

NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO
E/CN.12/CCE/SC.5/73/Add.1
TAO/LAT/104/Honduras
Noviembre de 1970

ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA
DEL ISTMO CENTROAMERICANO
SUBCOMITE CENTROAMERICANO DE
ELECTRIFICACION Y RECURSOS HIDRAULICOS

ISTMO CENTROAMERICANO. PROGRAMA DE EVALUACION DE RECURSOS HIDRAULICOS

IV. HONDUEAS

Anexo A. Meteorología e hidrología

Informe elaborado para la Misión Centroamericana de Electrificación y Recursos Hidráulicos por el Sr. Alberto R. Martínez, experto de la Organización Meteorológica Mundial de las Naciones Unidas.

Este informe no ha sido aprobado oficialmente por la Organización Meteorológica Mundial de las Naciones Unidas, la que no comparte necesariamente las opiniones aquí expresadas.

INDICE

	<u>Página</u>
Presentación	1
Introducción	3
Resumen	5
I. Características meteorológicas generales	8
1. Principales factores determinantes del clima	8
a) La situación geográfica y el relieve orográfico	8
b) Las corrientes y masas oceánicas	9
c) Los principales sistemas béricos y masas de aire	10
2. Causas meteorológicas de las precipitaciones	11
a) La zona de convergencia intertropical o frente intertropical	12
b) Frentes fríos o polares	13
c) Ondas del este u ondas de inestabilidad	14
d) Circulaciones meteorológicas locales	14
e) Huracanes	15
f) Temporales	16
II. Regímenes de las precipitaciones	17
1. Distribución geográfica	17
2. Distribución de la precipitación a lo largo del año	18
3. Variabilidad de las lluvias	23
a) Variabilidad anual	23
b) Variabilidades mensuales	24
III. Hidrografía e hidrología	26
1. Descripción resumida de la hidrografía del país	26
a) Lagos y lagunas	27
b) Ríos internacionales	27
2. Regímenes hidrológicos de los principales ríos	28
3. Estimación de los recursos hidráulicos superficiales	33
a) Aguas nacionales	33
b) De interés internacional	35

	<u>Página</u>
IV. Factores naturales que afectan al uso del agua	36
1. Topografía	36
2. Evaporación y evapotranspiración	37
V. Las redes de observaciones y los organismos que las operan	41
1. Proyecto de ampliación y mejoramiento de los Servicios Hidrometeorológicos e Hidrológicos del Istmo Centroamericano	41
2. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN)	42
3. Departamento de Estudios Hidrológicos y Climatológicos (DEHC)	43
4. Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)	44
5. Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE)	44
6. Otros organismos	44
VI. Conclusiones y recomendaciones	46
1. Conclusiones	46
2. Recomendaciones	47
Bibliografía	51
Apéndice. Disponibilidades de agua subterránea en Honduras	53

PRESENTACION

Este trabajo forma parte de la serie de 31 estudios que, bajo la dirección de la Misión Centroamericana de Electrificación y Recursos Hidráulicos de las Naciones Unidas, se ha llevado a cabo durante el período 1968-69 para la evaluación de los diversos problemas que plantea la utilización de las aguas disponibles para usos múltiples en el Istmo Centroamericano.

La serie consta de seis informes sobre los recursos hidráulicos de los países de esa zona (I. Costa Rica; II. El Salvador; III. Guatemala; IV. Honduras; V. Nicaragua y VI. Panamá), a cada uno de los cuales acompañan cuatro anexos sobre temas específicos (A. Meteorología e hidrología; B. Abastecimiento de agua y desagües; C. Riego y D. Aspectos legales e institucionales), elaborados por expertos de las Naciones Unidas en las respectivas materias.

Concluye la serie con el estudio regional (VII. Centroamérica y Panamá) donde se sintetiza y articula la información pormenorizada de los estudios anteriores y se incluye un resumen de conclusiones y recomendaciones aplicables al Istmo Centroamericano en conjunto.

INTRODUCCION

En la resolución 99 (VI) aprobada en el sexto período de sesiones de la Comisión Económica para América Latina (Bogotá, 1955) y confirmada por otras posteriores, se recomendó a la secretaría que, con la cooperación de las diferentes agencias especializadas de las Naciones Unidas y de otros organismos internacionales, realizara "un examen preliminar de la situación relativa a los recursos hidráulicos en América Latina, su aprovechamiento actual y futuro, en lo posible para fines múltiples, tales como energía, regadío y abastecimiento de aguas, defensa contra inundaciones, tomando en cuenta otros factores tales como saneamiento y demás beneficios que deriven de la construcción de las obras correspondientes y del uso del agua".

Una evaluación de los recursos hidráulicos del Istmo Centroamericano fue solicitada a su vez a la CEPAL en agosto de 1966 por los gobiernos de los países de esa región a través del Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos, organismo del Comité de Cooperación Económica que constituyen los ministros de economía del Istmo.

El presente informe es el resultado del trabajo que efectuó en distintos períodos, a partir de mayo de 1967, el experto de la OMM en Honduras como integrante de la misión. Para ello efectuó breves visitas al país en 1967 y 1968.

Un apéndice final sobre aguas subterráneas, preparado por el señor J. Roberto Jovel --funcionario del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano de las Naciones Unidas--, incluye datos referentes al estado actual de las investigaciones y a los aspectos hidrogeológicos, además de una estimación de los recursos hídricos del subsuelo.

El autor de este estudio desea expresar su agradecimiento por la ayuda recibida de los organismos visitados, que se citan en el informe, sin la cual hubiera sido más lenta y difícil la labor realizada.

/RESUMEN

RESUMEN

Honduras forma parte del Istmo Centroamericano, entre las latitudes $12^{\circ}50'$ y $16^{\circ}15'$ y las longitudes $83^{\circ}10'$ y $89^{\circ}20'$, aproximadamente.

Su posición geográfica y muy accidentada orografía son determinantes de la formación del clima; a ello hay que agregar la influencia de las corrientes y masas oceánicas y las acciones de la circulación atmosférica manifestada por los sistemas béricos y las masas de aire que se desplazan sobre su territorio.

Varios procesos meteorológicos detectados frecuentemente en los análisis del tiempo son los que en última instancia originan las precipitaciones. Se deben citar como principales: la Zona de Convergencia Intertropical o Frente Intertropical; los temporales; las ondas del Este u ondas de inestabilidad; las circulaciones meteorológicas locales; los huracanes y los frentes fríos o polares (poco frecuentes y de poca importancia).

Las precipitaciones anuales promedio varían entre 700 y 4 200 milímetros y la media para todo el país es aproximadamente de 1 710 milímetros. Las zonas de más lluvias se ubican en las vecindades del lago Yojoa y en la costa del Caribe, sobre las desembocaduras de los ríos Sico-Negro y Plátano. Las que tienen menos precipitaciones están en la región de las localidades de Comayagua, Tegucigalpa y Sabana Grande.

En la costa del Caribe el semestre más lluvioso es de agosto a enero, durante el que cae más del 70 por ciento del total anual, pero al sur del paralelo de 15° es de mayo a octubre, y allí ese porcentaje es superior a 80.

Los coeficientes de variación de las precipitaciones anuales están comprendidos entre 21 y 300 por ciento.

Los ríos de Honduras pueden agruparse en las grandes vertientes del Atlántico, o mar Caribe, y del Pacífico. La primera representa el 82.6 por ciento de la superficie del país y la segunda el 17.4. Las principales corrientes, por sus caudales, son: Chamalecón; Ulúa; Aguán; Sico; Patuca; Segovia o Coco; Goascorán y Choluteca.

/El semestre

El semestre con mayores caudales es el de junio a noviembre, en él escurre entre el 62 y el 85 por ciento del total anual. El mes con mayor caudal medio es octubre, pero también hay casos en que se produce en junio o julio. Los menores caudales ocurren en marzo o abril. Los coeficientes de irregularidad varían entre 0.15 y 0.42.

La medición de los recursos hidráulicos superficiales alcanza, hasta el momento, al 31 por ciento del territorio, pero se efectuó una estimación de su totalidad. El agua caída anualmente sobre el país es, aproximadamente, de $197\,462 \times 10^6 \text{ m}^3$ de los cuales escurren $101\,844 \times 10^6 \text{ m}^3$, equivalentes a un caudal de $3\,229.5 \text{ m}^3/\text{s}$. De éstos, $2\,947.3 \text{ m}^3/\text{s}$ van al Atlántico y $282.2 \text{ m}^3/\text{s}$ al Pacífico.

La disponibilidad de agua anual por habitante, de acuerdo con la población de 1968, es de $39\,500 \text{ m}^3$ o sea, $1\,260 \text{ l/s/hab}$.

Según el uso del agua, el relieve favorece o perjudica el aprovechamiento de los recursos y por eso se señalan sus características. El país es el más accidentado de todos los del Istmo, aunque sus cumbres mayores no sean de las más altas. Las partes más bajas y llanas se hallan en la zona Este del país, en el departamento de Gracias a Dios y en la costa Norte, sobre el mar Caribe. El 30.8 por ciento del territorio nacional tiene alturas inferiores a 305 metros y el 46.5, inferiores a 610 metros. Estos porcentajes son bastante más bajos que los similares de los otros países de la región.

A través de la evapotranspiración se pierde una parte importante de los recursos hidráulicos. La evapotranspiración potencial estimada por la fórmula de Blaney-Criddle modificada, indica que en la zona de las tierras bajas es de unos 2 000 milímetros al año, disminuyendo con la altura hasta unos 1 400 para los lugares más altos. La evapotranspiración real es inferior y depende de la disponibilidad de agua de los suelos y plantas a lo largo del año.

/Los principales

Los principales organismos dedicados a las mediciones de meteorología son el Servicio Meteorológico Nacional y el Departamento de Estudios Hidrológicos y Climatológicos (D E H C) de la Dirección General de Irrigación. En menor proporción, colaboran también la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA). En el sector privado aportan su esfuerzo la Standard Fruit Company; la Rosario Mining Company y el Ingenio Azucarero Chumbagua.

El Servicio Meteorológico Nacional necesita ser vigorizado para poder atender la creciente red de estaciones y poder dedicar mayor esfuerzo a la hidrometeorología y a la agrometeorología.

I. CARACTERISTICAS METEOROLOGICAS GENERALES

1. Principales factores determinantes del clima

Diversos factores geográficos, oceanográficos y meteorológicos, contribuyen a formar el clima de Centroamérica.

Prescindiendo de los factores de orden general que determinan el clima en cualquier lugar del planeta, se considera aquí los que directamente se encuentran vinculados al de la región.

a) La situación geográfica y el relieve orográfico

Las repúblicas de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá están ubicadas en el hemisferio norte entre el ecuador y el trópico de Cáncer, entre las latitudes $7^{\circ}13'$ y $18^{\circ}30'$ y las longitudes $77^{\circ}08'$ y $91^{\circ}26'$.

Su territorio está cruzado por una serie de cadenas montañosas o serranías que modifican las condiciones generales del clima tropical y establecen zonas con características locales, o sea, variación de los parámetros climáticos a cortas distancias. Aquéllas favorecen en gran medida también la formación de circulaciones locales.

Los principales sistemas orográficos son los de:

Talamanca, Playita, Tabasará, San Blas y Darién, en Panamá;

Cordillera Volcánica de Guanacaste, Cordillera Volcánica Central y Cordillera de Talamanca, en Costa Rica;

Isabella, Darién, Huapí y los Marrabios, en Nicaragua;

Merendón, Pacayas, Opalaca, Guajiquiro, Comayagua, Xicaque, Nombre de Dios, Pijol, Almandares, El Chile, Villa Santa, Agalta, Esperanza y San Pablo, en Honduras;

Santa Ana, San Miguel, San Salvador y San Vicente, en El Salvador;

Sierra Madre o Cordillera de los Andes, Chuacus, Las Minas, Cuchumatanes y Santa Cruz, en Guatemala.

Este relieve no sólo afecta el régimen térmico, produciendo disminución de temperatura con la altura, sino también a la circulación atmosférica de la región y modifica el régimen pluviométrico general.

/A modo

A modo de ejemplo se citan a continuación, en cada país centroamericano, algunos lugares cercanos entre sí, en los que se pueden ver las diferencias entre las temperaturas medias anuales, debido a la altura:

Panamá:	Cerro Punta a 1 859 m, 13.7°C; Altos de Balboa a 60 m, 26.8°C;
Costa Rica:	San José a 1 172 m, 20.4°C; Puntarenas a 3 m, 28.5°C;
Nicaragua:	Los Robles a 990 m, 18.6°C; San Francisco del Carnicero a 50 m, 28.6°C;
El Salvador:	Santa Tecla a 955 m, 20.9°C; Acajutla a 5 m, 26.8°C;
Honduras:	La Esperanza, Intibucá a 1 980 m, 17.7°C; Comayagua a 578 m, 24.2°C;
Guatemala:	Observ. Nacional a 1 502 m, 18.2°C; Chiquimula a 424 m, 26.3°C.

Los sistemas orográficos también alteran el campo de las precipitaciones, produciendo fuertes variaciones entre zonas vecinas, comparadas con el resto de cada país, pudiendo citarse a modo de ejemplo las regiones de:

Departamentos de Suchitepéquez y Huehuetenango, en Guatemala; Volcán de Santa Ana, en El Salvador; lago Yojoa y costa atlántica, en Honduras, San Juan del Norte, en Nicaragua; Puerto Golfito, provincia de Puntarenas, en Costa Rica; cuenca del río Chiriquí Viejo, en Panamá.

b) Las corrientes y masas oceánicas

El conjunto de países continentales centroamericanos está rodeado en su mayor parte por grandes masas oceánicas que las separan totalmente de regiones continentales importantes.

Las corrientes oceánicas que fluyen a lo largo de las costas de Centroamérica ayudan a conformar el clima de la región por el intercambio de calor y humedad que tiene lugar con las circulaciones atmosféricas que pasan sobre ellas.

En el océano Atlántico, la Corriente Ecuatorial Norte se une a una rama de la Corriente Ecuatorial Sur que atraviesa el ecuador y las aguas de ambas luego de desplazarse a lo largo de las costas norte de Sudamérica, penetran en el mar Caribe a través de las islas de Sotavento y Barlovento,

/aunque parte

aunque parte corre a lo largo de la costa Norte de las Grandes Antillas. La parte que penetra en el Caribe fluye en este mar del que sale por el estrecho de Yucatán, para más tarde pasar por el estrecho de Florida, y convertirse en la Corriente del Golfo. Es importante para Centroamérica la circulación de tipo remolino que se produce entre esta gran corriente y las costas de Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia. En el golfo de México también se forman otros remolinos.

Se debe señalar la alta temperatura de estas aguas así como su elevada salinidad.

En el Océano Pacífico, la corriente más importante es la Corriente Costanera de Costa Rica que se desplaza a lo largo de la costa oeste de Centroamérica con dirección principalmente noroeste, llegando hasta Cabo Corrientes en junio-julio y solamente a los 9°-12° en enero-marzo, para luego dirigirse al oeste y formar parte de la Corriente Ecuatorial del Norte.

La Corriente Costanera de Costa Rica se forma en su mayor tiempo con las aguas de la Contracorriente Ecuatorial, corriente ésta cuyo desarrollo está vinculado con la posición de la convergencia intertropical.

c) Los principales sistemas béricos y masas de aire

El anticiclón semipermanente del Atlántico Norte a veces llamado también alta de las Bermudas, extiende su influencia hasta Centroamérica y Panamá en forma notoria.

Su posición, forma e intensidad son variables, de acuerdo principalmente con las estaciones del año y su ubicación es más al sur en el invierno de ese hemisferio y más al norte en el verano.

Desde este anticiclón se generan los vientos alisios que en las capas bajas de la atmósfera llegan con dirección prevalente del noreste al golfo de México, el Caribe, Centroamérica y Panamá. Estos vientos se manifiestan en múltiples situaciones sinópticas con intensidad variada que dependen de estas últimas y de la época del año.

Se puede citar que la disminución de lluvias en agosto y a veces en julio, que se conoce con el nombre de "Canícula" o "El Veranillo de San Juan", es atribuido al fortalecimiento del anticiclón semipermanente de las Bermudas,

/que genera

que genera un movimiento general de subsidencia y el consiguiente calentamiento de la tropósfera que dificulta el desarrollo de sistemas convectivos de nubes.

Las masas de aire tropical que normalmente cubren la región son calientes y húmedas y generalmente condicionalmente inestables y los procesos dinámicos con que fácilmente liberan su humedad como precipitación, son ascenso producido por convergencia, calentamiento desde la superficie o ascenso favorecido por la topografía. Cualquiera de los tres procesos sería suficiente pero normalmente éstos se producen combinados.

También llegan a Centroamérica masas de aire polar bastante modificadas a causa del largo recorrido que ha debido efectuar para alcanzar la región. Si éste ha sido sobre el golfo de México adquieren mayor temperatura y humedad, pero si en cambio se han desplazado sobre la meseta mexicana conservan bastante sus características originales. La invasión de este aire, asociado con el desplazamiento frontal, es conocida como "Nortes" y aparece desde la segunda quincena de octubre hasta febrero. Produce descenso en la temperatura y precipitaciones.

Estas interrupciones de aire son responsables de las temperaturas mínimas absolutas y de las heladas excepcionales que se producen en las más altas tierras en algunas partes de América Central afectando cultivos como el café. En las más altas montañas de Guatemala y Costa Rica se han observado temperaturas un poco más bajo de cero grados. En el año 1956 en el valle de los Naranjos en el departamento de Sonsonate de El Salvador se registraron, por tres noches consecutivas, temperaturas mínimas de -4°C .

En las zonas montañosas da origen a nubosidad espesa más bien estratiforme con precipitaciones durante varios días.

2. Causas meteorológicas de las precipitaciones

Las masas de aire, portadoras de la humedad, necesitan de los mecanismos dinámicos para producir la precipitación; es decir, sólo puede producirse cualquier tipo de precipitación cuando se aporta suficiente humedad al proceso dinámico capaz de producir lluvia. Cuando la humedad es insuficiente o el proceso dinámico productor no es lo bastante vigoroso, se formarán sólo sistemas nubosos y la precipitación no se producirá.

/Aunque mucho

Aunque mucho es lo que falta conocer sobre las precipitaciones en América Central y Panamá, es oportuno citar algunos procesos de tipo frecuente que sin ser conocidos exhaustivamente pueden detectarse en los mapas sinópticos con relativa facilidad.

Se debe señalar que más del 90 por ciento del vapor de agua que existe en la atmósfera en la región de Centroamérica, se encuentra bajo la superficie imaginaria de los 600 milibares que de acuerdo a esa zona está a una altura de unos 4 500 metros aproximadamente. Según esto, casi todo el transporte de humedad se lleva a cabo en las capas bajas de la atmósfera donde los vientos alisios constituyen la principal circulación de tipo general.

A continuación se describen someramente los principales y aunque se consideren hechos aislados no se descarta la posibilidad de que algunos puedan ocurrir concomitantemente.

a) La zona de convergencia intertropical o frente intertropical

La zona de convergencia intertropical, conocida comúnmente por su sigla ITCZ o ITC, es una zona en forma de banda ondulada, orientada principalmente de este a oeste a lo largo de la que se produce la interacción entre las grandes corrientes de vientos alisios de ambos hemisferios. Esta zona no se ubica en una región geográfica fija pues experimenta una variación estacional al mismo tiempo que modifica su comportamiento. De una manera breve se puede decir que la ITCZ se desplaza hacia el norte durante el verano del hemisferio norte y hacia el sur en el invierno. Este desplazamiento no es uniforme, presentando oscilaciones alrededor de una región de predominio que van acompañadas por manifestaciones de mayores o menores actividades o perturbaciones atmosféricas (lluvias, tormentas eléctricas, turbulencias, etc.). Acompaña al sol en su movimiento anual con una inercia de dos a tres meses.

En la parte relativa a Centroamérica, este desplazamiento alcanza posiciones extremas hacia el sur en los meses de diciembre a febrero, pudiendo llegar hasta 2° o 3° norte. Las posiciones extremas norte pueden alcanzar hasta los 16° a 18° norte, que ocurren en los meses de julio a septiembre, aunque su desplazamiento normal no es tan al norte y llega desde los 10° a 12° norte.

/La forma

En forma excepcional puede alcanzar la parte sur del golfo de México.

Los fenómenos de la ITC se manifiestan principalmente en un ancho de unos 50 km, en los que se observan fuertes precipitaciones asociadas a sistemas nubosos compuestos por varias capas o filas de nubes de distintos tipos: cumulonimbus, cúmulos potentes, altoestratos, estratocúmulos, nimbostratos, etc. Es de señalar que en casos de fuerte convergencia, la franja de actividad puede ensancharse a unos 200 km.

La actividad de las nubes y fenómenos asociados como lluvias, turbulencia, vientos, etc., varía de un día a otro y también según las horas del mismo. Se observa mayor actividad en las horas de la tarde y menor en las primeras de la mañana.

Los cúmulonimbus, cúmulos potentes, aparecen en líneas y sus cimas se extienden hasta los 4 000 metros o más, pudiendo con facilidad encontrarse cumulonimbus que superan los 10 000 metros. Los altoestratos se disponen en capas a alturas que varían entre 3 000 y 6 000 metros.

Aunque no hay estudios sobre el porcentaje de precipitación que está asociado con la zona de convergencia intertropical, puede decirse que una gran parte es atribuible a ésta.

b) Frentes fríos o polares

Los frentes fríos que aparecen en América del Norte se desplazan hacia el sur sobre los Estados Unidos de América, luego sobre México y el golfo del mismo nombre y finalmente alcanzan a América Central. Después de tan largo recorrido, ha perdido gran parte de su empuje y de sus principales características, pero su presencia sobre América Central es importante.

Los desplazamientos observados más al sur llegan hasta Nicaragua, aunque en situaciones extraordinarias los efectos parecen haberse detectado más al sur^(2, 3) aunque su acción es más frecuente hasta Guatemala y Honduras.

Su aparición se observa en promedio desde la segunda quincena de octubre y puede tener lugar hasta febrero, según las zonas. A los efectos de la precipitación, su acción es de lluvias, en general, aisladas y ligeras, que aumentan en las zonas montañosas. Después del pasaje frontal se aprecia la

/invasión de

invasión de los "Nortes" que es aire más fresco, cuyo contenido de humedad puede ser alto si su trayectoria ha pasado sobre el Golfo de México.

La influencia frontal es más evidente en las regiones del este de Guatemala, Honduras y Nicaragua.

El porcentaje de lluvias atribuible a la acción frontal no ha sido determinado, pero parece ser pequeño, puesto que en los meses en que su frecuencia es mayor las precipitaciones son reducidas.

Los frentes fríos sobre la vertiente del Pacífico tienen poco o ningún efecto debido al efecto de descenso que sufren las masas de aire después de pasar por las montañas (efecto foehn o catabático) en su movimiento general hacia el sur.

c) Ondas del este u ondas de inestabilidad

Se denominan así las ondas que se presentan en la corriente de los alisios del noreste sobre el Caribe y que se desplazan hacia el oeste. Producen lluvias intensas a su paso.⁽⁴⁾ Revisten gran importancia cuando se hacen estacionarias y su parte sur se asocia a la zona de convergencia intertropical. En la región de Honduras se forman temporales que se mantienen por unos tres días y en casos excepcionales llegan a una semana, produciendo lluvias intensas en una gran área.

d) Circulaciones meteorológicas locales

Las circulaciones locales constituyen importantes procesos en la evolución del tiempo en el Istmo Centroamericano. Se desarrollan a causa de la débil circulación general de la atmósfera que es característica de toda la región. Los fenómenos que aparecen se originan, desarrollan y desaparecen en decenas de kilómetros cuadrados y su evolución se produce en horas, normalmente, en el ciclo del día; muy excepcionalmente pueden tener mayor duración. Se producen periódicamente.

La variación diaria de temperatura es superior a la variación anual y el rápido calentamiento durante el día así como el enfriamiento nocturno generan las circulaciones locales que se manifiestan diariamente.

/La brisa

La brisa marina es uno de los procesos que se origina todas las tardes a lo largo de las costas y cuya influencia se observa hasta decenas de kilómetros tierra adentro.

Conviene destacar que el Istmo Centroamericano es relativamente angosto y por lo tanto el proceso comprende un buen porcentaje de su superficie.

En El Salvador, por ejemplo, esta circulación favorece la formación de chaparrones en las horas de la tarde y primeras de la noche. Fenómenos parecidos deben ocurrir en otras zonas donde además la topografía favorece la formación de corrientes ascendentes que envían abundante humedad hacia más altos niveles.

Son conocidas también las brisas de valle y de montaña generadas por el calentamiento y enfriamiento diarios del terreno. Por sus características se producen en regiones de relieve accidentado, como lo es gran parte del Istmo.

e) Huracanes^{1/}

Los huracanes que ocurren en el mar Caribe y el golfo de México afectan en sus recorridos partes del Istmo Centroamericano, especialmente de la zona de Guatemala, Honduras y noreste de Nicaragua.

En el Pacífico no se producen huracanes que afecten a Centroamérica; sólo por excepción han atravesado el Istmo para volver a formarse en el Caribe o en el golfo de México.

Para tener una idea de su frecuencia se puede decir, que, por ejemplo, en la costa norte de Honduras pueden suceder unos dos cada 30 años. Su época de ocurrencia es de mayo a noviembre, pero son más frecuentes en septiembre, mes en el que en los últimos 75 años ha ocurrido el 36 por ciento. Los otros meses de más frecuencia son octubre y agosto con 22 por ciento.

Aunque el fenómeno es altamente destructivo por las grandes velocidades de los vientos que se desarrollan y por las grandes precipitaciones, su reducida frecuencia y relativa corta duración hacen que las lluvias que originan

^{1/} Se denomina huracán a un centro de baja presión o ciclón tropical en el que se desarrollan fuertes vientos con velocidades superiores a 118 km/h. Otros tipos de ciclones tropicales, menos intensos, toman las denominaciones de depresiones y tempestades tropicales.

en poco puedan alterar los promedios de un lugar, aunque sí deben ser tenidos en cuenta en lo que se refiere a precipitaciones máximas de una cuenca, para el cálculo de máxima crecida de los ríos.

f) Temporales

Los temporales son fenómenos meteorológicos, que producen importantes lluvias de larga duración, caracterizados por grandes extensiones nubosas principalmente del tipo estratiforme, sin descargas eléctricas de importancia, que tienen lugar en Centroamérica y mares vecinos. Están formados por extensas y espesas capas de nimboestratos y altoestratos (desde miles a decenas de miles de km^2) atravesadas por células convectivas de carácter local, formadas por cúmulos congestus o cumulonimbus con lluvias persistentes de moderada intensidad que pueden durar desde unas 30 horas a 5 días, pero con duración media de 2 a 3 días. Dentro del período, más o menos largo, se presentan chubascos de alta intensidad. Sus épocas de mayor ocurrencia son en septiembre y octubre, aunque también se presentan en junio o noviembre; es raro que ocurran en julio y agosto. En Costa Rica se observan con más frecuencia entre octubre y enero.

Tienen gran importancia por los grandes destrozos que causan, debido a las crecidas de los ríos, deslizamientos de tierra, inundaciones, etc.

Este proceso, donde ocurre, puede ser la causa de un 15 por ciento de la precipitación media anual, y en casos extremos llega a producir unos 250 mm en 24 horas.

Se ha vinculado la frecuencia de los temporales con los desplazamientos estacionales de la zona de convergencia intertropical.

II. REGIMENES DE LAS PRECIPITACIONES^{2/}

1. Distribución geográfica

Las consideraciones que se hacen a continuación sobre la distribución geográfica de la precipitación en el país están basadas en un mapa de isoyetas trazado a base de valores anuales promedio de la precipitación de períodos variables. Como muchos de los lugares considerados tienen largos registros --hasta de 40 años-- se estima que de haberse tomado un período uniforme para todas las estaciones se hubiera reducido el número de ellas y podrían haberse producido errores mayores.

Las precipitaciones anuales varían en el país entre 4 200 y 700 milímetros y se producen en su mayor parte en forma de lluvias; el granizo puede ocurrir, pero en zonas reducidas y en cortos lapsos.

Una zona de altas precipitaciones anuales se encuentra sobre las costas del mar Caribe y zonas vecinas. En el noroeste del Departamento Gracias a Dios y en el tramo inferior del río Sico-Negro se puede localizar un centro de grandes lluvias que alcanzan a 3 200 milímetros, teniendo todo el Departamento Gracias a Dios y la parte este del de Colón, precipitaciones superiores a los 2 000 milímetros. En el sector de Puerto Cortés, Tela, La Ceiba, al igual que en Trujillo, se pasa de los 2 500 milímetros anuales.

Sin embargo, el lugar de mayores precipitaciones del país parece ubicarse en las orillas del lago Yojoa, extendiéndose sobre la parte norte del mismo. En el pluviómetro ubicado en la Hacienda El Sauce, Santa Bárbara, para su registro de 9 años se obtuvo un promedio de casi 4 200 milímetros. Es posible que condiciones topográficas locales, así como el aporte de humedad del lago, contribuyan a la formación de ese centro de mayores lluvias.^(5,6)

En gran parte del centro del país las precipitaciones son inferiores a los 1 500 milímetros, incluyendo varios núcleos de mínimos con valores de 800 milímetros, entre los más bajos del país; se ubican en Morocelí, cerca de la ciudad de Comayagua y al sur de Sabanagrande. El registro de Morocelí, con 10 años de observaciones, da un promedio de 683 milímetros, que vendría a ser el más bajo absoluto de todos.

2/ Véase la lámina 3 del informe general.

2. Distribución de la precipitación a lo largo del año

La observación de los valores mensuales medios de las precipitaciones (véase el cuadro 1) sugiere la existencia de dos regímenes anuales, uno que se observa sobre las costas del Caribe y el otro en el resto del país, existiendo entre ambos lo que podría denominarse una zona de transición. (7,8)

Al calcular el porcentaje de lluvias que caen de mayo a octubre con respecto al total anual se observa que en la costa del Caribe precipita en ese lapso menos del 50 por ciento y al sur de la latitud de 15° aproximadamente más del 80 por ciento.

En Puerto Cortés, Tela, La Ceiba y Trujillo se presenta el menor porcentaje durante ese período; 48, 46, 37 y 41, respectivamente. (Véase de nuevo el cuadro 1.)

Al sur del paralelo de 15° los porcentajes son superiores al 80 por ciento y alcanzan el máximo en Amapala con 86, valor similar a los obtenidos en El Salvador.

Entre las dos regiones delimitadas los porcentajes de precipitación de mayo a octubre varían de 52 a 67 para las estaciones calculadas.

En la franja costera del Caribe más del 70 por ciento de la lluvia anual cae de agosto a enero. (Puerto Cortés, Tela y La Ceiba)

Los meses con mayores lluvias medias son octubre y noviembre para la zona costera, septiembre, octubre y noviembre para la región intermedia y septiembre para la zona al sur del paralelo 15° . Una ligera diferencia se nota en Coyoles (Yoro) donde el mes de mayores lluvias es junio, por escasa diferencia con octubre. (Véase de nuevo el cuadro 1.)

La precipitación media mensual más alta del país se presenta en La Ceiba en noviembre, con 606 milímetros.

Sin embargo, un máximo secundario se observa en la mayoría de los lugares considerados en junio o julio. La excepción corresponde a las estaciones ubicadas en la costa, donde este segundo máximo no aparece o apenas se insinúa. (Tela.)

Las precipitaciones mínimas mensuales se registran de enero a marzo según las zonas. Para simplificar la representación se puede decir que de la latitud 15° al norte el mes con menor total puede ser marzo, abril o mayo y al sur de ese paralelo, enero, febrero o marzo.

Cuadro I

HONOURAS: PRECIPITACION MENSUAL Y ANUAL Y COEFICIENTES MENSUALES DE VARIACION EN ESTACIONES SELECCIONADAS

(Milímetros)

	Mensual												Anual	Mayo a octubre	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		Total	Por cien
<u>Puerto Cortés (15° 48' 87° 56')</u>															
Promedios	289	128	116	110	134	151	191	198	219	468	460	358	2 822	1 361	48
Valores máximos	1 220	295	390	555	468	495	388	667	603	1 878	1 142	647	4 475		
Valores mínimos	67	19	9	0	1	17	81	10	55	83	113	98	1 897		
Desviaciones estándar	203	76	95	108	115	100	72	119	129	338	200	160	572		
Coefficiente de variación a/	70	59	82	98	86	66	38	60	59	72	43	45	20		
Años de observaciones	34	34	35	35	34	34	34	35	35	35	35	35	33		
<u>Tela (15° 43' 87° 29')</u>															
Promedios	242	154	100	78	99	130	169	229	207	316	429	343	2 487	1 150	46
Valores máximos	638	489	347	338	228	301	354	507	528	687	945	743	3 269		
Valores mínimos	82	23	1	1	7	17	34	58	47	0	100	57	1 326		
Desviaciones estándar	136	115	90	71	64	71	74	102	107	169	235	168	486		
Coefficiente de variación a/	56	75	90	91	65	55	44	45	52	53	55	49	19		
Años de observaciones	39	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	39		
<u>La Celba (15° 47' 86° 50')</u>															
Promedios	349	218	119	108	91	119	191	149	215	378	606	412	2 928	1 083	37
Valores máximos	934	972	502	520	274	385	307	296	963	779	1 749	870	4 088		
Valores mínimos	66	10	-	2	4	4	6	35	56	103	138	42	2 025		
Desviaciones estándar	213	223	121	116	69	86	65	63	154	183	339	191	542		
Coefficiente de variación a/	61	102	102	107	76	72	50	42	72	48	56	46	19		
Años de observaciones	39	39	38	38	38	39	39	39	39	38	38	38	36		
<u>Los planes (15° 37' 86° 24')</u>															
Promedios	153	88	63	62	151	222	177	178	279	311	296	220	2 205	1 318	60
Valores máximos	450	328	228	165	416	349	415	337	472	995	699	498	3 162		
Valores mínimos	54	6	-	-	8	45	50	63	143	66	112	69	1 491		
Desviaciones estándar	85	77	61	56	91	82	75	74	93	168	149	88	460		
Coefficiente de variación a/	56	87	97	90	60	37	42	42	33	54	50	40	21		
Años de observaciones	35	35	35	35	35	35	35	34	34	34	34	34	34		

Cuadro I (Continuación)

	Mensual												Mayo a octubre		
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual	Total	Por ciento
<u>Coyoles (Yoro) (15° 28' 86° 42')</u>															
Promedio	53	30	15	29	54	136	99	74	119	132	104	84	911	608	67
Valores máximos	132	139	45	122	124	309	196	176	218	347	265	226	1 204		
Valores mínimos	14	-	-	-	1	16	20	14	93	12	38	22	597		
Desviaciones estándar	28	37	14	29	37	61	41	39	52	69	56	51	147		
Coefficientes de variación <u>a/</u>	53	123	99	126	69	45	41	53	46	52	54	61	16		
Años de observaciones	26	26	26	26	25	25	25	24	24	24	24	24	24		
<u>San Pedro Sula (15° 28' 88° 01')</u>															
Promedios	80	51	47	35	89	148	156	119	180	179	151	111	1 349	865	64
Valores máximos	184	179	159	122	251	317	377	257	385	454	379	239	1 904		
Valores mínimos	17	4	-	-	2	39	62	17	15	27	6	11	864		
Desviaciones estándar	48	38	41	36	71	79	71	54	90	85	80	58	264		
Coefficientes de variación <u>a/</u>	60	74	87	103	80	53	46	45	50	49	53	52	20		
Años de observaciones	35	34	34	34	34	34	34	33	34	34	35	35	31		
<u>Guaymas (Yoro) (15° 33' 87° 43')</u>															
Promedios	150	107	61	58	75	161	214	187	175	238	375	210	2 029	1 050	52
Valores máximos	444	355	195	183	189	344	349	299	355	393	976	346	3 044		
Valores mínimos	42	4	3	-	1	44	78	82	78	71	60	64	1 146		
Desviaciones estándar	97	100	60	54	62	84	66	68	68	89	255	77	452		
Coefficientes de variación	65	93	98	93	83	52	31	36	39	37	68	37	22		
Años de observaciones	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	18	18		
<u>Amapa (15° 03' 87° 59')</u>															
Promedios	57	37	21	30	115	270	299	241	344	227	127	82	1 852	1496	81
Valores máximos	129	110	67	202	252	365	535	326	454	359	308	149	2 230		
Valores mínimos	25	-	-	-	-	172	126	127	172	65	28	23	1 393		
Desviaciones estándar	33	28	21	48	72	58	97	60	88	85	65	32	215		
Coefficientes de variación <u>a/</u>	58	76	100	160	63	21	32	25	26	37	51	39	12		
Años de observaciones	17	16	17	17	17	17	17	16	16	16	16	16	15		

Cuadro I (Continuación)

	Mensual											Mayo a octubre			
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual	Total	Por ciento
<u>Catacamas (14° 55' 85° 54')</u>															
Promedios	37	26	26	29	105	235	248	178	256	297	105	91	1 573	1 259	80
Valores máximos	99	90	88	82	250	355	492	305	764	853	316	517	3 388		
Valores mínimos	-	3	-	-	1	155	-	69	120	39	29	15	889		
Desviaciones estándar	28	26	25	28	63	59	110	64	161	182	78	135	630		
Coefficientes de variación a/	76	100	96	97	60	25	44	36	63	77	74	148	40		
Años de observaciones	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15		
<u>El Mochito (14° 46' 88° 07')</u>															
Promedios	53	34	22	34	134	341	393	366	449	274	95	61	2 259	1 957	87
Valores máximos	127	125	60	169	358	760	725	556	861	522	166	114	3 135		
Valores mínimos	6	1	1	-	34	173	241	208	227	124	43	21	1 519		
Desviaciones estándar	31	27	17	43	86	132	116	90	140	100	39	29	379		
Coefficientes de variación a/	59	79	77	126	64	39	30	25	31	37	41	48	17		
Años de observaciones	18	18	18	18	18	18	17	17	17	17	17	18	17		
<u>Santa Rosa de Copán (14° 28' 88° 48')</u>															
Promedios	43	19	30	36	128	306	258	188	307	177	80	65	1 643	1 964	89
Valores máximos	110	58	78	124	248	436	406	294	558	486	178	181	2 110		
Valores mínimos	14	5	-	-	32	143	131	78	129	46	26	36	1 351		
Desviaciones estándar	27	14	26	37	53	95	92	60	123	115	39	35	239		
Coefficientes de variación a/	63	74	87	103	41	31	36	32	40	65	49	54	15		
Años de observaciones	14	14	14	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13		

/(Continúa

Cuadro I (Conclusión)

	Mensual												Mayo a octubre		
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual	Total	Por ciento
Nueva Ocotepeque (14° 26' 89" 11')															
Promedios	2	4	18	46	135	254	206	195	255	125	32	14	1 375	1 170	85
Valores máximos	21	48	109	168	407	458	514	363	507	272	97	83	1 737		
Valores mínimos	-	-	-	-	31	21	22	12	17	1	-	-	959		
Desviaciones estándar	5	12	30	47	95	118	109	102	148	64	36	26	260		
Coefficientes de variación a/	250	<u>300</u>	167	102	70	<u>46</u>	53	52	58	51	112	186	19		
Años de observaciones	15	<u>14</u>	16	16	19	<u>20</u>	19	19	19	18	19	16	7		
Tequigalpa (Tocontín) (14° 04' 87" 13')															
Promedios	13	6	10	30	151	160	88	104	183	146	39	14	931	832	89
Valores máximos	64	27	50	142	309	355	300	294	337	409	153	53	1 394		
Valores mínimos	-	-	-	-	44	3	31	35	-	29	-	-	634		
Desviaciones estándar	15	6	14	38	74	82	57	62	77	87	34	15	193		
Coefficientes de variación a/	115	100	<u>140</u>	127	49	51	65	59	<u>42</u>	60	87	107	21		
Años de observaciones	25	25	<u>26</u>	26	26	26	26	26	<u>26</u>	26	26	26	25		
Amapala (13° 17' 87" 39')															
Promedios	2	1	8	26	255	348	180	192	475	358	35	3	1 883	1 808	96
Valores máximos	18	5	81	106	490	625	401	359	931	681	110	28	2 634		
Valores mínimos	-	-	-	-	92	168	64	65	220	60	-	-	133		
Desviaciones estándar	5	1	20	31	128	158	95	85	210	185	30	7	595		
Coefficientes de variación a/	250	100	<u>250</u>	119	50	45	53	<u>44</u>	<u>44</u>	52	86	233	32		
Años de observaciones	14	14	<u>14</u>	14	14	15	15	<u>15</u>	<u>15</u>	15	15	14	14		

a/ Se subrayan los coeficientes máximos y mínimos.

Los menores valores mensuales medios aparecen en Anapala en febrero con 1 milímetro y en Nueva Ocotepeque en enero con 2 milímetros.

3. Variabilidad de las lluvias

El registro de precipitación más antiguo, continuo, es el de Nueva Rosario, Francisco de Morazán, que tiene observaciones desde 1913. A base de éstas se han efectuado comparaciones entre el promedio anual de 53 años y los promedios de varias décadas correlativas. Su objeto es apreciar las diferencias que pueden esperarse al tomar un promedio corto en lugar de uno extenso.

El promedio anual de 53 años señaló 1 445 milímetros; para la década 1920-29, 1 550; para 1930-39, 1 446; para 1940-49, 1 191 y para 1950-59, 1 574.

La desviación para el decenio más bajo representa el 17.6 por ciento y para el más alto, 8.9 por ciento.

Estas desviaciones alcanzan, considerando años individuales, hasta 38.7 por ciento para el año menos lluvioso y 46.5 por ciento para el más lluvioso.

Se estima que estas variaciones pueden ser similares en otras zonas de la parte sur del país con totales anuales del mismo orden.

La importancia que tienen las variaciones que experimentan las lluvias de un año a otro en épocas iguales desde el punto de vista de su utilidad o aprovechamiento ha conducido a calcular los valores de las desviaciones estándar y coeficientes de variaciones tanto de los meses como de cada año. En el cuadro 1 se presentan los resultados de ambos casos.

a) Variabilidad anual

Los coeficientes de variación de los totales anuales de la precipitación varían en Honduras dentro de un amplio intervalo. Los extremos se encuentran en Amapa con 12 por ciento y en Gatacamas con 40 por ciento. Conviene señalar sin embargo que entre los lugares analizados solamente Gatacamas (40) y Anapala (32) superan el 22 por ciento. (Véase de nuevo el cuadro 1.) La desviación estándar más alta se observa en Gatacamas (630 milímetros) y la más baja en Coyoles, Yoro (147 milímetros).

b) Variabilidades

b) Variabilidades mensuales

Los coeficientes de variación de las precipitaciones mensuales varían entre 21 y 300 por ciento. Los valores más elevados, superiores a 160, aparecen únicamente en las estaciones de Nueva Ocotepeque y Amapala en los meses de diciembre a marzo; en el resto del país son inferiores a este último valor y ocurren en general de enero a abril. (Véase el cuadro 1.)

Los valores menores aparecen de junio a septiembre y revelan la menor irregularidad de las lluvias en ese período, que para la franja costera no coincide completamente con los meses de más lluvias; sin embargo, para el resto del país, en general, se observan en el lapso entre los máximos mensuales medios.

Para apreciar debidamente la utilidad o el posible aprovechamiento de las lluvias, además de promedios mensuales, es necesario conocer la distribución de los totales individuales del mismo mes.

Para la estación Nueva Rosario, Francisco de Morazán, se ha efectuado la distribución de frecuencia de los totales mensuales, agrupados en entornos de 25 milímetros, a la que se ha sobrepuesto el histograma de precipitación del lugar. (Véase el cuadro 2.)

De los 634 meses del registro considerado, 115 tuvieron lluvias inferiores a 25 milímetros, y casi todas sucedieron entre enero y abril.

Los meses más lluviosos fueron 76, que superaron al promedio mensual más alto y ocurrieron principalmente de mayo a octubre.

En el cuadro 2 se aprecia la dispersión por meses, que es grande en todos. De diciembre a abril, prácticamente, no hay meses aislados con más de 150 milímetros. Llama la atención el hecho de que incluso en los meses lluviosos de mayo a octubre, se hayan presentado muchos meses con precipitaciones bajas, que se estima pueden afectar a la agricultura.

Cuadro 2

HONDURAS FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE TOTALES MENSUALES DE LLUVIA
 EN NUEVO ROSARIO, FCO. MORAZAN (14°13'-87°05')^{a/}
 (Precipitación anual: 1 445 mm)

Entornos (mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N ^{b/}	D ^{b/}	Total de casos
Total													634
0 - 25	11	35	36	26	1						3	3	115
26 - 50	20	14	12	8	2		1	1		1	8	19	86
51 - 75	16	3	2	10	5	3	1	3		2	12	17	74
76 - 100	5	1	2	2	8		3	7	1	4	10	11	54
101 - 125	1			5	4	2	11	10	6	3	9	2	53
126 - 150			1	1	2	8	5	13	5	5	3		43
151 - 175				1	4	4	11	3	2	6	4		35
176 - 200					4	4	5	9	11	2	1		36
201 - 225					10	6	6	2	9	8			41
226 - 250					6	4	4	1	4	1	1		21
251 - 275					1	3	2	2	5	7			20
276 - 300					1	5	-	1	4	4			15
301 - 325					1	2	1	-	2	3			9
326 - 350					1	3	2	-	2	3	1		12
351 - 375					2	4		-	1	1			8
376 - 400					1	2		1	1	-			5
401 - 425						1				2			3
426 - 450										-			0
451 - 475							1			1			2
476 - 500						2							2

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, D.G.A.G.

a/ Período 1913-52, 1955-67.

b/ Hasta 1966.

III. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA

1. Descripción resumida de la hidrografía del país

Los ríos de Honduras pueden ser agrupados en las dos grandes vertientes del Atlántico y el Pacífico que dividen el Istmo Centroamericano.

Las cuencas de los ríos que se dirigen al Atlántico suman 95 138 kilómetros cuadrados (82.6 por ciento del país) y las del Pacífico, 20 067 kilómetros cuadrados (17.4 por ciento). Véase la lámina 1 del informe general.

La divisoria de aguas se extiende en línea general de oeste a este y está constituida por una serie de sierras o partes de ellas de diferentes alturas que van tomando distintos nombres. Desde la frontera de Guatemala son: Pacayas, Opalaca, Guajiquiro, Comayagua, El Chile, Montes de Dipilto (frontera con Nicaragua).

Los ríos que se dirigen al Pacífico pueden separarse en los afluentes del Lempa, que llegan al océano a través de ese río (el Zumpul y el Torola) y los que desembocan en el golfo de Fonseca (el Groscorán, el Nacaome, el Cholututeca y el Negro).

Entre los más importantes que desembocan en el Atlántico se pueden citar, de poniente a oriente: el Chamalecón, el Ulúa, el Lean o de los Leones, el Aguán, el Sico, el Plátano, el Patuca, el Guarumta y el Segovia o Coco.

En el cuadro 3 se observan las longitudes aproximadas de los principales ríos y la extensión de sus tramos navegables.

Cuadro 3

HONDURAS: LONGITUD APROXIMADA DE LOS RIOS PRINCIPALES Y DE SUS TRAMOS NAVEGABLES

Río	Longitud (km)	Tramo navegable (km)
Chamalecón	250	
Ulúa	400	
Lean	160	
Aguán	200	100
Tinto-Sico	190	75
Patuca	525	350
Coco o Segovia	790	

a) Lagos y lagunas

Numerosos lagos y lagunas de Honduras merecen ser señalados en esta descripción hidrográfica.

El lago Yojoa, al pie de las montañas de Xicaque en la cuenca del río Ulúa, tiene una superficie de unos 90 kilómetros cuadrados y se halla a 635 metros de altitud. Sus principales salidas son los ríos Pescadero y Jaitique, en su extremo sur. El río Jaitique es alimentado por el agua del lago en aguas altas temporalmente, en cambio el Pescadero lo es todo momento. El lago es alimentado por numerosos arroyos que bajan de las montañas circundantes. En 1961 el río Blanco fue derivado hacia el lago. La superficie del lago es alterada fácilmente por el viento, lo cual afecta al escurrimiento de los ríos citados.

Sobre el litoral Atlántico hay una serie de lagunas, la mayor de las cuales es la de Caratasca, en la parte oriental. A esta gran laguna se unen por canales naturales otras menores como las de Cauquira, Tancín, Guarunta, y Tilbalaca. En la laguna Guarunta desemboca el río del mismo nombre y en la de Tancín, el Ibantara.

Otras lagunas costeras son las de Bruss o Cartina donde desagua parte del río Patuca, y la de Griba, formada por la desembocadura del río Negro.

Más al occidente se encuentran las de Guaimoreto, Quemada, Micos, Toloa, Alvarado, etc.

b) Ríos internacionales

Son numerosos los ríos cuyos cursos o cuencas limitan con los países vecinos.

El límite con Nicaragua está formado en gran parte por el río Coco o Segovia y su afluente el Poteca, y en el extremo sur, el Negro y su afluente el Guasaule y parte del Choluteca forman el límite con ese país.

El río Lempa nace en la ciudad de Esquipulas, en Guatemala, y después de un corto trayecto por Honduras cruza la frontera con El Salvador; además, varios de sus afluentes importantes nacen y corren por el país antes de incorporársele. Más al sur, el Goascorán separa igualmente ambos países desde el punto en que recibe su afluente el Pescado hasta la desembocadura en el golfo de Fonseca.

Algunos afluentes del río Motagua, de Guatemala, nacen en Honduras, en la cordillera del Merendón, en las montañas del Gallinero de la Grita y en la sierra de Espíritu Santo.

2. Regímenes hidrológicos de los principales ríos

La distribución de los caudales a lo largo del año da una medida de la posibilidad de utilización de las aguas de un río. Como se indicó, sus aguas son de procedencia exclusivamente pluvial y, como se verá en el análisis de los caudales medios mensuales, corresponden en forma aminorada a la secuencia de las lluvias.

Los registros disponibles hasta el presente permiten apreciar las características principales de algunos ríos, aunque los cortos registros de caudales hacen que algunas anomalías producidas en la precipitación, dada su gran variabilidad, no resulten suavizadas en los promedios.

En mayor o menor grado, los caudales promedio de todos los ríos reflejan la variación estacional de las lluvias. Los seis meses de caudales mayores van de junio a noviembre y los seis menores, de diciembre a mayo. Dentro de esa gran división deben señalarse otras características.

En el período de caudales más grandes se presentan dos máximos, uno mayor que ocurre principalmente en octubre y puede trasladarse a septiembre o noviembre y uno menor en junio o julio (Véase el cuadro 4.)

Hay sin embargo casos, como el del río Patuca en Cayetano, en los que el caudal mayor aparece en julio y otros en los que aparece en junio.

En el período de caudales más pequeños el mínimo se produce en marzo o abril, y por excepción ocurre en mayo en el río Chamelecón.

Esas diferencias en los escurrimientos medios están originadas en las lluvias de regímenes diferentes que se vieron en el punto anterior, al comentar su distribución a lo largo del año. ^(6,9)

Para apreciar más objetivamente la variación de los caudales medios a lo largo del año, en el gráfico 1 se agruparon los valores de algunos ríos de importancia.

Cuadro 4

HONDURAS: CAUDALES MENSUALES Y ANUALES DE ALGUNOS RÍOS

E/CN.12/CCE/SC.5/73/ANJ.1

Pág. 29

Río	Lugar	Cuenca a/ (Superficie en km ²)	Caudal	Mensuales												Anuales	Período
				Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.		
<u>Vertiente del Atlántico</u>																	
Chamalecón	Pte. Chamalecón	1 780	Medio	50.92	26.40	14.87	10.26	9.35	38.75	35.83	28.95	50.06	57.89	65.86	50.68	49.59	1956-59
			Máximo	205.50	77.42	29.27	22.63	21.33	487.00	198.40	204.00	317.00	427.80	392.00	390.00	487.00	1965
			Mínimo	16.32	11.32	8.10	6.50	5.60	6.14	12.03	11.20	5.34	17.04	24.60	23.90	5.34	
Ulúa	Pte. Pimienta	8 916	Medio	128.05	64.98	35.34	40.09	66.15	239.17	235.20	220.73	452.62	465.56	233.38	145.31	195.53	1956-58
			Máximo	712.21	103.00	100.80	58.00	856.00	1 176.00	1 011.00	1 126.00	3 020.00	2 594.00	664.00	418.00	3 020.00	1965
			Mínimo	54.00	36.00	15.70	18.55	18.55	27.50	36.00	41.00	91.10	117.70	99.16	95.90	15.70	
Ulúa	Chinda	7 950	Medio	110.03	58.25	43.24	36.02	58.02	160.22	228.43	221.15	413.84	456.26	200.76	133.15	180.39	1956-59
			Máximo	360.50	99.20	90.40	66.60	410.00	728.00	1 171.00	788.00	2 276.00	2 508.00	954.65	496.00	2 508.00	1965
			Mínimo	51.50	41.00	24.00	19.80	17.00	26.80	55.50	79.40	63.20	110.40	90.40	75.20	17.00	
Ulúa	Pte. Coligante	4 295	Medio	57.22	36.23	24.04	20.46	33.85	118.66	116.68	97.03	191.73	180.30	91.19	69.18	86.38	1956-58
			Máximo	154.60	51.00	36.70	26.74	224.00	402.00	356.00	443.50	955.00	581.80	253.40	131.00	955.00	
			Mínimo	34.00	29.79	13.00	13.00	14.00	29.92	44.00	44.52	54.30	67.92	57.00	53.60	13.00	
Grande de Otoro	La Gloria	745	Medio	6.98	4.83	3.65	3.16	6.99	19.81	21.05	18.58	34.82	38.23	15.94	9.09	15.26	1955-58
			Máximo	18.32	10.94	6.80	8.48	64.60	141.60	237.00	153.00	270.00	173.80	116.60	17.80	270.00	1965
			Mínimo	3.26	2.59	1.93	1.72	1.40	1.72	3.40	4.59	4.76	8.81	6.81	5.89	1.40	
Jicatuayo	Quecoa	3 455	Medio	35.63	18.90	14.26	33.14	24.57	111.07	93.17	85.46	172.86	162.97	86.77	49.24	74.09	1956-59
			Máximo	106.00	30.00	35.40	24.00	281.50	638.60	547.20	338.20	1 198.00	852.00	254.50	140.35	1 198.00	
			Mínimo	17.20	10.00	6.00	6.00	6.00	12.40	18.40	24.20	33.00	38.60	33.80	29.80	6.00	
Humuya	La Encantada	1 960	Medio	6.47	3.70	2.09	2.17	8.73	36.37	22.79	16.88	42.39	48.55	11.54	6.44	16.63	1956-58
			Máximo	30.14	7.80	4.46	7.80	139.60	446.00	289.90	177.50	407.00	726.00	45.40	13.03	726.00	1964-65
			Mínimo	2.00	1.25	0.41	0.30	0.30	4.00	3.00	2.00	1.40	8.21	5.80	2.98	0.30	
Humuya	Las Higueras	880	Medio	2.38	1.84	0.78	0.75	8.52	21.80	9.49	5.40	16.03	27.23	3.79	1.93	7.24	1956-59
			Máximo	7.00	5.02	3.92	19.75	433.00	354.00	246.10	150.80	472.10	417.70	19.75	21.60	472.10	1964-65
			Mínimo	0.52	0.42	0.01	0.32	0.28	1.64	0.65	0.65	0.62	2.15	1.80	0.05	0.01	
San José	El Coyolar	-	Medio	1.32	1.25	0.86	0.80	1.94	6.00	3.27	2.52	3.03	5.35	2.18	1.46	2.49	1956-59
			Máximo	3.71	3.23	1.50	2.03	19.10	28.29	20.60	12.96	20.42	33.63	3.50	3.23	33.63	
			Mínimo	0.80	0.11	0.00	0.00	0.11	0.44	0.41	0.11	0.17	0.45	0.85	0.16	0.00	
Patuca	Cayetano	4 740	Medio	41.46	57.38	39.07	25.01	85.41	317.73	675.26	273.66	187.53	332.33	133.50	93.34	209.42	1956-58
			Máximo	314.40	576.00	92.90	55.50	508.80	1 046.00	3 850.00	2 592.00	1 504.00	2 868.00	300.00	149.20	3 850.00	
			Mínimo	46.70	29.30	20.60	14.00	13.00	30.65	51.80	25.00	29.50	112.20	70.40	55.20	13.00	

/La estacionalidad

Cuadro 4 (Conclusión)

Rfo	Lugar	Cuenca a/ (Superficie en km ²)	Caudal	Mensuales												Anuales	Período
				Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.		
Talgua	Talgua	-	Medio	3.76	3.34	2.64	2.95	3.12	6.50	8.53	5.65	4.94	6.34	4.50	4.30	4.72	1955-59
			Máximo	13.52	8.73	10.37	9.96	32.23	45.90	53.15	14.95	9.14	28.65	19.67	11.39	53.15	
			Mínimo	1.29	0.80	0.64	0.56	0.40	0.83	2.20	3.40	2.42	2.42	1.84	1.67	0.40	
Telica	Telica	-	Medio	5.14	4.10	2.66	1.93	5.88	17.87	15.46	11.58	14.46	15.22	7.80	4.40	9.01	1956-59
			Máximo	16.56	34.10	22.30	20.58	225.00	254.00	170.20	94.00	167.62	157.00	85.22	16.56	254.00	1965
			Mínimo	2.57	1.83	1.50	1.00	0.50	1.45	1.40	2.05	2.85	1.84	1.74	1.45	0.50	
Guayape	Guayabillas	1 010	Medio	10.39	8.29	6.37	5.08	11.39	35.91	38.33	32.17	23.77	44.96	16.93	10.89	20.47	1956-59
			Máximo	28.68	17.91	47.75	22.20	253.50	728.00	511.50	162.00	283.20	416.20	95.00	48.65	728.00	1964-65
			Mínimo	4.20	2.95	2.40	2.21	2.50	5.94	3.40	6.70	5.70	5.70	6.59	3.14	2.21	
Jalán	El Delirio	775	Medio	18.22	17.06	10.22	28.64	17.59	33.68	46.60	30.76	24.52	32.69	23.89	16.35	24.81	1956-59
			Máximo	83.50	54.91	21.56	67.40	225.00	298.80	240.00	187.50	102.60	344.00	64.92	35.04	344.00	
			Mínimo	10.50	8.05	6.40	4.04	3.44	5.72	4.21	11.72	8.92	7.98	8.92	7.51	3.44	
<u>Vertiente del Pacífico</u>																	
Choluteca	Los Encuentros	6 267	Medio	5.45	3.49	2.57	2.21	33.49	72.78	62.24	27.31	57.69	95.97	22.15	9.63	33.74	1958-59
			Máximo	12.00	9.60	8.40	5.20	546.60	530.50	424.00	106.70	890.80	386.10	116.40	37.08	890.80	1964-65
			Mínimo	2.26	2.40	1.60	0.99	0.90	9.88	3.40	6.70	6.10	8.32	6.78	3.80	0.90	
Choluteca	La Ceiba	2 175	Medio	3.27	2.08	1.40	1.19	19.33	42.30	20.44	9.71	29.73	30.99	9.29	5.96	16.44	1956-59
			Máximo	8.00	4.75	2.75	7.70	474.60	730.10	378.30	50.10	426.80	359.00	77.86	33.12	730.10	1964-65
			Mínimo	1.40	1.00	0.80	0.50	0.40	0.80	2.40	2.25	2.65	2.61	3.30	1.80	0.40	
Choluteca	Hernando López	1 510	Medio	2.98	2.27	1.57	3.37	11.20	29.49	14.98	7.25	28.10	21.47	5.95	3.52	11.92	1954-59
			Máximo	6.74	4.24	2.78	12.76	188.00	482.20	149.10	49.14	962.24	149.10	48.89	12.62	962.24	1964-65
			Mínimo	0.54	0.90	0.41	0.30	0.41	1.95	2.38	1.65	0.66	2.70	0.96	1.02	0.30	

a/ Cálculo aproximado.

La estacionalidad de los caudales señalada en el punto anterior, se valora a continuación por el porcentaje que escurre en los seis meses de junio a noviembre, con relación al total anual. Estos porcentajes están comprendidos entre 62 en el río Chamalecón en el lugar Puente Chamalecón, y 85 en los ríos Choloteca en Los Encuentros y Humuza en La Encantada. Los lugares para los que se dispuso de información son pocos y están prácticamente al oeste de la longitud de 86° , pero vale la pena señalar que en general son altos; sin embargo, además del Chamalecón, tienen valores no tan altos los ríos Talgua con 64, Telica con 65 y Jalán con 64, todos afluentes del Guayape.

Para dar una medida de las características de irregularidad de los regímenes de los ríos y una primera apreciación de las posibilidades del aprovechamiento económico de sus aguas, se calcularon los coeficientes de irregularidad, determinándose como el cociente entre la cantidad de agua que sería necesario embalsar para lograr una regulación total dentro del año y el escurrimiento anual.

Se obtienen para cada año y el promedio para todo el registro da el coeficiente de irregularidad, criterio ya usado por la CEPAL en trabajos similares sobre otros países de América Latina.

Para simplificar el cálculo, los coeficientes se calcularon a base de los caudales medios mensuales. Para obtener los verdaderos, se necesitaría una corrección superior a 1.

Los coeficientes de irregularidad obtenidos varían entre 0.15 y 0.42. Se puede señalar que en los ríos mayores, los lugares con valores superiores a 0.37 (ríos Humuya, Patuca y Choloteca) son los que están más al sur (véase el cuadro 5). Los afluentes del Guayape son los que tienen menores valores (Talgua 0.15, Telica 0.18 y Jalán 0.16). El Chamalecón tiene 0.21, coeficiente relativamente bajo.

Cuadro 5

HONDURAS: CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE ALGUNOS RÍOS

Río	Lugar	Cuenca (Superficie en km ²)	Caudales en m ³ /s			Coeficiente de irregularidad	Porcentaje escurrido de junio a noviembre	Período del registro (años)
			Medios	Máximos	Mínimos			
<u>Vertiente del Atlántico</u>								
Chamalecón	Pte. Chamalecón	1 780	43.59	487.00	5.34	0.21	62	1956/59; 65
Ulúa	Pte. Pimienta	8 916	195.53	3 020.00	15.70	0.29	78	1956/58; 65
Ulúa	Chinda	7 950	180.39	2 508.00	17.00	0.30	79	1956/59; 65
Ulúa	Pte. Colgante	4 295	86.38	955.00	13.00	0.27	76	1956/58
Grande de Otoro	La Gloria	745	15.26	270.00	1.40	0.31	81	1955/58; 65
Jicatuyo	Quecoa	3 455	74.09	1 198.00	6.00	0.30	80	1956/59
Humuya	La Encantada	1 960	16.63	726.00	0.30	0.39	85	1956/58; 64/65
Humuya	Las Higueras	880	7.24	472.10	0.01	0.42	83	1956/59; 64/65
San José	El Coyolar	-	2.49	33.63	0.00	0.26	74	1956/59
Patuca	Cayetano	4 740	209.42	3 850.00	13.00	0.37	84	1956/58
Talgua	Talgua	-	4.72	53.15	0.40	0.15	64	1955/59
Telica	Telica	-	9.01	254.00	0.50	0.18	65	1956/59; 65
Guayape	Guayabillas	1 010	20.47	728.00	2.21	0.30	78	1956/59; 64/65
Jalán	El Delirio	775	24.81	344.00	3.44	0.16	64	1956/59
<u>Vertiente del Pacífico</u>								
Choluteca	Los Encuentros	6 267	33.74	890.80	0.90	0.40	85	1958/59; 64/65
Choluteca	La Ceiba	2 175	16.44	730.10	0.40	0.40	83	1956/59; 64/65
Choluteca	Hernando López	1 510	11.92	962.24	0.30	0.38	81	1954/59; 64/65

3. Estimación de los recursos hidráulicos superficiales

Parte considerable del país carece de mediciones de sus recursos hidráulicos y sólo unos 35 000 km² de sus cuencas que representan el 31 por ciento del territorio son observadas en la actualidad.

Una primera estimación de todos los recursos de que dispondría el país no es fácil a causa del relieve accidentado que debe dar origen a particularidades del régimen pluviométrico, aún no determinadas.

Con el mapa de isoyetas medias anuales y los caudales conocidos, se han determinado los coeficientes de escurrimiento medio anual hasta los lugares de aforos. A base de estos coeficientes, de las precipitaciones de aguas abajo de la estación de aforos, de la pendiente y extensión de la cuenca, y de otros datos físicos y valores de coeficientes similares de ríos vecinos, se han determinado los coeficientes para toda la cuenca.

La naturaleza del cálculo y la escasez de datos disponibles obligó a tomar en cuenta solamente ríos principales o grupos de ríos menores. Cuencas pequeñas aisladas no pudieron considerarse, porque se hubiera necesitado mayor precisión en las isoyetas y se habría corrido el riesgo de que el aporte de agua subterránea al caudal del río de cuencas vecinas fuera importante.

Individualmente, fueron evaluadas las cuencas de los ríos Motagua, Ulúa, Aguán, Patuca y Coco en la vertiente del Atlántico, y Lempa, Goascorán, Choluteca y Negro en la del Pacífico. Todas las cuencas o partes de ellas superaron los 1 500 m².

a) Aguas nacionales

Para calcular el agua caída sobre el país anualmente, se utilizó el mapa de isoyetas medias anuales y dio un total de $197\,462 \times 10^6 \text{ m}^3$, equivalente a una precipitación media de 1.71 metros (cuadro 6). Dicho volumen se distribuye desigualmente y al considerar las grandes vertientes, se aprecia que en la del Atlántico representa 1.78 metros y en la del Pacífico, 1.38 metros.

Teniendo en cuenta la división de cuencas considerada, la menor altura de agua se da en la del río Choluteca con 1.13 metros, y la mayor en el grupo de pequeñas cuencas en el este del país, entre los ríos Patuca y Coco, con 2.31 metros.

Cuadro 6

HONDURAS: ESTIMACION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS SUPERFICIALES

Gran Cuenca	Cuenca	Río	Superficie (km ²)	Agua caída		Coeficiente de escurrimiento	Agua escurrida	
				Volumen (Millones de m ³)	Altura (metros)		Volumen (Millones de m ³)	Caudal (m ³ /s)
Total nacional			115 205	197 462	1.71	101 844	-3 229.5	
Vertiente del Atlántico			95 138	169 787	1.78	92 945	-2 947.3	
D ₂ a/	19 ^{a/}	Motagua	2 651 ✓	5 673	2.14	0.35	1 986	63.0
P	21,23	Chamalecón y otros	4 676	8 229	1.76	0.55	4 526	143.5
	25	Ulúa	22 562	33 166	1.47	0.50	16 583	525.8
R	27,29,31	Gangrejal y otros	5 417	12 180	2.25	0.65	7 922	251.2
S			22 448	41 079	1.83	0.55	22 594	716.4
	33	Aguán	10 720	15 550	1.45			
	35,37	Sico, Plátano y otros	11 728	25 529	2.18			
T	39	Patuca	25 646	43 341	1.69	0.60	26 005	824.6
U	41,43	Guarunta y Cruta	5 057	11 681	2.31	0.40	4 672	148.2
V ₁ a/	45 ^{a/}	Coco	6 681 ✓	14 430	2.16	0.60	8 658	274.5
Vertiente del Pacífico			20 067	27 675	1.38		8 899	282.2
J ₃ a/	46 ^{a/}	Lempa	5 779 ✓	9 188	1.59	0.43	3 940	125.0
O _{2B} a/	52 ^{a/}	Goascorán	1 243 ✓	2 398	1.93	0.25	600	19.0
O ₃	54	Nacaome y otros	3 607	4 941	1.37	0.25	1 235	39.2
O _A a/	56 ^{a/}	Choluteca	7 876 ✓	8 899	1.13	0.25	2 225	70.5
O _{5A} a/	58 ^{a/}	Negro	1 562 ✓	2 249	1.44	0.40	900	28.5

a/ Cuenca internacional, valores correspondientes a Honduras únicamente.

Según esta estimación, del total del agua caída, aproximadamente $-101\ 844 \times 10^6 \text{ m}^3$ se convertirían en escurrimiento superficial que llega a los océanos, equivalente a un caudal de $3\ 229.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Este caudal se distribuye en $2\ 947.3 \text{ m}^3/\text{s}$ que van al Atlántico y $282.2 \text{ m}^3/\text{s}$ que se dirigen al Pacífico y representan escurrimientos específicos de 31.0 l/s/km^2 y 14.1 l/s/km^2 respectivamente.

El volumen de agua escurrida significa una disponibilidad por habitante, según la población de 1968, de $39\ 500 \text{ m}^3$, o sea, $1\ 260 \text{ l/s/hab}$.

La disponibilidad que tiene el país no es baja pero se debe destacar que la mayor parte de ella está en la región menos habitada y que la zona oeste que concentra la actividad de la nación es la que tiene menos agua.

b) De interés internacional

Varios ríos del país tienen interés internacional, sea porque algunos constituyen fronteras internacionales o porque parte de sus cuencas pertenecen a países limítrofes.

El Coco constituye en gran parte de su curso la frontera con Nicaragua y la parte de su cuenca en Honduras se estima que genera un caudal aproximado de $274.5 \text{ m}^3/\text{s}$. En igual situación están los ríos Goascorán y Negro y sus caudales originados en el país son $19.0 \text{ m}^3/\text{s}$ y $28.5 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente.

Otros tres ríos, el Lempa, el Choluteca y el Motagua, también son de interés internacional, pues afluentes suyos se generan en el país y partes del Lempa y del Choluteca son igualmente límites internacionales. La suma de los caudales originados en la cuenca del Lempa daría $125.0 \text{ m}^3/\text{s}$; los del Choluteca $70.5 \text{ m}^3/\text{s}$, y los del Motagua $63.0 \text{ m}^3/\text{s}$. (Véase de nuevo el cuadro 6.)

Es preciso señalar que los valores de caudales estimados pretenden dar un orden de magnitud lo más aproximado posible y de ninguna manera pueden ser tomados como datos exactos, puesto que para obtenerlos se necesitarían mediciones que actualmente no existen.

IV. FACTORES NATURALES QUE AFECTAN AL USO DEL AGUA

1. Topografía

El relieve del país es muy accidentado por la gran extensión de los sistemas montañosos. Se distinguen dos importantes grupos orográficos, el Occidental y el Oriental. En el Occidental se agrupan las cordilleras del Merendón, Celaque, Puca-Opalaca y Montecillos. El Oriental lo forman las cordilleras de Comayagua, de Sulaco, Nombre de Dios, Agalta, Misoco y Dipilto.

En líneas generales, la parte de mayor relieve se encuentra en el occidente del país y dirigiéndose hacia el este y hacia ambos océanos va perdiendo altura.

Las mayores cumbres están en las montañas del Merendón y de Celaque donde algunos picos pasan de los 2 500 metros de altura y el más alto llegaría aproximadamente a los 2 850.

Las partes más bajas y llanas se hallan en la zona más este del país, en el departamento de Gracias a Dios, en la costa norte sobre el mar Caribe y en los alrededores del golfo de Fonseca. También a lo largo de algunos valles de ríos, como el Aguán, el Sico, el Ulúa, el Chamalecón y el Choluteca.

Para lograr una imagen más definida de la topografía se calculó, en forma aproximada para grandes zonas, la distribución del territorio nacional por sus alturas sobre el nivel del mar, a base de un mapa con curvas de nivel en pies, con los siguientes intervalos: 1 000, 2 000, 3 000, 5 000, 7 000 y 9 000 pies.

Del cálculo se deriva que el 30.8 por ciento del país tiene alturas inferiores a 305 metros, el 46.5 inferiores a 610 metros, el 61.4 inferiores a 914 metros, el 92.1 inferiores a 1 524 metros y el 99.5 inferiores a 2 134 metros. El 0.5 por ciento supera este último nivel. Los bajos porcentajes para alturas inferiores a 305 y 610 metros indican el carácter accidentado del territorio.

La distribución de superficies por grandes vertientes, para iguales intervalos de niveles, tiene algunas diferencias, especialmente en los tres primeros. Así, bajo los 305 metros de altura están el 32.5 por ciento

de la vertiente del Atlántico y el 22.0 de la del Pacífico. En los otros niveles los porcentajes son en el mismo orden para 610 metros, 48.8 y 34.8, y para 914 metros 63.6 y 50.1 por ciento, indicando que porcentualmente la vertiente del Pacífico tiene menos tierras bajas.

Algunos de los grandes ríos tienen importantes partes de sus cuencas en los niveles más altos. El Ulúa y el Chamalecón tienen en conjunto 237 km^2 sobre los 2 134 metros, el Patuca y el Sibre 237 km^2 y el Lempa 40 km^2 . Se puede agregar que el Ulúa-Chamalecón tienen sobre 1 524 metros, $4 028 \text{ km}^2$.

Mayores detalles del cálculo aproximado figuran en el cuadro 7 con indicación de superficies y porcentajes entre niveles.

2. Evaporación y evapotranspiración

El conocimiento de la evaporación, proceso en el que el agua en estado líquido pasa a la atmósfera transformada en vapor, es imprescindible en estudios y proyectos de obras hidráulicas, especialmente en las que incluyen almacenamiento de agua.

La evaporación era medida en el país, a fines de 1967, en unos 14 lugares. Los registros, debido a interrupciones, tenían pocos años completos de observaciones y algunas estaciones habían suspendido las mediciones.

El Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, en ejecución, agregará a esas observaciones las que se realizarán en 10 estaciones tipo "A".

La evaporación a lo largo del año en los lugares considerados, presenta mayores valores medios en marzo, abril y mayo, durante los que llega a ser de 6 a 7 milímetros diarios. Los más bajos aparecen en diciembre y enero, con valores de entre 2.4 y 3.9 milímetros diarios. (Véase el cuadro 8.)

La evaporación es regida por variables climatológicas entre las que las más importantes son la temperatura y humedad del aire, el viento y la radiación solar y la combinación de sus efectos da mayores o menores valores de aquélla.

Los totales anuales promedio van desde 1 464 milímetros en Telica, cuenca del río del mismo nombre, hasta 1 863 milímetros en Tegucigalpa. Como los promedios han sido obtenidos con pocos años de registro, y han sido pocas las estaciones analizadas, los límites pueden ser más amplios.

Cuadro 7

HONDURAS: DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE SEGUN CURVAS DE NIVEL EN VERTIENTES Y CUENCAS PRINCIPALES (km²)

Vertientes y cuencas principales	Total	Menos de 304.8	304.8 a 609.6	609.6 a 914.4	914.4 a 1 524.0	1 524.0 a 2 133.6	2 133.6 a 2 743.2
Total del país	115 205	35 495	18 072	17 121	35 392	8 509	616
Porcentajes	100.0	30.8	15.7	14.9	30.7	7.4	0.5
Porcentaje acumulado		30.8	46.5	61.4	92.1	99.5	100.0
Vertiente del Atlántico	96 455	31 364	15 667	14 252	28 480	6 178	514
Río Motagua		486	175	608	1 413	264	
Ulúa Chamalecón		3 001	1 716	3 318	14 262	3 791	237
Zona río Ulúa-río Aguán		3 062	709	541	1 087	379	
Aguán		3 440	1 466	1 817	3 941	696	
Sico-Plátano		2 684	2 412	1 581	2 149	81	40
Patuca-Sicre		7 980	7 838	5 690	5 412	967	237
Guarunta-Cruta		6 082					
Coco		4 629	1 351	697	216		
Porcentaje Atlántico	100.0	32.5	16.3	14.8	29.5	6.4	0.5
Porcentaje acumulado		32.5	48.8	63.6	93.1	99.5	100.0
Vertiente del Pacífico	18 750	4 131	2 405	2 869	6 912	2 331	102
Lempa		425	379	615	2 162	1 216	102
Goascorán		433	190	182	568	243	
Río Nacaome		1 399	500	668	1 014	115	
Choluteca		1 353	1 087	1 222	2 978	757	
Negro		521	249	182	190		
Porcentaje Pacífico	100.0	22.0	12.8	15.3	36.9	12.4	0.6
Porcentaje acumulado		22.0	34.8	50.1	87.0	99.4	100.0

Quadro 8

HONDURAS; VALORES PROMEDIOS DIARIOS Y ANUALES DE EVAPORACION

(Milímetros)

Valor	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annual
<u>La Venta (14° 15' 00" 87° 10' 18")</u>													
Promedio	2.7	4.3	5.9	6.1	5.2	4.1	3.5	4.1	4.3	3.5	2.8	2.6	1 490
Máximo	3.4	4.6	6.2	6.7	5.5	4.5	4.0	4.4	4.5	4.3	3.1	2.8	1 575
Mínimo	2.4	4.1	5.5	5.4	5.0	3.3	3.1	3.7	3.8	3.1	2.3	2.5	1 418
<u>Tegucigalpa (14° 06' 16" 87° 13' 20")</u>													
Promedio	4.1	5.4	6.7	6.8	6.0	3.8	4.5	4.9	4.9	4.4	4.0	3.9	1 813
Máximo	4.4	5.6	6.9	7.3	6.7	4.7	5.3	5.2	5.5	4.5	4.3	4.1	1 997
Mínimo	3.6	5.3	6.4	6.1	5.6	2.0	4.1	4.7	4.3	4.3	3.8	3.5	1 729
<u>Telica (14° 41' 66" 08')</u>													
Promedio	2.4	3.7	5.3	5.8	5.0	4.3	3.7	4.1	4.0	4.0	3.1	2.8	1 964
Máximo	2.9	4.0	5.5	6.4	6.1	4.8	4.0	4.2	4.3	4.2	3.5	3.3	1 570
Mínimo	2.8	3.4	5.0	5.4	3.3	3.8	3.6	6.0	3.6	3.8	2.8	2.3	1 379
<u>Villa de San Antonio (14° 20' 87° 39')</u>													
Promedio	3.9	4.9	6.4	6.5	5.9	4.8	4.3	4.2	4.3	4.4	3.6	3.8	1 733
Máximo	4.0	5.8	6.5	6.7	6.2	5.0	4.6	4.5	4.5	4.9	4.0	4.4	1 752
Mínimo	3.7	4.5	6.3	6.3	5.6	4.5	3.7	3.8	3.3	4.0	2.8	3.4	1 701

En las mediciones efectuadas hasta ahora se aprecia que las desviaciones máximas de los totales anuales están entre +6 y -5 por ciento.

La evapotranspiración es el proceso por el que el agua contenida en el suelo pasa a la atmósfera en estado gaseoso. Se incluye en ella la transpiración de las plantas y la evaporación de las superficies de agua y de los suelos. Su evaluación es importante para el cálculo de los balances del ciclo hidrológico.

Se define como evapotranspiración potencial, la que se produciría si hubiera la humedad en el suelo suficiente para que el proceso no se restringiera por falta de agua. La evapotranspiración real es generalmente inferior a la potencial y llega a igualarla en lugares como los pantanos.

No se han efectuado en el país mediciones de evapotranspiración pero se ha estimado a base de la fórmula de Blaney-Criddle modificada, para diferentes puntos del territorio, y después de relacionarla con la altura se trazaron mas isolíneas de los totales anuales. (11)

Una importante parte del país que comprende las tierras más bajas tiene una evapotranspiración potencial anual de más de 2 000 milímetros; se trata de las costas del Caribe, la parte oriental del país, al este de longitud 85° (departamento de Gracias a Dios), la zona del golfo de Fonseca y los valles de los ríos Patuca, Ulúa-Comayagua y Chamalecón.

La evapotranspiración potencial más baja se obtuvo en las partes más altas de la cordillera del Merendón, Celaque y Opalaca, con valores comprendidos entre 1 400 y 1 600 milímetros. Los valores intermedios entre 1 600 y 2 000 milímetros varían en relación inversa con la altura del lugar. Pero se puede señalar que los valores entre 1 600 y 1 800 se agrupan solamente en las cordilleras citadas y en las montañas de La Flor, El Chile, Almandares y La Mora.

V. LAS REDES DE OBSERVACIONES Y LOS ORGANISMOS QUE LAS OPERAN

Pocos registros en el país tienen larga extensión, y los que existen se dedican a mediciones de la precipitación. Las primeras de este tipo datan de 1913 y comenzaron en Nueva Rosario, Francisco de Morazán; en la actualidad hay unos 10 registros con más de 30 años de antigüedad. La gran mayoría tiene entre 10 y 15 años.

Las primeras observaciones sobre hidrología son más recientes y fueron mediciones mensuales de nivel del lago Yojoa comenzadas en 1943; posteriormente, en 1948, se realizaron algunos aforos en el río Pescadero. En forma regular y sistemática se iniciaron en septiembre de 1954 con la creación del Servicio Hidrométrico Nacional.

La red de meteorología estaba formada a fines de 1967 por 9 estaciones sinópticas, 13 climatológicas, 33 termopluviométricas y 95 pluviométricas.

La hidrológica consistía en la misma fecha, en 51 estaciones de aforo, 2 medidoras de nivel y 24 estaciones menores que aforaban con vertederos pequeñas quebradas.

Los organismos que llevan el mayor peso de las mediciones y estudios de meteorología e hidrología son el Servicio Meteorológico Nacional; la Dirección de Estudios Hidrológicos y Climatológicos; la Empresa Nacional de Energía Eléctrica y el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados.

1. Proyecto de ampliación y mejoramiento de los Servicios Hidrometeorológicos e Hidrológicos del Istmo Centroamericano

Honduras, con los otros cinco países del Istmo, forma parte del Proyecto de Ampliación y Mejoramiento de los Servicios Hidrometeorológicos e Hidrológicos del Istmo Centroamericano.

De acuerdo con este proyecto, ya iniciado, se instalarán en cinco años 35 estaciones hidrológicas, 10 meteorológicas tipo A (miden 7 o más elementos), 30 tipo B (miden 4 o más elementos) y 40 tipo C (pluviométricas), ^(12,13) La contribución de contraparte a cargo del Gobierno

/de Honduras

de Honduras será de 403 650 dólares, que serán proporcionados en un 60 por ciento por la ENNE y en un 40 por ciento, en partes iguales por la Dirección de Aeronáutica Civil (SMN), el SANAA y la Dirección General de Irrigación (DEHC). A estos gastos debe agregarse la cantidad de 295 440 dólares, que es el valor de las importaciones de equipos e instrumental y de las becas para funcionarios nacionales.

Quando quede concluido el proyecto, Honduras dispondrá de 230 estaciones pluviométricas y 86 hidrológicas.

2. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

El Servicio Meteorológico Nacional es una sección de la Dirección General de Aeronáutica Civil y fue creado el 14 de marzo de 1950 por Decreto Legislativo No. 121.

Su principal tarea es la meteorología aeronáutica, pero además suministra informaciones de carácter general y para fines específicos. Está constituido por la Jefatura, la Subjefatura, la Oficina Central de Meteorología, la Oficina de Estaciones Meteorológicas Nacionales, la Oficina de Climatología y un Taller de Instrumentos. Tiene instaladas 9 estaciones meteorológicas de tipo sinóptico, tres de las cuales operan durante las 24 horas. Además posee 3 estaciones termopluviométricas, 2 climatológicas y 20 pluviométricas.

En la estación del aeropuerto de Tegucigalpa (Toncontín) se efectuaron observaciones con globos pilotos cada 6 horas desde 1950 hasta 1966, aunque con breves interrupciones.

En este aeropuerto funciona la oficina de pronósticos creada en 1951, que opera las 24 horas y tiene el carácter de meteorológica principal de Centroamérica, lo que destaca su importancia. Confecciona dos veces al día cartas sinópticas de superficie y de altura de los 850, 700, 500, 400 y 200 mb, además de una carta de vientos de 14 000 pies.

Recibe la información internacional por dos radioteletipos de la Caribbean Meteorological Broadcast y de la emisión subcontinental de la OMM, y radiofacsimiles de Miami y Washington.

/El personal

El personal del Servicio Meteorológico Nacional se compone de 71 empleados, 7 pronosticadores y 48 observadores entre ellos.

Ha editado desde 1961 seis almanaques hondureños en los que además de publicar notas técnicas de divulgación presenta resúmenes climatológicos, mensuales y anuales.

El presupuesto anual del Servicio Meteorológico Nacional asciende a 60 000 dólares aproximadamente.

3. Departamento de Estudios Hidrológicos y Climatológicos (DEHC)

La Dirección General de Irrigación fue creada por Decreto Ley No. 234 del 31 de diciembre de 1964, dentro del Ministerio de Recursos Naturales. Su Departamento de Estudios Hidrológicos y Climatológicos tiene como funciones realizar mediciones y estudios hidrometeorológicos e hidrológicos.

En su época inicial se llamó Servicio Hidrométrico Nacional y funcionaba como una división de la entonces Secretaría de Recursos Naturales, creada ésta por Decreto Ley No. 8 del 24 de diciembre de 1954.

El Servicio Hidrométrico Nacional inició en 1954 un estudio de los recursos hidráulicos del país, instalando para ello algunas estaciones climatológicas e hidrométricas en diferentes cuencas. En sus primeros años funcionó normalmente y sus presupuestos fueron en aumento desde 37 847 lempiras en 1955 hasta 137 915 en 1957. El Servicio Hidrométrico fue suprimido a principios de 1960 suspendiéndose toda actividad hasta la creación del Departamento de Estudios Hidrológicos y Climatológicos, que reanudó las tareas abandonadas.

Su red se componía a principios de 1967 de 41 estaciones hidrométricas, 10 estaciones climatológicas (precipitación, evaporación, temperatura y viento) y 30 estaciones pluviométricas. El personal estaba formado por 109 empleados (3 ingenieros, 12 técnicos, 4 administrativos, 31 aforadores, 56 observadores y 3 auxiliares).

Ha publicado 5 boletines hidrológicos (hasta comienzos de 1968) con la información climatológica e hidrológica obtenida en sus estaciones y en algunas del Servicio Meteorológico Nacional.

14. Servicio

4. Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)

La División de Hidrología, dependencia del Departamento de Ingeniería del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados, lleva a cabo algunas observaciones de precipitación para determinar el régimen de lluvias en la zona de las fuentes de suministro del acueducto San Juancito-El Picacho al noreste de La capital, y también en los lugares donde se han construido las presas de derivación de los ríos Guacerique y Sabacuante. Estas observaciones datan en general de 1963.

En los ríos Choluteca y Guacerique efectúa mediciones de caudales desde 1961 y además afora en 24 lugares con vertederos diferentes corrientes que aportarán agua al proyecto San Juancito-El Picacho.

El personal de la división de Hidrología está formado por 40 empleados (3 ingenieros, 6 técnicos, 11 aforadores, 10 auxiliares y 10 peones) y su presupuesto en 1967 era de 161 606 lempiras.

5. Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE)

La Empresa Nacional de Energía Eléctrica realiza mediciones de tipo meteorológico e hidrológico en relación con proyectos de desarrollo en los que está interesada. Estas tareas fueron comenzadas en enero de 1961 y su actividad se concentra en la actualidad en la zona del lago Yojoa. Tiene instalada una estación climatológica junto al lago de Yojoa (El Jaral), dos limnimétricas en el lago y 8 de aforos en ríos que entran o salen del lago.

El presupuesto de 1967 dedicado a estas tareas era de 30 000 dólares y su personal 21 empleados (2 ingenieros, 7 aforadores, 6 auxiliares y 6 lectores de escala).

6. Otros organismos

Otros organismos proporcionan datos sobre meteorología o hidrología. Con motivo del proyecto de "Ampliación y Mejoramiento de los Servicios Hidrometeorológicos e Hidrológicos en el Istmo Centroamericano" se creó en 1966 el Comité Coordinador Nacional Hondureño para el desarrollo y

/perfeccionamiento

perfeccionamiento de los servicios hidrometeorológicos e hidrológicos y evaluación de los recursos hidráulicos del país. Está formado por el ministro de Recursos Naturales, el gerente de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, el gerente del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados, el director general de Aeronáutica Civil y el director general de Irrigación.

En la parte de observaciones, se debe mencionar a la Tela Railroad Company que tiene 51 estaciones pluviométricas o termopluviométricas, la mayoría de ellas instaladas en la cuenca del río Ulúa, principalmente en la zona costera.

También ayudan en esta tarea empresas particulares como la Standard Fruit Company, La Rosario Mining Company, el Ingenio Azucarero Chumbagua, la Organización Internacional Regional de Salubridad Agropecuaria y agricultores.

/VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Conclusiones

El desarrollo planificado de los recursos hidráulicos exige el conocimiento de los mismos en todo el país, para lo cual se debe disponer de las mediciones en espacio y tiempo necesarias. Estas mediciones son tanto meteorológicas como hidrológicas.

A comienzos de 1968 se efectuaban en Honduras mediciones de caudales de ríos, aproximadamente en el 30 por ciento del territorio, lo que indicaba la gran cantidad de estaciones que aún se debían instalar para lograr un conocimiento más o menos completo de sus recursos hidráulicos. Las observaciones meteorológicas no eran lo suficientemente densas, no sólo porque había zonas sin estaciones, como en parte de los departamentos de Olancho, Gracias a Dios, Colón, Yoro, y otros, sino también porque el carácter montañoso del país obliga a obtener mayores densidades que en otras zonas, especialmente en elementos como la precipitación.

Dada la finalidad principal del Servicio Meteorológico Nacional, que es la protección meteorológica a la aeronavegación, se han dejado de lado algunos aspectos de la meteorología en general. No hay estaciones de tipo agrometeorológico y son muy pocos los lugares donde se han instalado pluviógrafos y se mide la evaporación.

El presupuesto actual del Servicio Meteorológico Nacional es bajo por lo que no puede realizar tareas más amplias y ofrecer compensaciones atractivas al personal.

El sistema de aforadores residentes, empleado en las estaciones hidrométricas, no parece ser el más económico ni se traduce en mediciones más seguras o fehacientes, a pesar de poder efectuar aforos más frecuentes.

El perjuicio causado al conocimiento de los recursos hidráulicos con la supresión del Servicio Hidrométrico Nacional a principios de 1960 fue grave porque interrumpió registros que hoy podrían representar en forma fidedigna los caudales de los lugares afectados.

Honduras participa, con los otros cinco países del Istmo Centroamericano, en el Proyecto de Ampliación y Mejoramiento de los Servicios

/Hidrometeorológicos

Hidrometeorológicos e Hidrológicos de esa región, que aumentará sensible- mente el estado actual de las observaciones meteorológicas e hidrológicas⁽¹³⁾ con el número mayor de estaciones que se instalarán, aparte de mejorar el plantel de técnicos por medio de becas.

2. Recomendaciones

Las tareas meteorológicas e hidrológicas están siendo incrementadas a medida que progresa el Proyecto Hidrometeorológico e Hidrológico del Istmo Centroamericano. Al final del mismo las redes habrán aumentado enormemente (aproximadamente un 100 por ciento) y las tareas de mantenimiento, procesamiento de datos y estudios demandarán un esfuerzo en el que es preciso pensar para aprovechar a cabalidad la inversión realizada.

El Servicio Meteorológico Nacional debe extender su campo de acción a la agrometeorología y a la hidrometeorología, y concentrar toda la información meteorológica que se obtenga en el país para ser analizada con criterio uniforme de la especialidad. Para cumplir estos objetivos necesitará disponer de los instrumentos legales correspondientes y de presupuestos acordados con ellos, que al mismo tiempo le permitan ofrecer al personal remuneraciones que le estimulen y ofrezcan alicientes a los que desean dedicarse a la meteorología.

Un aspecto importante de las comunicaciones meteorológicas centro-americanas es que la COCESNA (Corporación Centroamericana de Servicios de Navegación Aérea) destine un canal exclusivo de su sistema de radio a las transmisiones meteorológicas para que queden unidas las capitales del Istmo con la ciudad de Balboa, en la Zona del Canal de Panamá. Honduras debe unirse a los otros países para este fin, que supondrá una transmisión y recepción de información más segura.

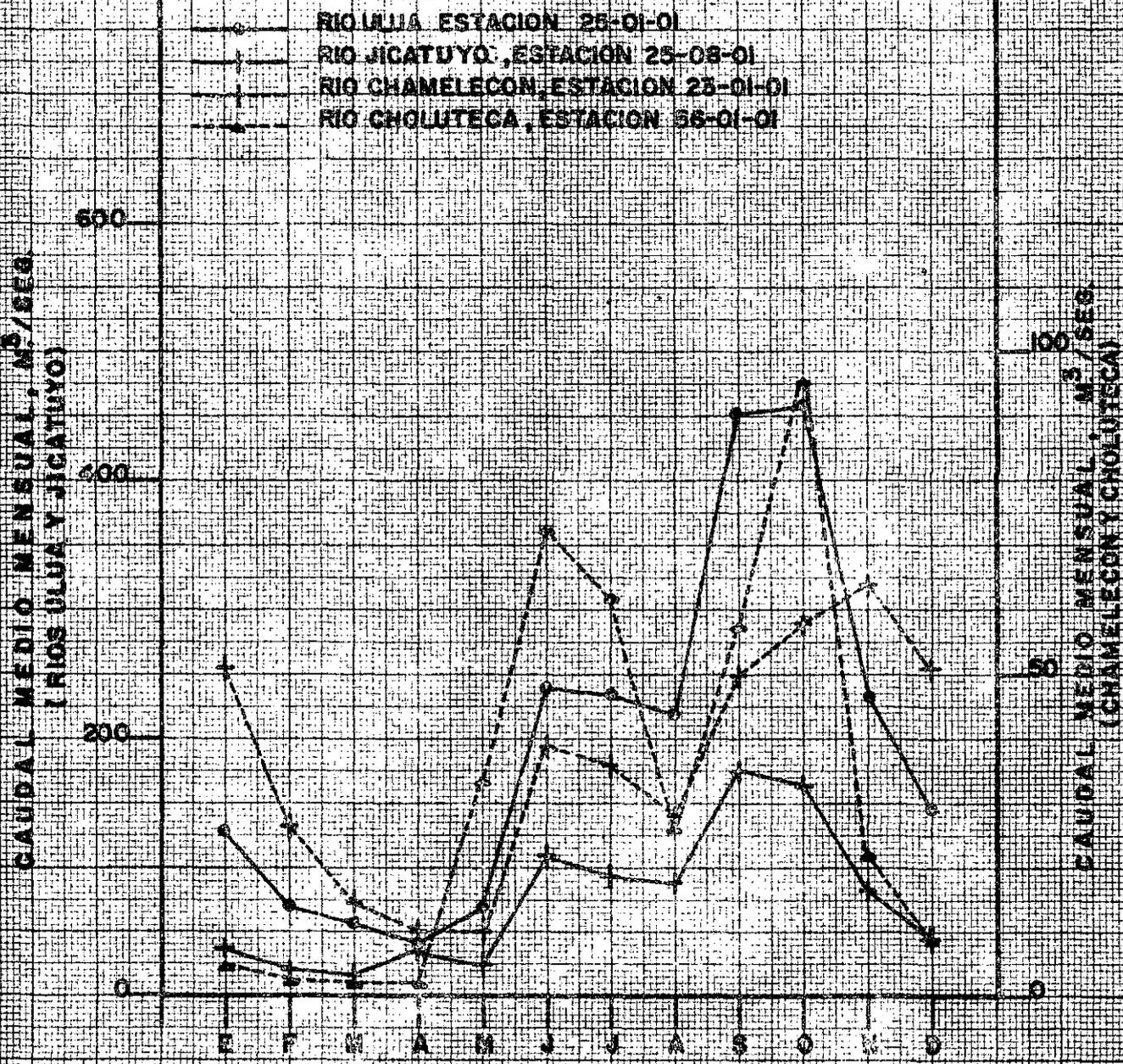
El Departamento de Estudios Hidrológicos y Climatológicos debe seguir siendo el organismo que se ocupe de todas las mediciones hidrológicas, evitando la dispersión de esa actividad en muchos de ellos. Los estudios básicos de la especialidad deben ser igualmente de su competencia, como trabajo de rutina o a petición de los usuarios.

/Debe

Debe uniformarse en el país la medición de la lluvia en milímetros, pues todavía hay estaciones que la miden en pulgadas.

Parece prudente aconsejar un cambio progresivo del sistema de aforadores residentes al de comisiones formadas de hidromensor y ayudante que puedan atender varias estaciones, ya que no es necesario efectuar aforos diariamente y mucho menos en la época seca. Unas 10 comisiones podrían, al finalizar el Proyecto Hidrometeorológico e Hidrológico, atender la totalidad de las estaciones hidrológicas.

Concluido este Proyecto, se recomienda que continúe operando el Comité Regional de Recursos Hidráulicos en el que están representados los seis países del Istmo y fue creado para coordinar las tareas que tiene encomendadas. Otras labores regionales meteorológicas e hidrológicas podrán ser orientadas y resueltas por ese Comité Regional, más capacitado que ninguno para ello.



HONDURAS
CAUDALES MEDIOS MENSUALES
DE RIOS SELECTOS

GRAFICO 1

BIBLIOGRAFIA

1. Hoffmann, G. "Die Mittleren jährlichen und absoluten Extremtemperaturen der Erde". Meteorologische Abhandlungen des Instituts für Meteorologie und Geophysik Freien Universität Berlin, Vol. 8, pt. 3, 1960.
2. Department of Commerce, Weather Bureau, Hydrometeorological Report No. 4, 1943.
3. Henry, W. K., "An excessive rainfall in Panama, October 1954". Water Resources Research, Vol. 2, No. 4, 1966.
4. Lessmann, H. "Sistemas de Escala Media de Lluvia en El Salvador", Publicación Técnica No. 8, 1967.
5. Servicio Meteorológico Nacional. "Almanaque Hondureño" 1962 a 1968.
6. Dirección General de Irrigación. Departamento de Estudios Hidrológicos y Climatológicos. Boletines 2 a 5.
7. Chirinos G. "Climas de Honduras" S.M.N. 1955.
8. Servicio Meteorológico Nacional. "El clima de Honduras en números". Junio 1964.
9. Harza Engineering Company, "Lake Yojoa-Río Lindo Hydroelectric Development". Abril 1963.
10. Hidroconsult Ltda. "Informe Hidrológico para el Diseño del Punte de la Carretera a Limón sobre el río Chirripó", agosto 1966.
11. Ahlgren L., Basso E. and Jovel R. "A Preliminary Evaluation of the Water Balance in the Central-American Isthmus". Symposium on the water balance of North America. American Water Resources Association. Urbana, Illinois, 1969.
12. Naciones Unidas. Proyecto de Ampliación y Mejoramiento de los Servicios Hidrometeorológicos e Hidrológicos en el Istmo Centroamericano. "Programa Preliminar de Instalaciones Meteorológicas en Honduras" Publicación No. 6 y "Programa Preliminar de Instalaciones Hidrométricas en Honduras" Publicación No. 4.
13. Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano. Publicación No. 23 "Rol de Estaciones Hidrológicas y Meteorológicas en el Istmo Centroamericano", Naciones Unidas.



Apéndice

DISPONIBILIDADES DE AGUA SUBTERRANEA EN HONDURAS

INDICE

	<u>Página</u>
Resumen	57
I. Estado actual de la investigación de aguas subterráneas	60
1. Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)	60
2. Instituto Nacional Agrario (INA)	60
3. Asesoría del Programa de Asistencia Técnica de Naciones Unidas	60
4. STICA	61
5. Conclusiones	61
II. Hidrogeología	62
1. Introducción	62
2. Ocurrencia del agua subterránea	62
III. Estimación preliminar de los recursos hídricos del subsuelo	66
1. Introducción	66
2. Evaluación de la ecuación hidrológica subterránea	67
3. Estimación del rendimiento seguro	69
Bibliografía	73

RESUMEN

En este informe, parte del estudio sobre evaluación de recursos hidráulicos del Istmo Centroamericano encomendado a la CEPAL, se examina el estado actual de la investigación sobre aguas subterráneas en Honduras, se presenta una breve descripción de la hidrogeología del país dirigida especialmente a la identificación de áreas susceptibles de proporcionar aprovechamientos en gran escala, y se hace por último una estimación provisional de la cantidad de agua subterránea disponible en todo el país.

Con base en mapas geológicos existentes y en los resultados obtenidos en áreas hidrogeológicamente similares de países vecinos, ha sido posible identificar las áreas de recarga, almacenamiento y descarga del agua subterránea. Depósitos importantes de agua subterránea --que reciben notables tasas de recarga-- se encuentran en las planicies aluvionales de las zonas costeras y de algunos valles intramontanos del interior del país; otros pueden encontrarse entre los materiales volcánicos de finales del Terciario y principios del Cuaternario, que abundan en la vertiente del Atlántico. Se identificaron áreas de descarga natural del agua subterránea a todo lo largo de la costa aluvional del país, donde ocurre un notable deflujo subterráneo hacia el océano, y en numerosas áreas de bajo relieve, donde la tabla freática se encuentra a poca profundidad y que permite la evapotranspiración directa del agua subterránea. (Véase la lámina 2 del informe general.)

Las formaciones volcánicas, sedimentarias y metamórficas del Terciario, Cretácico y Precretácico, se consideran inadecuadas para almacenar caudales elevados de agua que permitan obtener aprovechamientos en gran escala.

Con base en los datos sobre capacidad específica de pozos de producción, y en las características geológicas de los acuíferos, se considera que la permeabilidad de los materiales aluvionales oscila entre 3.7 y 12 litros por día, por metro cuadrado (150 - 500 GPD/pie²) y que los materiales volcánicos del Terciario-Cuaternario pueden poseer permeabilidades no inferiores a 6 litros, por día, por metro cuadrado (250 GPD/pie²). El rango probable del rendimiento específico de todos estos materiales es del 2 al 25 por ciento. También se considera necesario efectuar

estudios detallados para evitar la posibilidad de intrusión del agua de mar en los acuíferos, si se realiza una extracción excesiva, en vista de la conexión hidráulica que hay entre las formaciones saturadas y el océano, aparte de los bajos valores de elevación y gradiente hidráulico que acusa el nivel freático.

Con base en los resultados obtenidos en áreas hidrológicamente similares, y después de asignar valores conservadores a las tasas de infiltración de cada una de las unidades hidrológicas identificadas, ponderando estos valores por la extensión media de cada unidad, se llegó a la conclusión de que un 12.4 por ciento de la precipitación total se infiltra anualmente a los depósitos, 24 400 millones de metros cúbicos aproximadamente. Después de identificar las áreas de tabla freática somera pudo estimarse por procedimientos convencionales que 5 650 millones de metros cúbicos se eliminan anualmente por evapotranspiración directa del agua subterránea y por las características físicas e hidráulicas de las formaciones costeras se calculó que el deflujo subterráneo hacia el océano se aproxima a 350 millones de metros cúbicos por año. Como no existen extracciones artificiales importantes ni cambios netos en almacenamiento de valor significativo para el balance, se estimó el caudal base en unos 18 400 millones de metros cúbicos anuales, equivalentes a 584 metros cúbicos por segundo, por diferencia entre los items de aflujo y deflujo de la ecuación hidrológica subterránea.

Para ilustrar el orden de magnitud del rendimiento seguro de los depósitos subterráneos existentes, dando por supuesto el aprovechamiento adecuado de esos recursos, se efectuó una estimación preliminar de los items recuperables dentro de la ecuación de balance hidrológico de los depósitos; de ella resulta que en respuesta a la subsidencia regional del nivel freático ante la extracción anticipada, podría recuperarse un 30 por ciento de la evapotranspiración directa de los depósitos, o su equivalente de 1 700 millones de metros cúbicos. Dando por supuesta la instalación de sistemas eficientes de pozos en las cabeceras de los depósitos aluvionales costeros, que se operarían durante la estación seca, podrían recuperarse unos 45 millones de metros cúbicos del deflujo subterráneo que se pierde

/actualmente

actualmente en el océano y se estimó factible recuperar un 40 por ciento del caudal base mediante la captación del flujo de agua subterránea antes de que se vierta en los ríos, aparte de la implantación de sistemas de captación de fuentes y otros cuerpos menores de agua; de ello se obtendrían unos 7 350 millones de metros cúbicos por año. El rendimiento seguro, equivalente a la suma de ítems recuperables antes descritos, se fijó en definitiva en unos 9 095 millones de metros cúbicos anuales, equivalentes a un caudal de 289 metros cúbicos por segundo.

Con base en sus características físicas e hidrogeológicas, las cuencas de más alto potencial de agua subterránea en el país son las siguientes:

Nomenclatura		Rendimiento seguro estimado	
Gran cuenca	Ríos	Millones de m ³	m ³ /seg.
U	Guarunta y Cruta	1 730	55.0
S	Aguan, Sico y otros	1 284	40.5
T	Patuca	1 284	40.5
Q	Ulúa	1 240	39.5
V ₁	Coco	962	30.5

I. ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

En Honduras no existe actualmente ningún organismo oficial o autónomo que se ocupe de llevar a cabo investigaciones sistemáticas sobre los recursos hídricos del subsuelo o de recoger información básica al respecto, ni personal adiestrado en las disciplinas relacionadas con la investigación y aprovechamiento de este recurso, excepción hecha de algunos ingenieros que tienen experiencia en hidráulica de pozos. Tampoco se ha legislado sobre aguas subterráneas hasta la fecha.

Algunos organismos realizan o han realizado, sin embargo, trabajos que tienen relación con el aprovechamiento del agua subterránea en Honduras.

1. Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)

Hasta 1968 tuvo una sección de hidrogeología que recogió información básica obtenida durante la perforación de pozos para agua potable en diferentes sitios de la capital y del país. Por falta de asignación presupuestaria la sección quedó suprimida desde enero de 1969. La información se encuentra en los archivos del SANAA.

2. Instituto Nacional Agrario (INA)

En relación con dos proyectos piloto de colonización en la costa del Pacífico, el INA está realizando estudios básicos sobre las disponibilidades de agua en unas 4 000 hectáreas a través de una firma consultora extranjera, y ha contratado la perforación de varios pozos exploratorios dentro de un programa de investigación geofísica. Los trabajos están casi terminados y cuando la firma consultora entregue su informe, el INA dejará de disponer de personal especializado en agua subterránea por no contar con personal propio entrenado en esta materia.

3. Asesoría del Programa de Asistencia Técnica de Naciones Unidas

Durante 1967 y 1968, el PNUD proporcionó la asistencia técnica de un hidrogeólogo para la realización de estudios generales sobre disponibilidades de agua subterránea en el país, que trabajó en conexión con el SANAA y el

Ministerio de Recursos Naturales y colaboró en la preparación de una solicitud de asistencia dirigida al Fondo Especial para un programa sistemático de investigación de agua subterránea en el país.

La solicitud fue combinada en definitiva con otro proyecto de investigación de recursos mineros y relegada a segundo término, por lo que poco se ha podido hacer sobre aguas subterráneas en el Plan de Operaciones en vigencia.

4. STICA

Hace algunos años la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos, en colaboración con el Gobierno de Honduras, inició un programa de perforación de pozos someros para abastecer necesidades domésticas y pecuarias en la costa del Pacífico. Los resultados fueron desalentadores porque los pozos sólo penetraron los estratos más superficiales, proporcionaron escaso rendimiento y el programa fue discontinuado. La información recogida durante los trabajos se archivó en el STICA.

Algunos contratistas de Honduras se dedican a la perforación de pozos, por lo general con maquinaria antigua e inadecuada. El SANAA y el Ministerio de Recursos Naturales (Reforma Agraria) también disponen de equipo de perforación, que no se utiliza hace tiempo.

5. Conclusiones

Dada la necesidad de abastecer los requerimientos domésticos de numerosas poblaciones (incluyendo Tegucigalpa, la capital y San Pedro Sula) mediante un uso combinado de aguas superficiales y subterráneas, y teniendo en cuenta que existe un razonable potencial de agua subterránea en áreas donde el agua superficial no basta para abastecer todas las necesidades futuras (por ejemplo, en la planicie costera del Pacífico), convendrá iniciar a la brevedad posible un inventario general sistematizado de los recursos hídricos del subsuelo, y establecer un organismo centralizado ad-hoc al que se asignen los fondos y el personal necesarios para una labor de esta índole. Mientras no se disponga de personal nacional especializado, será menester asimismo obtener asesoría de algún organismo extranjero o internacional y proceder al adiestramiento de personal local a nivel profesional y subprofesional.

II. HIDROGEOLOGIA

1. Introducción

A continuación figura una descripción cualitativa de la hidrogeología de Honduras, con especial referencia a las zonas donde se pueden obtener aprovechamientos de agua subterránea en gran escala. Se señalan también las áreas que carecen de un alto potencial pero pueden proporcionar caudales o rendimientos limitados que permitan abastecer necesidades de igual magnitud.

Para los propósitos de este estudio ante la falta de otros trabajos sobre agua subterránea de Honduras, se ha empleado como base el mapa geológico generalizado publicado recientemente por la AID de los Estados Unidos (1)*, el informe preparado por el experto de las Naciones Unidas, Jacques Delpy (2), y los datos sobre las formaciones geológicas saturadas de países vecinos donde se han realizado estudios detallados. Con base en dicha información --cualitativa en su mayoría-- se han podido señalar las formaciones que no ofrecen posibilidades de aprovechamiento en gran escala, y las que reciben recarga de la precipitación y almacenan el agua subterránea que se indican en la lámina 2 del informe general.

2. Ocurrencia del agua subterránea

a) Áreas principales de recarga

Por la nomenclatura empleada para la clasificación de formaciones saturadas en el resto del Istmo Centroamericano, en Honduras se han identificado áreas de recarga, de muy limitada extensión, constituidas por materiales pertenecientes al Cuaternario volcánico (Qv), ubicadas en el área del Golfo de Fonseca. Estas formaciones están generalmente constituidas por rocas ígneas extrusivas de carácter andesítico y basáltico.

* Los números entre paréntesis indican las referencias anotadas al final del informe.

Existen otras formaciones que admiten recarga en altas proporciones; pero son eminentemente de almacenamiento y por ello han sido incluidas en la siguiente unidad.

b) Depósitos de agua subterránea

Los principales depósitos de agua subterránea en el país están constituidos por formaciones aluvionales recientes (Qal) que se encuentran a lo largo de la costa del Atlántico, y en las planicies del Golfo de Fonseca; extensiones limitadas de las cuencas 39 y 25 de los ríos Patuca y Humaya, en sus tramos altos, están formadas por estos sedimentos.

En las cuencas 21, 33, 35 y 39 de los ríos Chamalecón, Ulúa, Aguán Sico y Patuca, existen áreas extensas constituidas por formaciones extrusivas del Terciario-Cuaternario (TQv), compuestas generalmente por basaltos, andesitas, ignimbritas y otros materiales piroclásticos intercalados. Estas formaciones también constituyen depósitos de agua subterránea, aunque no puedan transmitir el agua con la misma facilidad que los aluviones, en vista de su posible contenido de arcilla.

Las formaciones arriba citadas reciben recarga local proveniente de la precipitación; la función principal que realizan es almacenar el agua infiltrada.

En estas formaciones el agua subterránea ocurre en condiciones de acuífero libre donde el nivel superior del manto se encuentra a una presión igual a la atmosférica. En estos depósitos, compuestos generalmente por más de un horizonte saturado, el agua bombeada se extrae mediante un lento proceso de drenaje gravitacional.

El agua subterránea en los aluviones de las costas circula en dirección al mar, estando su magnitud gobernada por el gradiente hidráulico y la permeabilidad de los estratos saturados. Estos depósitos se encuentran en conexión hidráulica con el océano, existiendo al presente un deflujo subterráneo hacia el mar. En las formaciones saturadas del interior del país el agua subterránea se mueve siguiendo la dirección general del drenaje superficial; experimenta modificaciones menores ante la presencia de ríos, quebradas, y/o cambios en la geología local, que no alteran la tendencia general citada.

/Aunque no se

Aunque no se han efectuado determinaciones detalladas sobre las características hidráulicas de las formaciones saturadas, con base en algunos datos puntuales (2) y en los resultados obtenidos en áreas similares de países vecinos, se estima que los depósitos aluvionales poseen una permeabilidad que oscila entre 3.7 y 12 litros por día por metro cuadrado (150 - 500 GPD/pie²). No se han efectuado todavía determinaciones similares en los materiales volcánicos del Terciario-Cuaternario, aunque se presume que pueden tener permeabilidades no inferiores a los 6 litros por día por metro cuadrado (250 GPD/pie²). Como se trata de acuíferos libres, el coeficiente de almacenamiento, después de ocurrir un completo drenaje gravitacional de los intersticios, debe oscilar entre el 2 y el 25 por ciento.

El volumen total almacenado es desconocido; actualmente el volumen extraíble dependerá en cualquier caso más de la tasa de recarga anual de los depósitos y de la necesidad de evitar la intrusión salina en los acuíferos costeros, que de la magnitud almacenada.

El gradiente de la tabla freática debe oscilar entre el 2 y el 5 por mil en los depósitos aluvionales de las costas, pudiendo alcanzar valores superiores al uno por ciento en los materiales volcánicos del Terciario-Cuaternario. La profundidad del agua no debe ser inferior a los 30-50 metros en los materiales saturados del interior del país; en la costa puede oscilar entre 30 metros cerca de las cabeceras de los ríos, menos de un metro en la vecindad inmediata de la playa.

En el caso de pozos de adecuado diseño y construcción que penetren al menos 30 metros en los depósitos aluvionales pueden obtenerse caudales individuales que oscilen entre 16 y 50 litros por segundo (250-800 GPM).

c) Áreas de descarga natural

Las áreas principales de descarga natural directa del agua subterránea están ubicadas en las costas, donde los acuíferos están conectados directamente con el mar y ocurre descarga libre de agua dulce. En áreas donde la tabla freática se encuentra a escasa profundidad de la superficie, ocurren también pérdidas directas por evaporación, y por transpiración de vegetación freatófita.

Insignificantes extracciones artificiales se utilizan para el abastecimiento parcial de las ciudades de Tegucigalpa-Comayagüela y San Pedro Sula. Algunas plantaciones de banano en la Costa Norte son regadas asimismo con agua de pozos.

En los casos de aprovechamientos en gran escala de los depósitos aluvionales costeros deberá observarse especial cuidado para no romper el equilibrio dinámico natural entre el agua subterránea dulce que descarga al océano y la cuña de agua salada que permanece invariablemente estática; en estas áreas, donde la elevación y el gradiente de la tabla freática son bajos, cualquier extracción que produzca un descenso del nivel de bombeo por debajo del nivel del mar puede causar la intrusión del agua salada en los acuíferos, posibilidad que debe tenerse muy presente al planear aprovechamientos en las planicies costeras para evitar el deterioro de la calidad del agua.

d) Formaciones no saturadas e impermeables

Dentro de este grupo se han incluido todas las que poseen características que impiden tanto la infiltración como el almacenamiento y el flujo del agua subterránea, y que por lo tanto no pueden considerarse saturadas; también se incluyen otras que pueden absorber y almacenar agua pero no pueden abastecer las necesidades de aprovechamientos en gran escala, aunque proporcionen volúmenes menores para pequeñas necesidades.

Estas formaciones pertenecen por lo general al Terciario-Cretácico, y anteriores, y están constituidas por materiales volcánicos, sedimentarios y metamórficos.

III. ESTIMACION PRELIMINAR DE LOS RECURSOS HIDRICOS DEL SUBSUELO

1. Introducción

La estimación de disponibilidades de agua subterránea para aprovechamientos en gran escala, que se presenta a continuación, sólo es una primera aproximación del orden de magnitud de su verdadero valor, dada la información disponible.

La estimación se ha realizado extrapolando los resultados obtenidos en investigaciones efectuadas en países vecinos, con base en las características hidrogeológicas de las formaciones saturadas existentes en Honduras, que se señalan en la lámina 2 del informe general.

Para los efectos de la disponibilidad de aguas del subsuelo, debe repetirse que los depósitos subterráneos deben aprovecharse a una tasa de extracción no determinada por el volumen almacenado sino por la tasa de renovación o recarga del depósito. Es decir, el abastecimiento perenne de agua subterránea sólo puede asegurarse mientras la extracción no exceda la capacidad de recarga del recurso.

Para estimar el rendimiento seguro debe considerarse cada depósito subterráneo como una unidad, y hacerse un balance hidrológico para el mismo. También debe distinguirse entre los términos "rendimiento máximo perenne" y "rendimiento permisible perenne". El primero se refiere al valor máximo que teóricamente podría extraerse de un depósito subterráneo; el segundo indica el valor del rendimiento que puede extraerse perennemente sin que ello conduzca a resultados indeseables. Por rendimiento máximo perenne debe entenderse el volumen que físicamente podría extraerse en condiciones ideales; su valor está fijado por la naturaleza y no por las obras o medios de aprovechamiento establecidos por el hombre; el rendimiento perenne permisible, o rendimiento seguro, es el volumen que puede aprovecharse teniendo en cuenta las limitaciones económicas, legales, y de calidad impuestas por el uso que se destinará al agua (3).

2. Evaluación de la ecuación hidrológica subterránea

a) Generalidades

Para estimar después el rendimiento seguro de los depósitos principales de agua subterránea existentes en Honduras, debe realizarse primero una estimación del valor de la infiltración que recarga los depósitos. La expresión matemática simplificada de la ecuación que deberá evaluarse, es la siguiente:

$$P_i = E_{Tsb} + D_{sb} + CB + D_{ae} + \Delta s$$

en donde P_i es la precipitación que se infiltra hasta los depósitos; E_{Tsb} es la evapotranspiración directa del agua subterránea en áreas donde la tabla freática se encuentra a escasa profundidad y existe vegetación freatófita; D_{sb} es el deflujo subterráneo hacia el océano; CB es la descarga efluente de los depósitos y que constituye el caudal base de los ríos; D_{ae} es la extracción artificial efectiva del depósito, equivalente al volumen bombeado en pozos que no es devuelto por infiltración posterior a los depósitos y/o medido como escorrentía subterránea en los ríos; y Δs es cualquier cambio neto en el almacenamiento de los depósitos.

Todos los items de dicha ecuación deben ser objeto de evaluación individual para cada depósito existente en el país, tal como aparece a continuación.

b) Estimación de la infiltración

La evaluación del volumen que anualmente se infiltra a los depósitos de agua subterránea, reviste singular importancia ya que ella es la que genera, por así decirlo, el resto de los otros items de la ecuación, en función de los parámetros hidráulicos y de las dimensiones físicas de cada depósito.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos directamente y a base de extrapolaciones en cuencas hidrogeológicamente similares en países vecinos (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12), se han podido asignar los siguientes valores conservadores de tasas de infiltración en función de la lluvia, para las diferentes unidades hidrogeológicas definidas anteriormente:

/Materiales

	<u>Por ciento</u>
Materiales volcánicos del Cuaternario (Qv)	45
Aluviones recientes (Qal)	40
Material volcánico Terciario-Cuaternario (TQv)	30
Materiales Terciarios y anteriores	5

Se determinó que los materiales volcánicos del Cuaternario (Qv) cubren una extensión aproximada de 120 kilómetros cuadrados; los aluviones recientes (Qal), unos 16 900 km²; las rocas extrusivas del Terciario-Cuaternario, 6 875 km²; y el resto del país está cubierto por materiales Terciarios y más antiguos aún. Ponderando con base en las extensiones antes mencionadas, los valores de infiltración arriba descritos, se obtuvo una infiltración media de un 12.4 por ciento para todo el país.

Teniendo en cuenta que el volumen medio precipitado anualmente es de 197 462 millones de metros cúbicos, y asumiendo una distribución espacial uniforme de la lluvia en todo el país, se ha estimado que unos 24 400 MMC se infiltran anualmente para recargar los depósitos del subsuelo, y equivalen a una lámina promedio de 212 milímetros para todo el país.

c) Evapotranspiración directa de los depósitos

Las áreas de tabla freática somera y aquellas en las que existen condiciones pantanosas han sido estimadas para Honduras por Ahlgren et al (13), con base en los mapas publicados por la AID (1). Empleando el método de Blaney-Criddle (14) se estima el volumen anual de evapotranspiración en estas áreas, atribuible a pérdida de los depósitos de agua subterránea, en unos 5 650 MMC.

d) Deflujo subterráneo hacia el océano

El volumen que anualmente defluye subterráneamente hacia el océano a través de los depósitos aluvionales de las costas, ha sido estimado en unos 350 MMC, estimación que se basa en la aplicación de la fórmula de Darcy, empleando los siguientes valores conservadores: una permeabilidad media aproximada de 7.4 litros por día por metro cuadrado (300 GPD/pie²); un espesor saturado de 150 metros estimado con base en el mapa topográfico-batimétrico publicado por Dengo (15); un gradiente hidráulico del 2 por mil; y un ancho de sección medido de 255 kilómetros.

/e) Extracción

e) Extracción artificial efectiva y cambios netos en almacenamiento

Los depósitos existentes pueden considerarse vírgenes en cuanto a aprovechamiento se refiere, y con un equilibrio natural entre recarga y descarga al ser la extracción insignificante. Los cambios netos en almacenamiento se consideraron deseables.

f) Descarga efluente de los depósitos a los ríos

Esta descarga es el rebalse de los depósitos actualmente llenos, en respuesta a la recarga anual, y constituye el caudal base de los ríos. Es de sobra conocido el hecho de que durante el estiaje el caudal de los ríos se ve sostenido por efluvo subterráneo únicamente, pero cabe señalar aquí que durante la época lluviosa el caudal base de los ríos aumenta considerablemente, pudiendo representar una buena fracción del caudal total.

Para los propósitos de este estudio el caudal base ha sido estimado por diferencia entre aflujos y deflujos dentro de la ecuación hidrológica subterránea, al no haberse dispuesto de información y tiempo para realizar estimaciones más ajustadas con base, por ejemplo en una separación analítica de los componentes del hidrograma. Así, se ha estimado que unos 18 400 millones de metros cúbicos, o su equivalente de 584 metros cúbicos por segundo, constituyen el caudal base de los ríos.

3. Estimación del rendimiento seguro

El rendimiento seguro es sólo una fracción del rendimiento máximo perenne, y su magnitud depende de la eficiencia con que el sistema de aprovechamiento que se implante pueda convertir en uso benéfico todos los items de deflujo de la ecuación hidrológica subterránea, manteniendo, al mismo tiempo, un balance a largo plazo en el almacenamiento del depósito (3).

El valor del rendimiento seguro puede cuantificarse resolviendo la siguiente ecuación:

$$R.S. = A (ETsb) + B(CB) + C(Dsb)$$

en donde A, B y C son coeficientes que indican la porción recuperable de cada item de deflujo de la ecuación, cuyo valor se estimará a continuación.

/La evapotranspiración

La evapotranspiración recuperable es la que puede evitarse al hacer descender el nivel freático por causa del aprovechamiento que se implante en las áreas costeras donde la profundidad hasta el agua es reducida. Se estima que con las extracciones en gran escala se podrían reducir estas pérdidas en un 30 por ciento, lo cual equivale a unos 1 700 MMC.

En relación con la recuperación del deflujo subterráneo hacia el mar, se ha planeado la implantación de sistemas de pozos en las cabeceras de los depósitos aluvionales de las planicies costeras con lo cual se evitarían en parte, las posibilidades de intrusión salina. Dicho sistema, con pozos de 90 metros de profundidad máxima, podría, operando durante los 6 meses de la época seca, recuperar posiblemente un 12.5 por ciento del actual deflujo, o su equivalente de 45 MMC.

El caudal base de los ríos puede ser recuperado por medio de sistemas de aprovechamiento que permitan interceptar el flujo del agua subterránea antes de que aparezca como efluente en los ríos, y mediante la captación de fuentes y otros cuerpos menores de agua. La magnitud del caudal base recuperable depende de la eficiencia del sistema de aprovechamiento que se implante, y de las características físicas e hidrogeológicas de cada cuenca en particular; para el caso específico de Honduras se ha estimado factible la recuperación de un 40 por ciento del caudal base total, equivalente a unos 7 350 millones de metros cúbicos.

El rendimiento seguro, equivalente a la suma de items recuperables, se estima en unos 9 095 millones de metros cúbicos por año, cuya distribución por grandes cuencas podría ser la siguiente:

<u>Nomenclatura</u>		<u>Rendimiento seguro estimado</u>	
<u>Gran cuenca</u>	<u>Río</u>	<u>Millones de m</u>	<u>m³/segundo</u>
<u>Total país</u>		<u>9 095</u>	<u>288.0</u>
<u>Pacífico</u>		<u>1 073</u>	<u>34.0</u>
J ₃	Lempa	242	7.5
O ₂ B	Goascorán	96	3.0
O ₃	Nacaome y otros	215	7.0
O ₄ B	Choluteca	418	13.5
O ₅ A	Negro	102	3.0
<u>Atlántico</u>		<u>8 022</u>	<u>254.0</u>
D ₂	Motagua	240	7.5
P	Chamalecón y otros	480	15.0
Q	Ulúa	1 240	39.5
R	Cangrejal y otros	800	25.5
S	Aguán, Sico, etc.	1 284	40.5
T	Patuca	1 284	40.5
U	Guarunta y Cruta	1 730	55.0
V ₁	Coco	962	30.5

BIBLIOGRAFIA

1. AID Resources Inventory Center, 1966. Inventario de recursos físicos; Honduras U. S. Corps of Engineers. Washington, D. C.
2. Delpy, Jacques, 1968. Misión hidrogeológica en Honduras, Informe extraoficial al Gobierno de Honduras. Programa de Asistencia Técnica de Naciones Unidas.
3. Committee on Ground Water, 1960. Ground Water Basin Management. American Society of Civil Engineers. New York, N.Y.
4. Ahlgren L., Fernández M., y Jovel, R. 1968. Estudio hidrológico de la Cuenca del Río Virilla. Informe conjunto: Proyecto de Aguas Subterráneas en Costa Rica y Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano. San José, Costa Rica.
5. Ahlgren, Leif y Jovel, Roberto, 1969. Evaluation of the water balance in an inland Costa-Rican river basin. Informe inédito.
6. Jerez, Roberto J., 1967. Estudio hidrogeológico preliminar de la planicie costera oriental, El Salvador. Tesis doctoral, Facultad de Ingeniería, Universidad de El Salvador.
7. Jovel, Roberto, 1962. Rainfall-runoff relationship and annual discharge, Santa Alicia Experimental Watershed. Comisión para la exploración de aguas subterráneas, cuenca del Valle Bajo del Río Grande de San Miguel, El Salvador.
8. Jovel, Roberto, 1964. Cálculo del coeficiente de escorrentía de la Cuenca del Río Acelhuate, durante el aguacero de octubre 3 de 1964. Memorandum técnico No.5, Sección de Aguas Subterráneas, Ministerio de Agricultura, El Salvador.
9. Jovel, Roberto, 1969. Estudio Hidrológico de tres cuencas seleccionadas en Costa Rica. Publicación No. 51 (en proceso). Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano. San José, Costa Rica.
10. Jovel, R. Martínez, H. y Martínez, M., 1967. Reconocimiento hidrogeológico de la Planicie Costera Central. Dirección General de Obras de Riego y Drenaje. El Salvador.
11. Wozab David et al, 1964. Final report, ground water exploratory project, Lower Basin of the San Miguel River, El Salvador. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Roma, Italia.

12. Wozab, D. y Jovel, R., 1968. Hydrological analysis of volcanic terrane; Lower Basin of San Miguel River, El Salvador. Informe inédito.
13. Ahlgren, L., Basso, E., y Jovel, R., 1969. Preliminary evaluation of the water balance in the Central American Isthmus. Proceedings, Symposium on the Water Balance of North America. American Water Resources Association. Banff, Canada.
14. Blaney, Harry y Criddle, Wayne, 1966. Determining Consumptive use for planning water developments. En: Methods for estimating evapotranspiration. Irrigation and drainage specialty conference, American Society of Civil Engineers, New York, N.Y.
15. Dengo, Gabriel, 1968. Estructura geológica, historia tectónica y morfología de América Central. Centro Regional de Ayuda Técnica de AID. México, D. F.