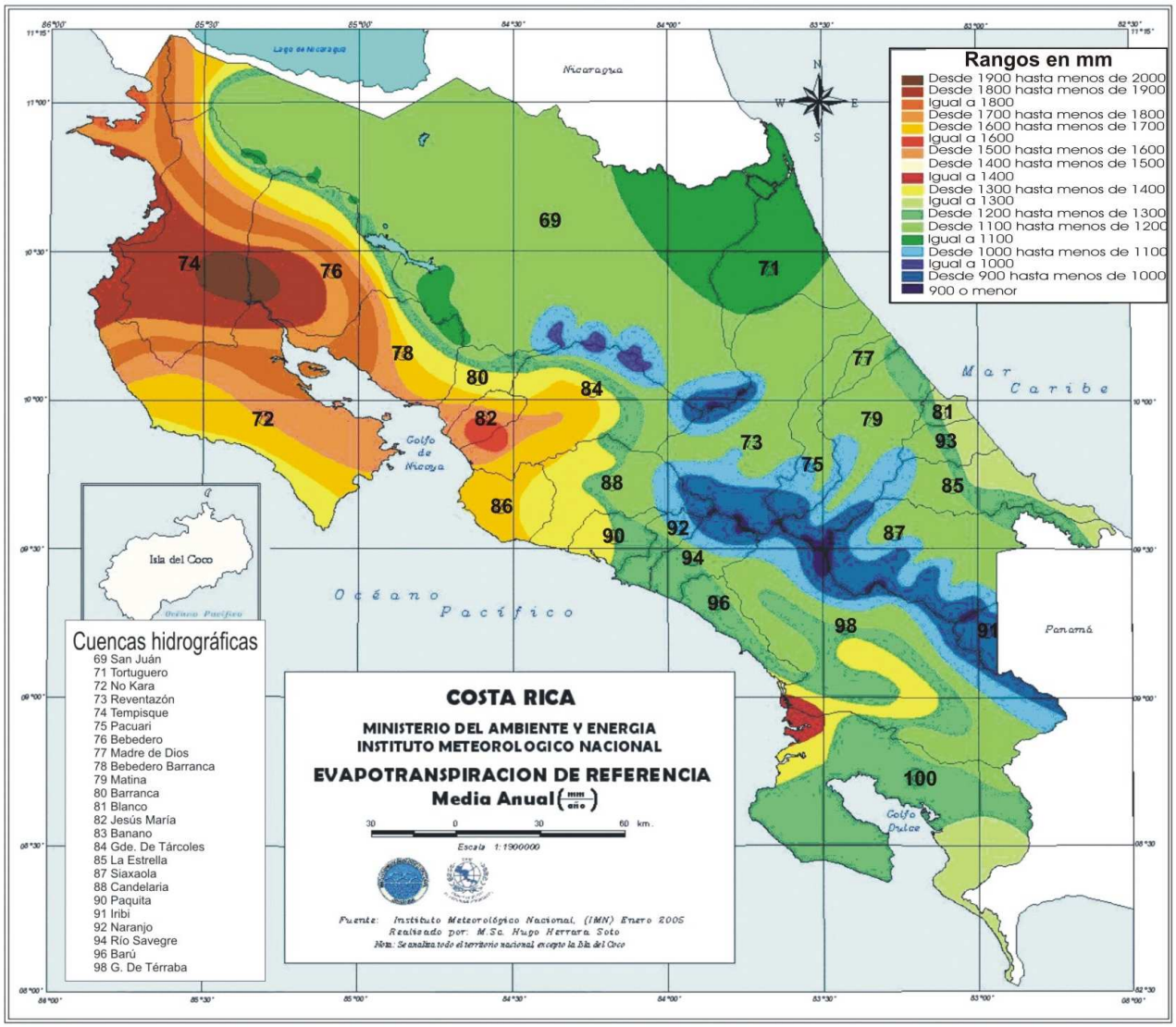


Fig. 13 - Mapa de evapotranspiración de referencia media anual de Costa Rica en mm.

En la figura se observa que para la vertiente del Caribe en general no hay variaciones significativas a nivel mensual. Para la región costera se presenta la estación 81-003 Limón, donde la máxima evapotranspiración se registra en el mes de abril y la mínima durante el mes de diciembre.

Para las zonas más altas y de menor temperatura se presenta la estación 73-081 Volcán Irazú, se observa que a través de todo el año presenta valores relativas bajos, registrándose el máximo durante el mes de abril y el mínimo en el mes de julio.

Para la región de la Zona Norte se tiene la estación 69-579 Santa Clara, en la cual se tiene un máximo durante el mes de marzo y un mínimo en el mes de noviembre.

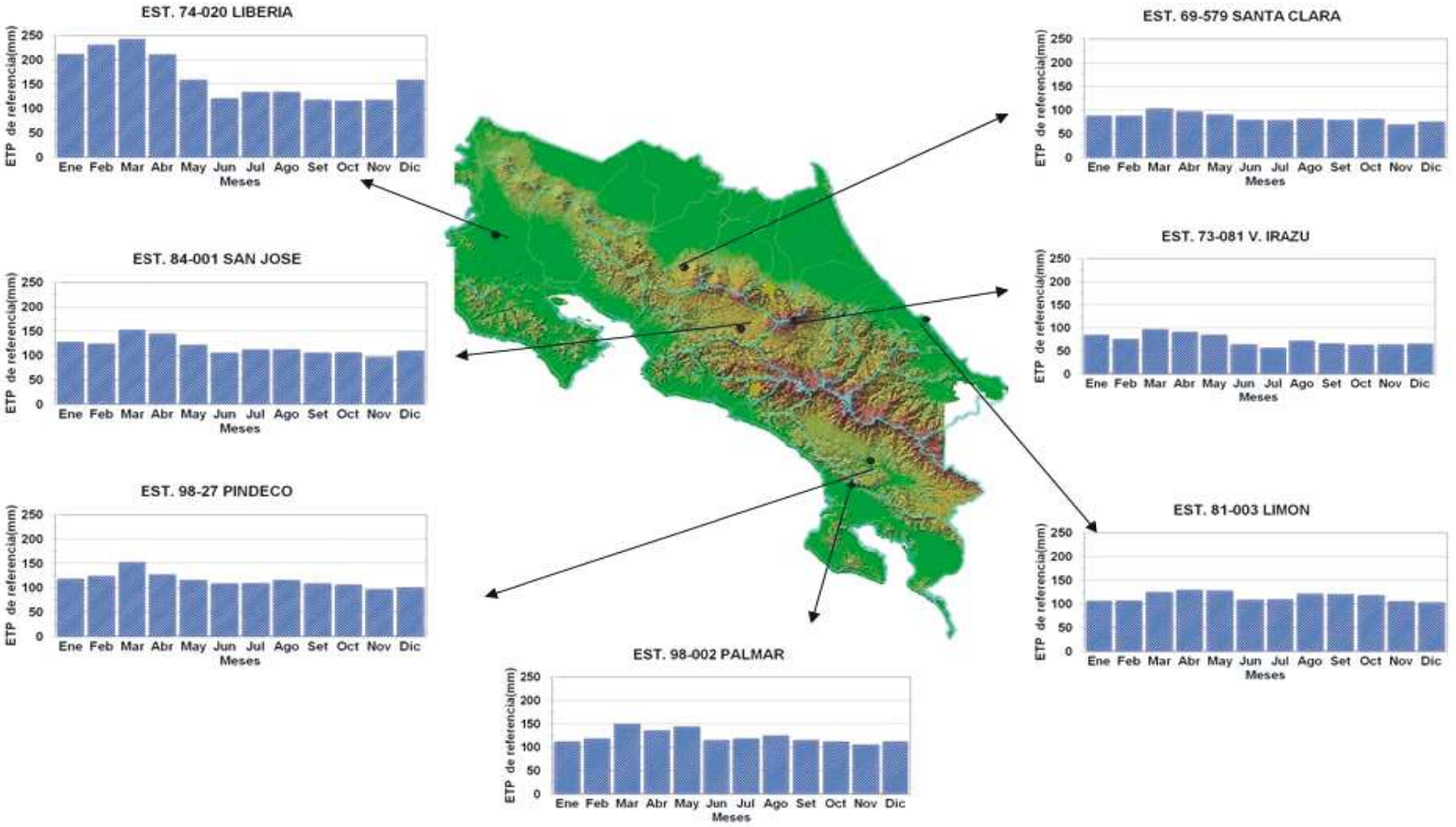


Figura 14. Distribución mensual de la evotranspiración potencial de referencia en mm/ mes.

La región del Pacífico norte es la más seca del país. La distribución mensual de la evapotranspiración de referencia de la estación 74-020 Liberia muestra un aumento desde el mes de diciembre hasta el mes de abril, el máximo se registra en el mes marzo y el mínimo en el mes de junio.

Para la región del Valle Central occidental se presenta la estación 84-001 San José, donde el máximo se registra en el mes marzo y el mínimo en el mes de noviembre.

En la región del Pacífico sur se presentan las estaciones 98-027 Pindeco y 98-002 Palmar Sur, en las cuales el máximo se registra en el mes de marzo y el mínimo en noviembre.

5.4 Estimación del balance hídrico superficial por cuencas

Una vez estimadas la lluvia y evapotranspiración real media por cuencas, se procedió a realizar el balance mediante la utilización de la ecuación (7). En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos. La precipitación media areal se expresa en mm y km³, la escorrentía media anual en mm, l/s/km² y km³, y la evapotranspiración media areal en mm y km³. El error o discrepancia en mm, km³ y porcentaje.

Tabla 2 - Balance hídrico por cuencas

CUENCA	AREA (km²)	PRECIPITACION		ESCORRENTIA			ETP REAL		DISCREPANCIA		
		mm	km³	mm	L/s/km²	Km³	mm	km³	mm	km³	%
01 RIO SIXAOLA	2336.1	3955	9.24	2573	81.6	6.01	1001	2.34	382	0.891	9.6
02 RIO LA ESTRELLA	1005.9	3521	3.54	2242	71.1	2.26	1092	1.10	187	0.188	5.3
03 RIO BANANO	207.5	5720	1.19	4787	152	0.99	1071	0.22	-138	-0.029	-2.4
04 RIO BANANITO	208.5	4318	0.90	3620	115	0.75	1100	0.23	-402	-0.084	-9.3
05 RIO MOIN Y OTROS	364.9	3883	1.42	2717	86.5	0.99	1042	0.39	124	0.045	3.2
06 RIO MATINA	1419.8	4109	5.83	2890	91.7	4.10	957	1.36	262	0.372	6.4
07 RIO MADRE DE DIOS	246.3	3793	0.93	2804	89.1	0.69	996	0.25	-7	-0.002	-0.2
08 RIO PACUARE	886.1	4060	3.60	2705	85.8	2.40	965	0.86	390	0.345	9.6
09 RIO REVENTAZON	2956.3	3568	10.50	2616	82.9	7.73	974	2.86	-22	-0.064	-0.6
10 TORTUGUERO	1321.1	4682	6.19	4153	131.7	5.49	934	1.23	-405	-0.535	-8.7
11 RIO CHIRRIPO	1399.2	5459	7.64	4113	130	5.75	982	1.37	364	0.509	6.7
12 RIO SARAPIQUI	2019.5	4785	9.66	3606	114.3	7.28	948	1.91	231	0.467	4.8
13 RIO CUREÑA	328.5	3237	1.06	2438	77.3	0.80	978	0.32	-179	-0.059	-5.5
14 RIO SAN CARLOS	3121.4	3473	10.80	2485	78.8	7.76	1049	3.27	-61	-0.190	-1.8
15 RIO POCO SOL Y OTROS	1720.9	2415	4.16	1728	54.8	2.97	943	1.62	-256	-0.441	-10.6
16 RIO FRIO	1555.8	3054	4.75	2270	72	3.53	1035	1.61	-251	-0.391	-8.2
17 RIO ZAPOTE Y OTROS	2599.2	3032	7.88	2253	71.4	5.86	1054	2.74	-275	-0.716	-9.1
18 RIOS PEN.NICOYA Y OTROS	4209.9	1928	8.12	901	28.6	3.79	1108	4.66	-81	-0.341	-4.2
19 RIO TEMPISQUE	3411.0	1709	5.83	792	25.1	2.70	1043	3.56	-126	-0.430	-7.4
20 RIO BEBEDERO	2054.4	1664	3.42	983	31.2	2.02	877	1.80	-196	-0.403	-11.8
21 RIO ABANGARES	1366.8	2128	2.91	1169	37	1.60	848	1.16	111	0.152	5.2
22 RIO BARRANCA	507.9	2710	1.38	1865	57	0.95	910	0.46	-65	-0.033	-2.4
23 RIO JESUS MARIA	361.8	2490	0.90	1717	54.3	0.62	975	0.35	-202	-0.073	-8.1
24 RIO GDE.DE TARCOLES	2173.6	2500	5.43	1451	46	3.15	957	2.08	92	0.200	3.7
25 RIO TUSUBRES Y OTROS	833.7	3402	2.84	1721	54.5	1.43	1097	0.91	584	0.486	17.2
26 RIO PARRITA	1276.6	3257	4.16	1751	58.9	2.24	953	1.22	553	0.706	17.0
27 RIO DAMAS Y OTROS	461.6	4243	1.96	3530	93.4	1.63	959	0.44	-246	-0.113	-5.8
28 RIO NARANJO	335.5	5282	1.77	4164	126.1	1.40	914	0.31	204	0.068	3.9
29 RIO SAVEGRE	597.0	4466	2.67	3698	125.8	2.21	875	0.52	-107	-0.064	-2.4
30 RIO BARU	565.0	3982	2.25	3296	104.5	1.86	919	0.52	-233	-0.132	-5.8
31 RIO GDE. DE TERRABA	5084.8	3292	16.74	2067	66.1	10.51	975	4.96	250	1.271	7.6
32 PEN.DE OSA Y OTROS	1972.8	4934	9.73	3130	99.2	6.17	1037	2.05	767	1.513	15.5
33 RIO ESQUINAS Y OTROS	1832.8	4300	7.88	2661	84.4	4.88	1046	1.92	594	1.088	13.8
34 RIO CHANGUINOLA	258.6	3040	0.79	1761	56	0.46	808	0.21	472	0.122	15.5
VALORES MEDIOS Y TOTALES	**51000**	**3297**	**168**	**2215**	**70.2**	**113**	**996.1**	**50.8**	**86**	**4.39**	**2.6**

En la vertiente del Caribe y Zona Norte la precipitación media areal varía entre 2415 y 5720 mm. Las cuencas de los ríos Banano y Chirripó son las de mayor precipitación areal con valores de 5720 y 5459 mm. Los caudales específicos varían entre 152 y 54.8 l/s/km², siendo la cuenca del río Banano la de mayor producción específica de caudales, y la cuenca del río Poco Sol la de menor. La evapotranspiración media real en la vertiente del Caribe

varía de 808 mm en la cuenca del río Changuinola, hasta los 1215 mm en la cuenca del río Banano.
En la vertiente del Pacífico el rango de variación de la precipitación media areal es entre 1664 y 5282 mm, la cuenca que registra la mayor precipitación media areal es la del río Naranjo en la región del Pacífico Central y la de menor es la cuenca del río Bebedero en la región del Pacífico norte. Los caudales específicos varían entre 25.1 l/s/km² en la cuenca del río Tempisque, hasta 126.1 l/s/km² en la cuenca del río Naranjo. La evapotranspiración real media areal tiene una variación entre 848 mm en la cuenca del río Abangares, hasta los 1098 mm en la cuenca del río Tusubres y otros.

Los porcentajes de error obtenidos varían entre – 12 hasta un 17 por ciento. Se debe destacar que los mayores porcentajes de error se obtuvieron en las cuencas con escasa o ninguna información hidrometeorológica. En la Tabla 3 se presenta un resumen de la disponibilidad del recurso hídrico por vertiente y regiones. En esta tabla se puede observar que en la vertiente del Caribe la precipitación media areal es de 3940 mm, la escorrentía media es de 90 l/s/km² y la evapotranspiración real media areal es de 989 mm.
En el caso de la vertiente del Pacífico, la región norte es la más seca con una precipitación promedio anual de 1836 mm, la escorrentía media es de 29 l/s/km² y una evapotranspiración real media areal de 971 mm.

En la región del Pacífico central la precipitación media es de 3957 mm, la escorrentía media es de 91 l/s/km² y la evapotranspiración real media de 929 mm.

En la región del Pacífico sur la precipitación media es de 3864 mm, la escorrentía es de 77 l/s/km² y la evapotranspiración real media areal es 974 mm.

En resumen, para el país la precipitación areal media anual es de 3297 mm, la escorrentía media anual 2215 mm y la evapotranspiración real areal media anual es de 996 mm.

Tabla 3 - Balance hídrico por vertiente y regiones

VERTIENTE	REGION	AREA (km²)	PRECIPITACION		ESCORRENTIA			ETP REAL	
			(mm)	km³	mm	L/s/km²	Km³	mm	km³
CARIBE		11211.1	3940	44.1	2843	90	31.9	989	11.3
CARIBE	NORTE	12744.5	3609	46.0	2664	84	34.0	1009	12.6
PACIFICO	NORTE	11042.1	1836	20.3	916	29	10.1	971	10.7
	VALLE CENTRAL	3877.0	2721	10.6	1588	50	6.2	983	3.81
	CENTRAL	3236.0	3957	12.8	2884	91	9.3	929	3.01
	SUR	8890.0	3864	34.3	2425	77	21.6	974	8.67

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el país la componente del clima con mayor variación es la precipitación debido principalmente a la interacción del viento y la pronunciada orografía. Se distinguen claramente dos regímenes de lluvia, uno en la vertiente del Caribe y otro en la vertiente del Pacífico. La vertiente del Caribe se caracteriza por presentar lluvias durante todo el año. En esta vertiente la distribución areal de la precipitación muestra que los máximos se registran en las zonas intermedias entre el nivel del mar y las partes más altas de las cordilleras, tendiendo a disminuir en las partes altas de la cordillera.

La evapotranspiración de referencia no muestra grandes variaciones a lo largo del año y a nivel areal los valores mínimos se registran en las partes más altas y húmedas de las cordilleras. Asociada con la variación temporal y espacial de la precipitación, la escorrentía máxima se registra en las cuencas y subcuencas intermedias tendiendo a disminuir hacia las regiones más altas y partes bajas de la zona norte, en general esta vertiente a nivel potencial muestra una alta disponibilidad del recurso agua.

La vertiente del Pacífico, al contrario del Caribe presenta, grandes contrastes en lo referente a la disponibilidad del recurso hídrico. En general, en la vertiente se distingue una época seca que comprende los meses de diciembre a abril, y una época lluviosa que comprende los meses de mayo a noviembre con un mínimo secundario en el mes de julio.

La región del Pacífico norte es la que registra los valores mínimos de precipitación media areal y los máximos valores de evapotranspiración de referencia media areal, la escorrentía registrada en los meses de mayo a noviembre representa el 80% de la registrada a nivel anual.

En la región del Pacífico central se registran los máximos de lluvia media areal al igual que en el Caribe, en las regiones intermedias entre el nivel del mar y la parte más alta de la cordillera. Se distingue una época seca que comprende los meses de enero a marzo menos acentuada que en el resto de la vertiente. En esta región se registran los máximos valores de escorrentía, y se observan valores relativamente bajos de evapotranspiración potencial de referencia.

Finalmente, en la región del Pacífico sur la distribución temporal de la precipitación muestra una época seca que comprende los meses de diciembre a abril, y la época lluviosa se define entre los meses de mayo a noviembre con un mínimo relativo durante el mes de julio. En esta región, la zona localizada en el extremo suroeste presenta condiciones más altas de humedad con valores de evapotranspiración potencial de referencia relativamente bajos.

A nivel anual el país tiene una precipitación media de 3297 mm, una escorrentía media de 2215 mm y una evapotranspiración real media de 996 mm.

Durante la elaboración de la propuesta para el Balance hídrico se hizo un análisis de la disponibilidad de información hidrológica de caudales y precipitación por cuencas.

En el análisis se mostró que un 32% de las cuencas (11) tenían suficiente información, mientras que en un 41% de las cuencas (14) la información era escasa, y un 26% de las cuencas (9) no cuentan con información.

Ante esta situación se recomienda reforzar la red hidrometeorológica en las regiones medias y altas de las cuencas localizadas en la región sur de la vertiente del Caribe, y las zonas bajas de la región norte de la vertiente del Caribe.

Para la región norte de la vertiente del Pacífico reinstalar las estaciones de lluvia localizadas en las partes bajas, y reforzar la red hidrológica en las cuencas de los ríos Península de Nicoya, Tempisque, Bebedero y Abangares.

En la región del Pacífico es necesario reforzar la red hidrológica y meteorológica de las cuencas de los ríos Damas y Barú.

Finalmente, en la región del Pacífico sur se debe reforzar la red hidrometeorológica en las cuencas de los ríos Península de Osa y Esquinas.

REFERENCIAS

Alfaro, E. y J. A. Amador, 1996. El Niño Oscilación del Sur y algunas series de temperatura y brillo solar en Costa Rica. Top. Met. Ocean., 3, 19-26.

Amador, J. A., R. E. Chacón, and S. Laporte, 2000. Cuenca del Río Arenal: Análisis de los eventos La Niña de los años 1988-89 y 1996. Tópicos Met. y Ocean., 7, 50-62.

Ampos A.,D. F.,1991. Propuesta de Criterios para la elaboración de estudios hidrológicos. Revista Ingeniería Hidráulica, México.

Arellano A., R., 1988. Balance Hídrico Superficial de la Cuenca del Río Pilcomayo. La Paz, Bolivia.

Castro V., 1985. Estudio Climático de Costa Rica para la Zonificación Agropecuaria y Forestal. Vol. 1, SEPSA- MIDEPLAN, San José, Costa Rica.

Chacón, R. E., and W. Fernández, 1985. Temporal and spatial rainfall variability in the mountainous region of the Reventazón River basin, Costa Rica. J. Climatol., 5,175-188.

Fernández, W. y J. A. Barrantes,1993. The Central American temporal: a long-lived tropical rain-producing system. Top. Met. Ocean., 3, 73-88.

Fernández, W., Chacón R. E. y Melgarejo J. W.,1996. On the rainfall distribuction with altitude over Costa Rica. Revista Geofísica, Num. 44 I.P.G.H.,ene-jun., 57-72.

Fernández, W., y P. Ramírez, 1991. El Niño, la Oscilación del sur y sus efectos en Costa Rica :Una revisión. Tecnol. Marcha,11,3-11.

Galo. E. R., Fernández, W y Zárate, E., 1996. Aspectos sinópticos y dinámicos del temporal del 29 de octubre al 3 de noviembre de 1985 sobre Costa Rica. Top. Met. Ocean., 3, 107-123.

Grandoso, H., 1976. Ciclones tropicales y precipitaciones intensas: Efectos Indirectos. In Intense Precipitation and Floods in Tropical Areas of Latin America, Proceedings of a Training Seminar held in San Salvador from 12 to 21 february 1976, World Meteorological Organization, Geneve, pp 41-52.

Grandoso, H., 1979. Estudio meteorológico de las inundaciones de diciembre 1970 en Costa Rica. Geofísica Internacional, 18, 129-176.

Mendizábal, M. T., 1973. Distribución de la precipitación con la altura, Lic. Tesis, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Mora, I. y Amador, J. A., 2000. El ENOS, el IOS y la corriente en chorro de bajo nivel en el oeste del Caribe. Top. Met. Ocean., 7, 27-39.

OMM,1994. Guía de Prácticas Hidrológicas. Publicación N° 168. Ginebra, Suiza.

Riehl, H., 1954. Tropical Meteorology, McGraw Hill Book Co, New Cork.

Rodríguez M. A., 1983. Evaluación Indirecta de los Recursos Hídricos de una Cuenca. Instituto Costarricense de Electricidad. San José, Costa Rica.

UNESCO, 1982. Guía Metodológica para la Elaboración del Balance Hídrico de América del Sur. Montevideo, Uruguay.

UNESCO y OMM, 1993. Evaluación de los Recursos Hídricos. Montevideo, Uruguay.

UNESCO, ICE, IMN,1993. Balance Hídrico de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Zárate, E., 1978. Principales sistemas de viento que afectan a Costa Rica y sus relaciones con la precipitación. Lic. Tesis, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

ANEXOS

Anexo 1. Estaciones Meteorológicas

Tabla 1(a) - Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Caribe cuenca del Río San Juan.

NUMERO	ESTACION	CUENCA	APARATO	NORTE	OESTE	M.S.N.M.	INSTITUCION	FECHAS DE REGISTRO
69503	PUERTO VIEJO	SAN JUAN	PV	10°28'	84°01'	37	IMN	Mar.51- Dic.96/
69505	VARA BLANCA	SAN JUAN	PGD	10°10'	84°09'	1804	ICE	Jun. 59 -
69506	SAN MIGUEL DE SARAPIQUI	SAN JUAN	PV	10°19'	84°11'	500	IMN	Nov. 69-
69507	COLONIA LOS ANGELES	SAN JUAN	PGD	10 °17'	84°12'	920	ICE	Jul. 64-
69510	CIUDAD QUESADA	SAN JUAN	PVD	10°20'	84°26'	650	PART	Ene.38-Abr.46/Jun.49-Feb.293/
69511	LOS ENSAYOS	SAN JUAN	PV	10°18'	84°29'	1090	IMN	Nov.42- Dic.88/
69512	ZARCERO (A.E.A.)	SAN JUAN	PV	10°12'	84°24'	1736	IMN	Jun.49-
69513	LOS LLANOS	SAN JUAN	PV	10°28'	84°21'	100	IMN	Ene.58-Jul.85/
69515	QUEBRADA AZUL	SAN JUAN	PV	10°24' '	84°28''	83	IMN	May.61-
69520	AGUACATE	SAN JUAN	PGD	10° 33'	84° 57'	635	ICE	Jun.65-
69522	PUEBLO NUEVO	SAN JUAN	PGD	10° 26'	84° 47'	500	ICE	Jul.65-
69524	CAÑO NEGRO	SAN JUAN	PGD	10° 24'	84° 46'	720	ICE	Nov.65-
69530	LA MARINA	SAN JUAN	PVD	10° 22'	84°23'	380	ICE	May. 38-
69532	LAGUNA DE COTE	SAN JUAN	PGD	10° 35'	84° 55'	670	ICE	Jun. 66-
69533	BARRA DEL COLORADO	SAN JUAN	PV	10° 46'	83° 35'	5	IMN	Abr. 51- Ene. 84/
69535	C.RURAL METODISTA	SAN JUAN	PV	10°21'	84°24'	600	IMN	Ene.71- Nov. 88/
69537	LA SELVA SARAPIQUI	SAN JUAN	PV	10 °25'	83° 59'	40	IMN	Ene. 59-
69540	LA FORTUNA	SAN JUAN	PV	10°28'	84 39'	250	IMN	May.71- Feb.94/
69542	NARANJOS AGRIOS	SAN JUAN	PGD	10° 32'	84° 59'	545	ICE	Oct. 71-
69543	RIO COTE	SAN JUAN	PGD	10° 35'	84° 54'	695	ICE	Oct.71- Set.92/
69544	GUAYABOS	SAN JUAN	PGD	10° 28'	84° 49'	600	ICE	Dic.71-
69545	EL SILENCIO	SAN JUAN	PGD	10° 27'	84° 54'	960	ICE	Dic.71-
69546	RINCON DE LA LEONA	SAN JUAN	PGD	10° 26'	84 °50'	860	ICE	Dic.71- Ago.87/
69547	PAJUILA	SAN JUAN	PGD	10° 30'	84° 47'	790	ICE	Dic.71-
69548	JILGUERO	SAN JUAN	PGD	10° 27'	84° 43'	625	ICE	Dic.71-
69549	DOS BOCAS	SAN JUAN	PGD	10° 33'	84° 55'	580	ICE	Dic.71-
69550	LA UNION	SAN JUAN	PGD	10°31'	84°52'	600	ICE	Nov.71-
69551	GUATUSO	SAN JUAN	B	10° 41'	84° 49'	50	ICE	Mar.72-
69552	LA TEJONA	SAN JUAN	PGD	10°31'	84° 58'	640	ICE	Ene.72-
69553	AZUL	SAN JUAN	PGD	10 °24'	84°53'	1060	ICE	Ene.72-
69556	SAN VICENTE	SAN JUAN	PVD	10 °12'	84° 24'	1750	ICE	Ago.72-
69559	SAN BOSCO	SAN JUAN	PGD	10° 22'	84° 49'	1400	ICE	Ene.73-
69560	ILUSION	SAN JUAN	PVT	10 °36'	84° 56'	700	ICE	Ene.73- Jul. 95/
69561	EL SABALO	SAN JUAN	PGD	10 °36'	85° 00'	900	ICE	Ene.73-Ago.91/Ago.94
69562	ALTO DEL SAHINO	SAN JUAN	PVT	10° 34'	84° 53'	825	ICE	Ene.74- Jul.95/
69563	SAN GERARDO	SAN JUAN	PGD	10 °21'	84° 48'	1620	ICE	Ene.73-
69564	RIO BLANCO	SAN JUAN	PV	10 °02'	83° 56'	1680	AyA	Ene.74-Oct.84/
69565	PITAL	SAN JUAN	PV	10° 28'	84° 16'	150	IMN	Jul.73-
69566	SANTA RITA	SAN JUAN	PV	10 °01'	83° 57'	1713	AyA	Ago.71-Dic. 89/
69570	PASTOR	SAN JUAN	PGD	10° 25'	84° 45'	620	ICE	Nov.74-
69571	SITIO PRESA SANGREGADO (TEL-AUT)	SAN JUAN	B	10 °29'	84° 46'	500	ICE	Nov.74-
69572	SEVILLA	SAN JUAN	PGD	10° 26'	84° 52'	620	ICE	Dic.74-
69574	CANALETE	SAN JUAN	PVD	10° 51'	85° 02'	80	ICE	Abr. 75-
69575	UPALA	SAN JUAN	PGD	10 °54'	85° 01'	50	ICE	Ene.76-Jul.95/
69576	BIJAGUA	SAN JUAN	PGD	10°44'	85° 03'	410	ICE	Ene.76-
69577	BOCA TAPADA	SAN JUAN	PGD	10° 41'	84° 13'	60	ICE	Abr.75-Feb.96/
69578	EL BUM	SAN JUAN	PVD	10° 41'	83° 59'	30	ICE	Jun.75-Feb.90/
69579	SANTA CLARA	SAN JUAN	B	10° 21'	84° 31'	170	IMN-ITCR	Ago.83-
69581	SAN PEDRO(ARENAL)	SAN JUAN	PGD	10 °24'	84° 51'	1200	ICE	Ene.75-
69582	GUAYABAL	SAN JUAN	PGD	10° 46'	85° 11'	560	ICE	Feb.76-
69583	ALTO BANCA LUCIA	SAN JUAN	PGD	10°32'	84° 50'	840	ICE	Ago.75-
69585	NUEVO TRONADORA	SAN JUAN	B	10°30'	84 °55'	580	ICE	Ene.78-

SIMBOLOGIA

Abr.65-Dic.88/ **Estación que inicia el registro en abril 85 y deja de operar en diciembre 88**

Ene.79- **Estación que inicia el registro en enero 79 y continúa operando**

Tabla 1(b) - Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Caribe cuencas de los Ríos San Juan, Tortuguero y Reventazón.

NUMERO	ESTACION	CUENCA	APARATO	NORTE	OESTE	M.S.N.M.	INSTITUCION	FECHAS DE
69586	TIRIMBINA	SAN JUAN	PV	10° 24'	84° 06'	200	IMN	Ene.77-Dic. 2000/
69587	POCOSOL	SAN JUAN	PGD	10° 21'	84° 40'	420	ICE	Ene.79-Ago.79/ Mar.81-
69588	ISLA BONITA	SAN JUAN	PGD	10° 14'	84° 10'	1120	ICE	Feb.79-
69589	LAS NUBES	SAN JUAN	PGD	10° 21'	84° 51'	1300	ICE	Mar.79-
69590	SAN JORGE DE LAS ROCAS	SAN JUAN	PGD	10° 18'	84° 35'	620	ICE	Nov.82- Dic.89/
69591	SAN JORGE LOS CHILES	SAN JUAN	PV	10° 43'	84° 40'	55	IMN	Nov.79-
69596	CHACHAGUA	SAN JUAN	PGD	10° 25'	84° 35'	245	ICE	Oct.82-
69598	SANTA LUCIA	SAN JUAN	PGD	10 °35'	84° 49'	300	ICE	Oct.82-
69600	CERRO ZURQUI	SAN JUAN	PGD	10° 04'	84° 01'	1500	ICE	Abr.89-
69602	CARRILLO	SAN JUAN	PGD	10° 10'	83° 57'	730	ICE	Jun.84-Abr.88/Dic.90-
69604	LA MONTURA	SAN JUAN	PGD	10°07'	83° 58'	1000	ICE	Jun.84-
69608	PROYECTO VENADO	SAN JUAN	PGD	10°33'	84° 45'	252	ICE	Ene.83-
69610	PEÑAS BLANCAS	SAN JUAN	PGD	10° 27'	84° 31'	70	ICE	Ene.83-
69612	ALTO PALOMO	SAN JUAN	PGD	10° 11'	84° 19'	1980	ICE	Mar.85-
69614	BAJOS DEL TORO	SAN JUAN	B	10 °13'	84° 18'	1540	ICE	Feb.85-
69616	PICADA DE PALMIRA	SAN JUAN	PGD	10°12'	84° 21'	2080	ICE	Abr.85-
69618	RIO SEGUNDO	SAN JUAN	PGD	10 °14'	84° 19'	1640	ICE	Ene.86-Dic.96/
69620	QUEBRADA GATA	SAN JUAN	PGD	10° 16'	84° 16'	1120	ICE	Dic.85-
69622	QUEBRADA PILAS	SAN JUAN	PGD	10 °13'	84° 15'	1880	ICE	Ene.86-
69624	RIO DESAGUE	SAN JUAN	PGD	10° 12'	84° 16'	1850	ICE	Abr.88-
69626	QUEBRADA GONZALEZ	SAN JUAN	PVD	10° 10'	83° 56'	480	ICE	Jul.88-
69630	CERRO CHIRIPA	SAN JUAN	PGD	10° 27'	84 °57'	1038	ICE	Oct.81-
69634	LA PICADA DE TURRIALBA	SAN JUAN	PGD	10 °02'	83° 47'	2580	ICE	Oct.92-
69636	FINCA GAVILANES	SAN JUAN	PGD	10° 01'	83° 50'	2120	ICE	Oct.92-
69638	CHINDAMA	SAN JUAN	PGD	10° 08'	83° 48'	600	ICE	Nov.92-
69642	VOLCANCITO	SAN JUAN	PGD	10° 16'	84° 08'	1100	ICE	Nov.93-
69644	BEKON	SAN JUAN	PGD	10° 19	84° 43	1520	ICE	Oct.94-
69646	AUDUBON	SAN JUAN	B	10 °20	84° 43	760	ICE	Set.94-
69648	ALEMAN	SAN JUAN	PGD	10° 18'	84° 45'	960	ICE	Dic.94-
69650	GORRION	SAN JUAN	PGD	10 °12'	84° 18'	1830	ICE	Nov.95-
69652	ALTO RIO SEGUNDO	SAN JUAN	PGD	10 °15'	84 °20'	1590	ICE	Nov.95-
71002	LA MOLA	TORTUGUERO	B	10 °21'	83° 46'	70	IMN	Ene.80-
71005	FINCA 6(RIO FRIO)	TORTUGUERO	B	10° 18'	83° 47'	100	SFC	Dic.69-Set.93/
71008	TORTUGUERO	TORTUGUERO	PV	10 °33'	83° 32'	5	IMN	May.78-May.95/
71011	JALOVA	TORTUGUERO	PV	10° 20'	83° 25'	3	IMN	May.78-Oct.90/
73003	COMANDANCIA(CARTAGO)	REVENTAZON	PV	09° 52'	83° 55'	1440	IMN	Feb.68-Dic.86/
73008	LA MARGARITA	REVENTAZON	B	09° 54'	83° 43'	1080	PART	Ene.79-Dic.99/
73009	EL CAIRO	REVENTAZON	PV	10° 07'	83° 32'	60	IMN	Abr.38-May.68/
73010	TURRIALBA(CATIE)	REVENTAZON	B	09°53'	83° 38'	602	CATIE	Ene.42-
73011	SANATORIO DURAN	REVENTAZON	PGD	09°56'	83°53'	2337	ICE	Ene.43-Dic.59/Oct.63-
73016	JUAN VINAS(INFIERNILLO)	REVENTAZON	PVD	09°50'	83°47'	990	ICE	Ene.75-
73018	LINDA VISTA	REVENTAZON	PV	09°50'	83°58'	1400	IMN	Set.51-
73019	ROSEMONT(JUAN VIÑAS)	REVENTAZON	PV	09°54'	83°44'	1165	IMN	Ene68-Nov.99/
73022	PACAYAS	REVENTAZON	B	09°55'	83°49'	1735	IMN	Ene.52-
73023	LA GUAYRA	REVENTAZON	PV	09°49'	83°50'	1350	PARTICULAR	Ene.60-Nov.90/
73026	TAPANTI	REVENTAZON	PGD	09°46'	83°50'	1203	ICE	Ene.39-
73027	EL CANON	REVENTAZON	PGD	09 °41'	83°54'	2460	ICE	Oct.56-
73028	EL HUMO	REVENTAZON	PGD	09°48'	83°43'	680	ICE	Jul.54-
73029	EL LLANO	REVENTAZON	PGD	09 °46'	83°52'	1572	ICE	Jul.57-
73030	CORDONCILLAL	REVENTAZON	PGD	09°45'	83°47'	1240	ICE	Ene.60-
73033	VILLA MILLS	REVENTAZON	PGD	09°34'	83°43'	3000	ICE	Ene.42-Dic.47/Ene.51-
73034	BELEN	REVENTAZON	PGD	09°44'	83°53'	2010	ICE	Nov.59-
73036	T-SEIS	REVENTAZON	PGD	09°43'	83°46'	2000	ICE	Ago.62-
73037	EL DESTIERRO	REVENTAZON	PGD	09°42'	83°45'	2020	ICE	Ago.62-
73038	OJO DE AGUA	REVENTAZON	PGD	09°37'	83°49'	2960	ICE	May.59-Abr.61/Ago.62-
73039	TRES DE JUNIO	REVENTAZON	PGD	09°40'	83°51'	2630	ICE	Ago.62-

Tabla 1(c) - Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Caribe cuencas de los Ríos Reventazón, Pacuare, Madre de Dios, Matina, Moín, Banano, La Estrella y Sixaola.

NUMERO	ESTACION	CUENCA	APARATO	NORTE	OESTE	M.S.N.M.	INSTITUCION	FECHAS DE REGISTRO
73040	BERMA	REVENTAZON	PGD	09° 40'	83° 49'	2480	ICE	Ago.62-
73041	LA CANGREJA	REVENTAZON	PGD	09° 48'	83° 58'	1830	ICE	Ago.62-
73042	MUNECO	REVENTAZON	PGD	09° 48'	83° 55'	1410	ICE	Ago.62-
73044	LA SUIZA	REVENTAZON	PGD	09° 51'	83° 37'	620	ICE	Ago.62-
73045	TAUS	REVENTAZON	PGD	09° 46'	83° 43'	900	ICE	Ago.62-
73046	CACHI (PLANTEL)	REVENTAZON	B	09° 49'	83° 48'	1018	ICE	Ene.52-
73047	TUCURRIQUE	REVENTAZON	PGD	09° 51'	83° 45'	770	ICE	Ene.64-
73051	DOS AMIGOS	REVENTAZON	PGD	09° 42'	83° 47'	1470	ICE	Oct.66-
73055	LA AMISTAD	REVENTAZON	PGD	09° 59'	83° 34'	560	ICE	May.64-
73057	TABANO	REVENTAZON	PGD	09° 44'	83° 42'	1360	ICE	Jul.64-
73063	EL GATO	REVENTAZON	PGD	09° 42'	83° 42'	1600	ICE	Set.64-
73074	S. ANTONIO TURRIALBA	REVENTAZON	PGD	09° 58'	83° 43'	1190	ICE	Set.65-
73079	ORIENTE	REVENTAZON	B	09° 47'	83° 43'	740	ICE	Jun.70-
73080	C. LA MUERTE(REPET.)	REVENTAZON	B	09° 34'	83° 46'	3130	ICE	Ago.70-
73081	VOLCAN IRAZU	REVENTAZON	PV	09° 59'	83° 51'	3400	IMN	Abr.64-Dic.89/
73088	T.A. MONTECRISTO	REVENTAZON	VIS	09° 45'	83° 52'	1659	ICE	Ene.70-
73089	SITIO PRESA TAPANTI	REVENTAZON	B	09° 42'	83° 46'	1921	ICE	Ene.75-
73091	HDA EL CARMEN	REVENTAZON	B	10° 12'	83° 46'	15	IMN	Ene.72-
73096	EL SAUCE	REVENTAZON	PGD	10° 00'	83° 29'	740	ICE	Ene.75-Dic.75/Ene.77-
73097	BONILLA ARRIBA	REVENTAZON	PGD	10° 01'	83° 42'	1460	ICE	Feb.75-
73104	CONCAVAS	REVENTAZON	PGD	09° 50'	83° 52'	1360	ICE	Jul.76-
75002	SIQUIRRES	PACUARE	B	10° 06'	83° 31'	70	ICE	Jul.66-
75003	PLATANILLO	PACUARE	PGD	09° 49'	83° 34'	889	ICE	Set.54-
75004	PACUARE	PACUARE	PGD	09° 49'	83° 31'	800	ICE	Set.62-
75005	PACUAR	PACUARE	PGD	09° 55'	83° 34'	710	ICE	Ene.77-
75007	ROCAS BLANCAS	PACUARE	PGD	09° 45'	83° 30'	825	ICE	Jul.66-
75008	CUENCAS	PACUARE	PGD	09° 44'	83° 36'	1835	ICE	Jul.66-
75013	FREEMAN	PACUARE	PV	09° 44'	83° 36'	5	ABSA	Ene.40-Jun.78/
75022	FINCA MIRADOR	PACUARE	PGD	10° 02'	83° 28'	440	ICE	Jun.76-Dic.80/ Ene.82-
77001	BATAN	MADRE DE DIOS	PGD	10° 05'	83° 20'	15	ICE	Abr.66-
77002	LA LOLA	MADRE DE DIOS	B	10° 06'	83° 23'	40	CATIE	Nov.48-
79005	MORAVIA DE CHIRRIPO	MATINA	B	09° 50'	83° 27'	1200	ICE	Ene.55-
79012	PLAYA HERMOSA	MATINA	PGD	09° 58'	83° 21'	100	ICE	May.91-
79014	CAPILLA 1	MATINA	PGD	09° 47'	83° 23'	580	ICE	Ago.91-
81003	LIMON	RIO MOIN	A	10° 00'	83° 03'	5	IMN	Ene.41
83003	ASUNCION	BANANO	PGD	09° 54'	83 10'	130	ICE	Feb.56-
85001	PANDORA	LA ESTRELLA	PV	09° 45'	82 57'	17	S.F.C	Abr.65-Dic.88/
85006	PUERTO VARGAS	LA ESTRELLA	PV	09° 44'	82 49'	3	IMN	Ene.77-
85012	HITOY CERERE	LA ESTRELLA	B	09° 40'	83 02'	100	IMN	Jul.81-
87003	DAYTONIA	SIXAOLA	PV	09° 32'	82 40'	10	IMN	Ene.87-
87006	SIXAOLA	SIXAOLA	PGD	09° 30'	82° 37'	11	ICE	Ene.79-
87010	AMUBRI	SIXAOLA	B	09° 31'	82° 57'	70	ICE	Ene.77-
87012	ALTO UREN	SIXAOLA	PGD	09° 27'	82° 58'	220	ICE	Feb.93-
87014	LARI	SIXAOLA	PGD	09° 23'	83° 02'	600	ICE	Abr.94-
87016	BAJO COEN	SIXAOLA	PGD	09° 32'	83° 01'	100	ICE	Abr.94-

Tabla 1(d) - Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Pacífico cuencas de los Ríos Pen, Nicoya, Tempisque, Bebedero y Abangares.

NUMERO	ESTACION	CUENCA	APARATO	NORTE	OESTE	M.S.N.M.	INSTITUCION	FECHAS DE REGISTRO
72101	NICOYA	PEN. NICOYA	PV	10° 09'	85° 27'	120	IMN	Ene.50-
72102	COBANO	PEN. NICOYA	PV	09° 41'	85° 06'	160	SENARA	May.76-Dic.91/
72105	C. CARMONA	PEN. NICOYA	PV	10° 00'	85° 15'	100	IMN	May.67-Dic.89/
72106	SANTA ROSA	PEN. NICOYA	PV	10° 50'	85° 37'	315	IMN	Abr.71-
72107	LEPANTO	PEN. NICOYA	PV	09° 58'	85° 02'	50	SENARA	Jul.70-
72108	PLAYAS DEL COCO	PEN. NICOYA	PV	10° 34'	85° 40'	10	SENARA	Jul.70-Dic.91/
72110	MOROTE	PEN. NICOYA	PGD	10° 04'	85° 16'	20	ICE	Jul.70-Nov.95/
72111	PAQUERA	PEN. NICOYA	PV	09° 49'	84° 56'	15	IMN	May.74-
72117	BELEN	PEN. NICOYA	PV	10° 02'	85° 30'	153	SENARA	Jun.76-Dic.91/
72118	FLORIDA	PEN. NICOYA	PV	10° 09'	85° 45'	40	SENARA	Jun.76-Dic.91/
72119	LA FRESCA	PEN. NICOYA	PV	09° 52'	85° 09'	40	SENARA	May.76-Set.91/
72120	NOSARA	PEN. NICOYA	PV	09° 58'	85° 40'	15	SENARA	Jun.76-
72121	SAN GABRIEL	PEN. NICOYA	PV	09° 54'	85° 20'	80	SENARA	May.76-Dic.91/
72122	SANTA ROSA(S.CRUZ)	PEN. NICOYA	PV	10° 19'	85° 47'	25	SENARA	May.76-Dic.91/
72124	S. FRANCISCO	PEN. NICOYA	PV	09° 47'	85° 15'	15	IMN	Feb.81-
74003	SANTA CRUZ	TEMPISQUE	PV	10° 16'	85° 35'	54	IMN	Ene.50-
74004	Q. GRANDE	TEMPISQUE	PV	10° 51'	85° 30'	366	SENARA	May.64-Dic.87/
74005	PUERTO HUMO	TEMPISQUE	PV	10° 19'	85° 21'	10	SENARA	Set.60-Dic.91/
74006	LA GUINEA	TEMPISQUE	PV	10° 25'	85° 28'	40	IMN	Ene.69-
74007	MONTE GALAN	TEMPISQUE	PV	10° 38'	85° 34'	60	SENARA	Jun.68-
74008	PELON DE LA BAJURA	TEMPISQUE	PV	10° 29'	85° 25'	40	IMN	Jun.68-
74010	CAÑAS DULCES	TEMPISQUE	PGD	10° 44'	85° 29'	100	SENARA	May.68-Jun.85/
74011	HDA TEMPISQUE	TEMPISQUE	PV	10° 30'	85° 34'	22	SENARA	May.53-
74012	RIO COLORADO	TEMPISQUE	PV	10° 40'	85° 29'	100	SENARA	Jul.70-
74014	Q. HONDA	TEMPISQUE	PV	10° 11'	85° 18'	30	SENARA	May.68-
74015	CORRALILLO	TEMPISQUE	PV	10° 13'	85° 23'	30	SENARA	May.68-
74017	TALOLINGA	TEMPISQUE	PV	10° 20'	85° 29'	10	SENARA	May.68-Dic.89/
74018	CARTAJENA	TEMPISQUE	PV	10° 23'	85° 41'	63	SENARA	May.68-
74019	HACIENDA GUACHIPELIN	TEMPISQUE	PGD	10° 45'	85° 23'	520	ICE	Jun.76-
74020	LLANO GRANDE	TEMPISQUE	A	10° 36'	85° 32'	85	IMN	Ene.57-
74023	SANTA MARIA	TEMPISQUE	PV	10° 45'	85° 18'	825	ICE	Ene.81-Dic.91/
74024	SARDINAL	TEMPISQUE	PV	10° 31'	85° 39'	460	SENARA	Set.68-Dic.86/
76002	TILARAN	BEBEDERO	PGD	10° 28'	84° 58'	562	IMN	Ene.49-
76006	TIERRAS MORENAS	BEBEDERO	PGD	10° 34'	85° 02'	695	ICE	May.63-
76012	HACIENDA TENORIO	BEBEDERO	PV	10° 36'	85° 05'	400	SENARA	Abr.77-
76013	CERRO SAN JOSE	BEBEDERO	PV	10° 22'	84° 57'	1052	ICE	Jul.70-
76016	HDA MOJICA	BEBEDERO	PV	10° 24'	84° 12'	13	PARTICULAR	Ene.73-
76018	QUEBRADA LAVAS	BEBEDERO	PGD	10° 29'	85° 00'	520	ICE	Ene.74-
76020	LIBANO	BEBEDERO	PGD	10° 26'	85° 00'	250	ICE	Oct.73-
76021	EL CHOPO	BEBEDERO	PGD	10° 28'	85° 05'	120	ICE	Nov.73-
76022	QUESERA	BEBEDERO	PGD	10° 27'	84° 57'	660	ICE	Nov.73-
76024	EL COYOL	BEBEDERO	PGD	10° 29'	85° 01'	410	ICE	Nov.73-
76026	BAGACES	BEBEDERO	B	10° 32'	85° 15'	80	ICE	Feb.74-
76029	RIO NARANJO	BEBEDERO	PGD	10° 41'	85° 06'	525	ICE	Ago.75-
76031	PUNTA DE PALO	BEBEDERO	PGD	10° 36'	85° 13'	255	ICE	Feb.76-Ago.85/Jun.90-Dic.96/
76032	FINCA VALLE DEL VIENTO	BEBEDERO	PGD	10° 33'	85° 07'	205	ICE	May.76-
76034	FORTUNA	BEBEDERO	B	10° 41'	85° 12'	430	ICE	Jun.76-
76036	CUIPILAPA	BEBEDERO	PV	10° 40'	85° 10'	480	ICE	Ene.77-
76038	SUBESTACION CANAS	BEBEDERO	PV	10° 25'	85° 06'	70	ICE	Ago.76-Jul.93/
76041	TABOGA	BEBEDERO	B	10° 22'	85° 12'	10	IMN	Jul.68-
78001	LAS JUNTAS	ABANGARES	PV	10° 17'	84° 58'	140	IMN	Feb.60-Abr.80/
78002	MONTEVERDE	ABANGARES	PGD	10° 18'	84° 48'	1460	ICE	Ene.83-
78003	PUNTARENAS	ABANGARES	A	09° 58'	84° 50'	3	IMN	Nov.58-Oct.2000/
78004	LAGARTO	ABANGARES	PVD	10° 10'	84° 55'	110	ICE	Jul.70-

Tabla 1(e) - Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Pacífico cuencas de los Ríos Abangares, Barranca, Jesús María, G. de Tárcoles, Parrita y Damas.

NUMERO	ESTACION	CUENCA	APARATO	NORTE	OESTE	M.S.N.M.	INSTITUCION	FECHAS DE REGISTRO
78005	SARMIENTO	ABANGARES	PV	10° 09'	84° 53'	160	IMN	Oct.70-
78006	MIRAMAR	ABANGARES	PV	10° 05'	84° 44'	450	IMN	Oct.70-
78012	MONTE DE ORO	ABANGARES	PGD	10° 13'	84° 40'	1040	ICE	Ene.83-
80002	SAN MIGUEL	BARRANCA	PV	10° 00'	84° 42'	140	IMN	May.37-
80005	NAGATAC	BARRANCA	PGD	10° 04'	84° 33'	450	ICE	Ene.59-Ene.88/Oct.91-
80007	MACACONA	BARRANCA	PGD	10° 00'	84° 38'	240	ICE	Feb.73-
80009	PIEDADES SUR	BARRANCA	PV	10° 07'	84° 32'	1020	IMN	Mar.83-
82001	GUADALUPE	JESUS MARIA	PV	09° 57'	84° 34'	400	IMN	Oct.70-
84001	SAN JOSE	G.TARCOLES	PGD	09° 56'	84° 05'	1172	ICE	Ene.1880-
84003	LA ARGENTINA	G.TARCOLES	PV	10° 02'	84°21'	760	IMN	Ene.40-
84004	ATENAS	G.TARCOLES	PV	09° 59'	84°23'	696	UCR	Jul.40-
84005	AVANCE	G.TARCOLES	PV	09° 56'	83°58'	1870	IMN	Ene.40-
84006	HDA CONCEPCION	G.TARCOLES	PV	09° 55'	84°00'	1320	IMN	Jul.54-
84011	LORNESSA	G.TARCOLES	PV	09° 56'	84°11'	909	IMN	Ene.41-Dic.88/
84012	TURRUCARES	G.TARCOLES	PV	09° 58'	84°19'	639	IMN	Jul.40-Dic.88/
84014	PALMARES	G.TARCOLES	PV	10° 03'	84°26'	1017	IMN	Jul.44-Dic.91/
84016	NARANJO	G.TARCOLES	PV	10° 06'	84°23'	1042	IMN	Ene.40-
84018	RANCHO REDONDO	G.TARCOLES	PV	09° 57'	83°37'	1780	IMN	Ene.51-
84019	HDA LA LAGUNA	G.TARCOLES	PV	09° 54'	84°02'	1240	IMN	Ene.69-
84021	A. J. SANTAMARIA	G.TARCOLES	A	10° 00'	84°12'	932	IMN	Ene.56-
84022	DESAMPARADOS	G.TARCOLES	PV	09° 54'	84°04'	1162	IMN	Jul.57-Dic.2000/
84023	F. BAUDRIT	G.TARCOLES	B	09° 01'	84°16'	840	UCR	Jul.61
84024	HDA OJO DE AGUA	G.TARCOLES	PV	09° 56'	84°13'	850	IMN	Ene.58-Set.95/
84034	EMBALSE LA GARITA	G.TARCOLES	B	09° 57'	84° 21'	460	ICE	Ene.63-
84035	LOS SITIOS	G.TARCOLES	PGD	09° 59'	84° 03'	1290	A y A	Jun.64-Dic.93
84037	S. ANTONIO(ESCAZU)	G.TARCOLES	PV	09° 54'	84° 08'	1380	SENARA	Jun.64-Jun.89/
84038	SALITRAL	G.TARCOLES	PV	09° 55'	84° 10'	1100	SENARA	Jun.64-Dic.90/
84039	S. J. DE DIOS	G.TARCOLES	PV	09° 53'	84° 05'	1330	A y A	Jun.64-Oct.89/
84041	GUADALUPE(PLANTA)	G.TARCOLES	PV	09° 58'	84° 02'	1280	A y A	Jun.64-Jun.89/
84043	S. DOMINGO DEL ROBLE	G.TARCOLES	PVD	10° 04'	84° 10'	1320	ICE	May.59-
84046	S. JOSECITO(HEREDIA)	G.TARCOLES	B	10° 02'	84° 00'	1450	IMN	Ene.71-
84053	SACRAMENTO	G.TARCOLES	PV	10° 06'	84° 07'	2260	SENARA	Ene.70-Dic.91-
84054	MONTE LA CRUZ	G.TARCOLES	PV	10° 06'	84° 05'	1700	SENARA	Ene.70-Jun.89/
84056	VILLA COLON	G.TARCOLES	PV	09° 55'	84° 15'	700	IMN	Ene.70-Jun.89/
84059	LA LUISA	G.TARCOLES	PV	10° 08'	84° 20'	1250	IMN	Abr.63-
84060	LOS CARTAGOS	G.TARCOLES	PV	10° 09'	84° 10'	2050	SENARA	Ene.70-Dic.90/
84063	VOLCAN POAS	G.TARCOLES	PGD	10° 11'	84° 14'	2564	ICE	Ago.71-Set.80/Ene.84-
84067	CASCAJAL	G.TARCOLES	PV	10° 00'	83° 58'	1720	A y A	Ago.71-Ago.95/
84069	CORRALILLO	G.TARCOLES	PV	09° 57'	83° 56'	2140	A y A	Ago.71-Ago.95/
84074	AEROP. PAVAS	G.TARCOLES	A	09° 58'	84° 08'	997	IMN	Jul.75-
84097	BAJO LAGUNA	G.TARCOLES	PGD	09° 51'	84° 31'	40	ICE	Mar.76-
84098	S. PEDRO TURRUBARES	G.TARCOLES	PVD	09° 53'	84° 27'	328	ICE	Ene.77-Mar.96/
84099	S. RAFAEL TURRUBARES	G.TARCOLES	PVD	09° 49'	84° 28'	900	ICE	Mar.76-Marzo96/
84100	LA VIBORA	G.TARCOLES	PVD	09° 50'	84° 24'	880	ICE	Mar.76-Mar.96/
88003	FINCA ANGELES	PARRITA	PV	09° 32'	84° 22'	5	CBCR	Nov.41-Dic.92/
88004	FINCA PALO SECO	PARRITA	PV	09° 32'	84° 18'	15	CBCR	Ene.57-
88008	FINCA NICOYA	PARRITA	PV	09° 33'	84° 18'	30	CBCR	Ene.79-
88015	PLAYON	PARRITA	B	09° 38'	84° 17'	65	ICE	Feb.75-
88018	EL JARDIN	PARRITA	PGD	09° 43'	83° 59'	2000	ICE	Ago.89-
88020	SANTA MARIA DE DOTA	PARRITA	PGD	09° 39'	83° 58'	1600	ICE	Ago.89-
88023	COPEY	PARRITA	B	09° 39'	83° 55'	1880	ICE	Jun.81-
88024	TABACALES	PARRITA	PGD	09° 39'	84° 06'	1380	ICE	Ago.89-
88026	CARRIZALES	PARRITA	B	09° 41'	84° 03'	1740	ICE	Ago.89-
90001	POCARES	DAMAS	PV	09° 31'	84° 15'	6	CBCR	May.41-

Tabla 1(f) - Estaciones meteorológicas localizadas en la vertiente del Pacífico cuencas de los Ríos Damas, Naranjo, Savegre, Barú, G. de Térraba y Esquinas.

NUMERO	ESTACION	CUENCA	APARATO	NORTE	OESTE	M.S.N.M.	INSTITUCION	FECHAS DE REGISTRO
90003	QUEPOS	DAMAS	PV	09° 26'	84° 09'	5	CBCR	Ene.41-
90008	ANITA	DAMAS	PV	09° 28'	84° 10'	15	CBCR	Ene.77-
92001	BARTOLO	NARANJO	PV	09° 26'	84° 06'	10	CBCR	Jun.45-
92002	LLORONA	NARANJO	PV	09° 24'	84° 05'	10	CBCR	Jul.56-
92004	NARANJILLO	NARANJO	B	09° 34'	84° 02'	780	ICE	Abr.81-
92006	SAN BERNARDO	NARANJO	PGD	09° 37'	84° 02'	1260	ICE	Abr.92-
92008	RIO NARANJO ABAJO	NARANJO	PGD	09° 35'	83° 57'	1500	ICE	Abr.92-
92010	SAN CARLOS DE DOTA	NARANJO	PGD	09° 36'	83° 54'	2500	ICE	Abr.92-
92012	SAN JOAQUIN	NARANJO	PGD	09° 35'	83° 59'	1300	ICE	Jun.92-
94002	MARITIMA	SAVEGRE	PV	09° 23'	84° 03'	8	CBCR	Jun.71-
94005	PROVIDENCIA	SAVEGRE	PGD	09° 31'	83° 52'	1490	ICE	Mar.78-
94006	PROYECTO SAVEGRE	SAVEGRE	PGD	09° 27'	83° 59'	200	ICE	Ene.83-
94008	LOS ANGELES	SAVEGRE	PGD	09° 29'	83° 48'	1100	ICE	Mar.81-
94012	FILA SAVEGRE	SAVEGRE	PGD	09° 26'	83° 49'	1280	ICE	Ene.82-
96001	TINAMASTE	BARU	B	09° 18'	83° 47'	680	IMN	Mar.82-
96002	HDA BARU	BARU	PV	09° 16'	83° 53'	5	IMN	Ene.81-
98002	PALMAR	G.TERRABA	B	08° 57'	83° 28'	16	IMN	Ene.70-Abr.94/
98006	VOLCAN BUENOS AIRES	G.TERRABA	B	09° 13'	83° 27'	418	ICE	Ene.69-
98007	SAN VITO DE JABA	G.TERRABA	B	08° 50'	82° 59'	890	ICE	Oct.68-
98009	REPUNTA	G.TERRABA	PV	09° 18'	83° 39'	580	IMN	Ene.62-
98010	CEDRAL	G.TERRABA	B	09° 22'	83° 39'	1700	ICE	Dic.68-
98011	BOLIVIA	G.TERRABA	B	09° 11'	83° 38'	740	ICE	Dic.68-
98012	POTRERO GRANDE	G.TERRABA	B	09° 01'	83° 11'	183	ICE	Dic.68-
98013	RIO NEGRO	G.TERRABA	PGD	08° 53'	82° 52'	955	ICE	Ene.69-
98015	BOLAS	G.TERRABA	PVD	09° 07'	83° 13'	500	ICE	May.69-
98017	SAN MARTIN	G.TERRABA	PVD	09° 08'	83° 30'	660	ICE	May.69-
98018	UJARRAS	G.TERRABA	PGD	09° 14'	83° 18'	525	ICE	Jun.69-
98019	ACHIOTE	G.TERRABA	PVD	09° 14'	83° 22'	420	ICE	May.69-
98020	CHIMIROL	G.TERRABA	PVD	09° 26'	83° 38'	1000	ICE	May.69-
98021	RIO BLANCO	G.TERRABA	PVD	09° 31'	83° 37'	1500	ICE	May.69-
98022	PIÑERA	G.TERRABA	B	09° 08'	83° 20'	350	UCR	Ene.70-
98023	CRISTO REY	G.TERRABA	PVD	09° 15'	83° 37'	495	ICE	May.70-
98024	INA PEREZ ZELEDON	G.TERRABA	B	09° 20'	83° 42'	700	IMN	May.88-Oct.94/
98031	BUENA VISTA	G.TERRABA	PGD	09° 30'	83° 40'	1310	ICE	Ago.72-
98032	ALTO SAN JUAN	G.TERRABA	PGD	09° 20'	83° 44'	1040	ICE	Ago.72-
98033	SAN JERONIMO	G.TERRABA	PGD	09° 21'	83° 30'	1140	ICE	Ago.72-
98034	TABLAS	G.TERRABA	PGD	08° 56'	83° 07'	360	ICE	Ago.72-
98035	LIMONCITO	G.TERRABA	PGD	08° 51'	83° 00'	820	ICE	Set.72-
98036	MAIZ DE BORUCA	G.TERRABA	PGD	09° 01'	83° 25'	520	ICE	Set.72-
98037	CAJON DE BORUCA	G.TERRABA	B	08° 57'	83° 20'	80	ICE	Set.72-
98038	ALTO DE LA ESCUADRA	G.TERRABA	PVD	09° 03'	83° 30'	825	ICE	Mar.73-
98039	BORUCA	G.TERRABA	PVD	09° 00'	83° 20'	570	ICE	Mar.73-
98040	DIVISION	G.TERRABA	PVD	09° 31'	83° 43'	2260	ICE	Mar.73-
98043	LAS MELLIZAS	G.TERRABA	PGD	08° 53'	82° 47'	1420	ICE	May.74-
98044	LAS ALTURAS	G.TERRABA	B	08° 56'	82° 50'	1340	ICE	Abr.74-
98050	FILA TIGRE	G.TERRABA	PVD	08° 56'	82° 55'	1130	ICE	Abr.74-
98051	HELECHALES	G.TERRABA	PGM	09° 05'	83° 05'	1030	ICE	May.74-
98057	TERRABA	G.TERRABA	B	09° 04'	83° 17'	360	ICE	Oct.74-
98058	AGUAS BUENAS	G.TERRABA	PVD	09° 13'	83° 41'	1180	ICE	Abr.75-
98059	LINDA	G.TERRABA	PVD	09° 22'	83° 39'	700	ICE	Abr.75-
98061	SAN RAMON NORTE	G.TERRABA	PVD	09° 26'	83° 43'	1160	ICE	Abr.75-
98066	SAN ISIDRO DE BIOLLEY	G.TERRABA	PGD	09° 00'	82° 60'	1050	ICE	Set.96-
98068	LAS DELICIAS	G.TERRABA	PGD	09° 10'	83° 11'	990	ICE	Oct.96-
98070	EL ANGEL	G.TERRABA	PGD	09° 15'	83°25'	900	ICE	Oct.96-
100024	INA RIO CLARO	ESQUINAS	PV	08° 41'	83°04'	56	IMN	Ene.85-
100034	GOLFITO	ESQUINAS	PV	08° 39'	83°11'	15	CBCR	Ene.41-Jun.94/
100035	COTO 47	ESQUINAS	B	08° 36'	83°59'	8	IMN	Ene.50-
100054	ARBOLEDA	ESQUINAS	PV	08° 40'	83°11'	30	CBCR	Ene.50-Abr.85/

Anexo 2. Lista de Estaciones Hidrológicas

Tabla 2(a) - Estaciones hidrológicas localizadas en las vertientes del Caribe y Pacífico cuencas de los Ríos Sixaola, La Estrella, Banano, Moín, Matina, Pacuare, Reventazón, San Juan, Pen, Nicoya y Tempisque

Número	Nombre	Cuenca	Río	Área Km²	Coordenadas		Elevación	Fecha de registro	Aparato
					Latitud	Longitud			
01-01	BRATSI	SIXAOLA	SIXAOLA	2120,5	09°33'32"	82°53'26"	35,0	May. 72-	CR510
01-02	SIXAOLA	SIXAOLA	SIXAOLA	2705,7	09°30'05"	82°36'54"	1,5	May. 72- Abr. 98/	PRESION
02-02	PANDORA	LA ESTRELLA	LA ESTRELLA	634,5	09°44'12"	82°57'50"	15,0	Jun. 73-	CR510
03-01	ASUNCIÓN	BANANO	BANANO	91,4	09°53'37"	83°10'10"	156,6	Jul. 57- Ago.88/	PRESION
05-03	BLANCO	MOIN	BLANCO	50,0	09°58'49"	83°08'57"	15,0	Ago. 76- Abr.95/	PRESION
06-02	BARBILLA	MATINA	BARBILLA	212,0	10°03'58"	83°22'08"	40,0	Oct. 68-Abr.98/	PRESION
06-03	PLAYA HERMOSA	MATINA	CHIRRIPÓ	820,6	09°56'06"	83°21'12"	140,0	Nov. 81-Abr. 91/	PRESION
08-01	PACUARE	PACUARE	PACUARE	367,4	09°49'41"	83°30'43"	581,9	Ago. 58-	CR510
08-03	DOS MONTAÑAS	PACUARE	PACUARE	651,8	10°04'45"	83°30'03"	69,5	Jun. 63-Abr. 97/	PRESION
09-03	ANGOSTURA	REVENTAZON	REVENTAZÓN	1337,1	09°52'58"	83°39'00"	538,0	Jun. 53-Oct.2000/	CR510
09-04	EL HUMO	REVENTAZON	PEJIBAYE	136,5	09°47'36"	83°43'08"	692,0	Nov. 53-	TELEMETRICA
09-05	MONTECRISTO	REVENTAZON	MACHO	64,5	09°44'55"	83°52'00"	1658,6	Oct. 55-	TELEMETRICA
09-08	BELÉN	REVENTAZON	MACHO	47,4	09°43'54"	83°53'00"	1955,5	Set. 60-	FM
09-09	ORIENTE	REVENTAZON	PEJIBAYE	226,9	09°49'38"	83°41'31"	618,8	May. 62-	TELEMETRICA
09-12	PASCUA	REVENTAZON	REVENTAZÓN	1673,2	10°01'33"	83°36'29"	247,2	Jun. 63-	TELEMETRICA
09-19	PALOMO	REVENTAZON	REVENTAZÓN	371,1	09°46'57"	83°50'23"	1076,6	Jul. 71-	TELEMETRICA
09-22	TAPANTÍ ARRIBA	REVENTAZON	REVENTAZÓN	187,4	09°41'15"	83°45'20"	1650,0	Ene.70-	A- 35
09-24	LA TROYA	REVENTAZON	NAVARRO	274,6	09°48'43"	83°51'59"	1028,6	May. 71-	CR510
09-26	TURRIALBA	REVENTAZON	TURRIALBA	76,7	09°54'22"	83°40'17'	570,0	Dic. 81-Nov.98/	PRESION
09-27	GUAYABO	REVENTAZON	REVENTAZÓN	1513,4	09°56'14"	83°37'26"	395,0	Ago. 83-	TELEMETRICA
11-02	CARRILLO	SAN JUAN	SUCIO	376,3	10°12'56"	83°54'10"	230,0	Ago. 87- Ago.95/	PRESION
12-02	CARIBLANCO	SAN JUAN	SARAPIQUÍ	73,0	10°15'16"	84°10'12"	751,8	May. 64-	TELEMETRICA
12-03	PUERTO VIEJO	SAN JUAN	SARAPIQUÍ	820,9	10°28'27"	84°00'50"	21,9	Nov. 68- Nov.98/	PRESION
12-04	VERACRUZ	SAN JUAN	TORO	191,4	10°30'13"	84°13'54"	98,5	Ene. 71-	CR510
12-05	BAJOS DEL TORO	SAN JUAN	TORO	73,1	10°14'42"	84°16'51"	1270,0	Feb. 85- Abr.96/	PRESION
12-07	RÍO SEGUNDO	SAN JUAN	SEGUNDO	12,0	10°14'16"	84°18'33"	1416,0	Nov. 93-	TELEMETRICA
12-08	H. DOÑA TERESA	SAN JUAN	CARIBLANCO	21,4	10°16'05"	84°11'01"	800,0	Nov. 94-	TELEMETRICA
12-09	RÍO DESAGÜE	SAN JUAN	DESAGÜE	12,2	10°14'02"	84°17'02"	1320,0	Oct. 95-	TELEMETRICA
12-03	RÍO SEGUNDO	SAN JUAN	RÍO SEGUNDO	16,2	10°14'00"	84°18'00"	1416,0	May. 99-	TELEMETRICA
14-02	JABILLOS	SAN JUAN	SAN CARLOS	551,8	10°22'38"	84°32'27"	123,7	Jun. 63-	CR510
14-04	TERRÓN	SAN JUAN	SAN CARLOS	2040,0	10°33'07"	84°29'36"	54,0	Nov. 68-	CR510
14-05	PEÑAS BLANCAS	SAN JUAN	PEÑAS	292,9	10°27'49"	84°31'34"	65,0	Oct. 68-	CR510
14-12	EL CAIRO	SAN JUAN	CAÑO NEGRO	69,6	10°25'03"	84°46'09"	565,0	Ago. 75-	CR510
14-16	BOCA TAPADA	SAN JUAN	SAN CARLOS	2998,6	10°40'45"	84°13'58"	22,5	Nov. 76- May.95/	PRESION
14-17	ARENAL NUEVO	SAN JUAN	DOS BOCAS	12,9	10°32'54"	84°53'01"	580,0	Oct. 78-	CR510
14-18	LA ARGENTINA	SAN JUAN	PIEDRAS	12,0	10°33'20"	84°58'35"	556,0	Oct. 78-	CR510
14-19	PIEDRAS	SAN JUAN	PIEDRAS	12,2	10°25'50"	84°44'50"	563,0	Oct. 78- Nov. 97/	FM
14-20	POCOSOL	SAN JUAN	PEÑAS	122,6	10°21'10"	84°39'03"	380,0	Ago. 80-	TELEMETRICA
14-25	RÍO CHIQUITO	SAN JUAN	CHIQUITO	69,1	10°26'35"	84°51'35"	565,0	Nov. 75- Nov.99/	CR510
16-01	COTE	SAN JUAN	COTE	16,3	10°35'28"	84°54'14"	647,4	Jun. 65- Dic.89/	A-35
16-02	GUATUSO	SAN JUAN	FRÍO	253,4	10°40'27"	84°49'30"	43,9	Oct. 68-	CR510
16-04	VENADO	SAN JUAN	LA MUERTE	53,3	10°33'32"	84°49'30"	210,0	Set. 81- Abr.95/	A-35
16-05	SANTA LUCÍA	SAN JUAN	FRÍO	33,4	10°36'05"	84°44'46"	240,0	Nov. 82-	CR510
18-01	HDA ROXANA	PEN. NICOYA	MOROTE	259,8	10°03'51"	85°35'35"	16,0	0670-1282/	PRESION
19-02	GUARDIA	TEMPISQUE	TEMPISQUE	955,0	10°33'49"	85°16'30"	12,9	Jul. 51-Abr.	CR510
19-03	LIBERIA	TEMPISQUE	LIBERIA	28,5	10°37'22"	85°26'35"	130,5	May. 71- Dic. 89/	PRESION
19-04	RÍO CAÑAS	TEMPISQUE	LAS CAÑAS	373,3	10°21'18"	85°34'08"	13,5	May. 71- Feb.76/	PRESION
19-05	LA GUINEA	TEMPISQUE	TEMPISQUE	986,7	10°25'19"	85°29'50"	10,0	Jun. 70- Abr.80/	PRESION
19-06	COYOLAR	TEMPISQUE	COLORADO	128,2	10°40'08"	85°29'04"	76,7	Dic. 51-May.01/	CR510

Tabla 2 (b) -Estaciones hidrológicas localizadas en la vertiente del Pacífico cuencas Tempisque, Bebedero, Abangares, Barranca, G. de Tárcoles, Parrita, Naranjo, Savegre y G. de Térraba.

Número	Nombre	Cuenca	Río	Área Km²	Coordenadas		Elevación m.s.n.m	Fecha de registro	Aparato
					Latitud	Longitud			
19-07	EL SALTO	TEMPISQUE	EL SALTO	64,3	10°34'45"	85°23'01"	105,0	May.76- Abr.96/	A-35
19-08	EL POCHOTE	TEMPISQUE	SALITRAL	26,2	10°48'17"	85°28'16"	258,0	May. 76-Jun.95/	PRESION
20-02	LÍBANO	BEBEDERO	CAÑAS	128,8	10°26'25"	85°01'03"	196,2	Jun. 65- Jun.95/	A-35
20-03	RANCHO REY	BEBEDERO	TENORIO	288,1	10°28'05"	85°09'52"	20,1	May.70-	CR510
20-04	TILARÁN	BEBEDERO	SANTA ROSA	95,8	10°27'53"	85°04'21"	125,1	Set. 71-	A-35
20-07	PUNTA DE PALO	BEBEDERO	BLANCO	117,0	10°35'20"	85°12'06"	152,0	May. 76- Dic. 96/	PRESION
20-08	C.M. ARENAL	BEBEDERO	SANTA ROSA	38,3	10°28'36"	84°59'49"	340,0	Ago. 77-	CR510
20-10	MAGDALENA	BEBEDERO	MAGDALENA	63,3	10°28'16"	85°06'20"	50,0	Ene.83-May. 98/	PRESION
21-01	LIMONAR VIEJO	ABANGARES	ABANGARES	131,8	10°16'15"	85°00'13"	97,3	May. 70-Abr.96/	PRESION
21-02	YOMALÉ	ABANGARES	LAGARTOS	103,7	10°09'49"	84°55'11"	98,0	May.70- Dic. 88/	A-35
22-01	NAGATAC	BARRANCA	BARRANCA	195,4	10°02'33"	84°34'14"	285,1	May. 55-	CR510
24-02	TACARES	G. DE	POÁS	201,5	10°00'14"	84°18'42"	598,1	Mar. 53 -	CR510
24-05	SAN MIGUEL	G. DE	VIRILLA	829,1	09°55'18"	84°19'15"	406,7	Feb.59- Dic.88/	OTT
24-06	BALSA	G. DE	G. DE	1638,0	09°55'42"	84°22'34"	267,3	Feb.59-	CR510
24-09	ELECTRIONA	G. DE	TIRIBÍ	302,4	09°29'21"	84°20'36"	465,1	Set.61-Ene. 88/	A-35
24-10	LINDA VISTA	G. DE	VIRILLA	93,3	09°58'10"	84°04'43"	1085,6	Jul.68- Abr.89/	FM
24-11	ALUMBRE	G. DE	GDE. DE	1745,4	09°54'47"	84°28'57"	100,8	Ago.68- May.96/	A-35
24-18	ALAJUELA	G. DE	ALAJUELA	14,4	10°00'40"	84°14'33"	871,0	May.72- Oct. 81/	FM
24-21	PICAPICAL	G. DE	TURRUBARES	126,8	09°52'17"	84°28'53"	75,0	Feb.77- Ene.79/	MECANICO
24-22	LA GARITA	G. DE	GRANDE	649,4	09°59'34"	84°20'36"	470,0	Ago.77-	CR510
24-23	LAS VUELTAS	G. DE	CIRUELAS	88,0	09°56'14"	84°18'15"	550,0	Jun.80-Abr.83/May.89-	A-35
24-24	NUESTRO AMO	G. DE	VIRILLA	734,0	09°56'00"	84°16'27"	550,0	Ene. 81-	CR510
24-28	ANONOS	GDE	TIRIBÍ	212,9	09°55'57"	84°07'15"	1030,0	May.91-	TELEMETRICA
26-01	EL REY	PARRITA	G. DE	661,4	09°40'08"	84°18'10"	94,4	Jun.63-	CR510
26-02	DOTA	PARRITA	PIRRÍS	115,0	09°39'25"	84°00'03"	1445,8	May.71-	CR510
26-03	BIJAGUAL	PARRITA	PARRITA	422,2	09°39'29"	84°17'30"	109,0	May.71-	CR510
26-04	TABACALES	PARRITA	PIRRÍS	243,8	09°38'38"	84°06'21"	1130,0	Ago.78-	TELEMETRICA
28-01	LONDRES	NARANJO	NARANJO	210,2	09°28'56"	84°02'53"	170,0	Ago.70-	CR510
28-02	LOS LLANOS	NARANJO	NARANJO	147,0	09º32'38"	84º01'16"	480,0	Abr.92-	CR10X
29-01	PUENTE HAMACA	SAVEGRE	SAVEGRE	535,0	09º25'23"	84º02'51"	35,0	Ago.70-Abr. 89/	CR510
29-02	PROVIDENCIA	SAVEGRE	SAVEGRE	127,5	09º32'00"	83º51'28"	1440,0	Nov.79-	CR10X
29-03	S.P. SAVEGRE	SAVEGRE	SAVEGRE	473,0	09º27'17"	83º58'31"	270,0	Dic.82-	CR10X
31-01	PALMAR	G. DE	G. DE TÉRRABA	4766,7	08°57'29"	83°27'43"	13,1	May.62-	CR510
31-03	EL BRUJO	G. DE	GENERAL	2401,2	09°05'32"	83°16'40"	136,9	Oct.68-	CR510
31-04	REMOLINO	G. DE	GENERAL	1075,5	09°12'56"	83°31'44"	395,0	Nov.68-	CR510
31-05	LAS JUNTAS	G. DE	PACUAR	322,7	09°15'33"	83°38'03"	490,0	Nov.68-	CR510
31-07	CARACUCHO	G. DE	CARACUCHO	1133,3	09°00'11"	83°12'03"	98,0	Dic. 68-	CR510
31-08	RIVAS	G. DE	CHIRRIPÓ	317,9	09°26'02"	83°38'25"	790,0	Feb.71-	CR10X
31-09	LA CUESTA	G. DE	GENERAL	835,5	09°14'49"	83°36'15"	475,0	May.71-	CR510
31-10	PEJIBAYE	G. DE	PEJIBAYE	128,0	09°09'14"	83°33'24"	360,0	May.71-Jun. 96/	PRESION
31-12	CABAGRA	G. DE	CABAGRA	371,8	09°03'41"	83°11'30"	205,0	Nov.68-Abr. 89/ Oct.96-	CR510

Anexo 3. Simbología

A:	Estación meteorológica completa
A y A:	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado
ASBANA:	Asociación Bananera Nacional
B:	Estación meteorológica tipo B
BANDECO:	Banana Development Corporation of C.R.
CATIE:	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CBCR:	Compañía Bananera de Costa Rica
CH.L.C:	Chiriquí Land Company
ICE:	Instituto Costarricense de Electricidad
IMN:	Instituto Meteorológico Nacional
ITCR:	Instituto Tecnológico de Costa Rica
PART:	Particular
PGD:	Pluviógrafo diario
PV:	Pluviómetro diario
SENARA:	Servicio Nacional de Riego y Avenamiento
S. F. C:	Standard Fruit Company
UCR:	Universidad de Costa Rica
UNA:	Universidad Nacional Autónoma
/:	Estación fuera de funcionamiento
-:	Estación en funcionamiento

Balance hídrico superficial de Costa Rica

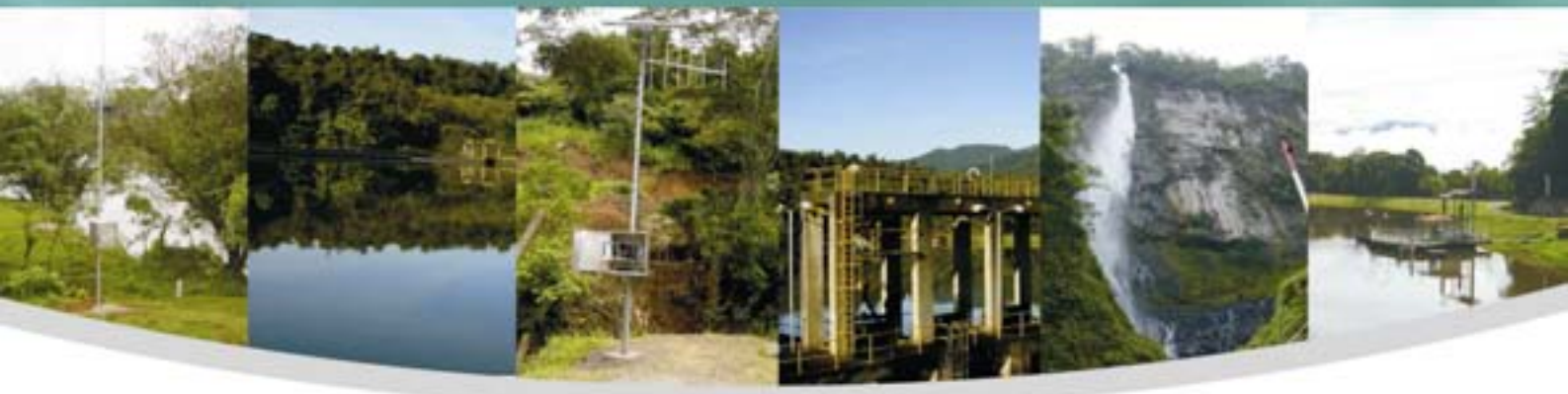
Período 1970-2002

Programa Hidrológico Internacional

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD

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

ICE
Instituto Costarricense de Electricidad
Apartado 10032-1000
San José
Costa Rica
Tel:(506) 2207309 Fax:(506) 2208204
slaporte@ice.go.cr
http://www.grupoice.com/



Instituto Meteorológico Nacional

CNHM Costa Rica

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD