

NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO
E/CN.12/CCE/SC.5/74
TAO/LAT/104/Nicaragua
Enero de 1972

ORIGINAL: ESPAÑOL

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

Grupo Regional sobre Recursos Hidráulicos (GRRH)
Grupo de Trabajo de Nicaragua

ISTMO CENTROAMERICANO. PROGRAMA DE EVALUACION DE
RECURSOS HIDRAULICOS

V. Nicaragua

Informe preparado para el Grupo de Trabajo sobre Recursos Hidráulicos de Nicaragua con base en estudios elaborados por la Misión Centroamericana de Electrificación y Recursos Hidráulicos de la subse de la CEPAL en México y por el Grupo de Recursos Naturales, CEPAL/OCT/OMM/OMS/(OPS), adscrito a la secretaría de la CEPAL en Santiago.

Este informe no ha sido aprobado oficialmente por la Oficina de Cooperación Técnica de las Naciones Unidas, la que no comparte necesariamente las opiniones aquí expresadas.

INDICE DE MATERIAS

	<u>Página</u>
Presentación	1
Introducción	3
I. Potencial de los recursos de agua	7
1. Características meteorológicas	8
a) Factores determinantes del clima	8
b) Causas meteorológicas de las precipitaciones	8
2. Descripción resumida de la hidrografía	10
3. Características hidrogeológicas	11
4. Estimación de las disponibilidades de agua	13
a) Precipitación	13
b) Escorrentía superficial	15
c) Precipitación y caudales en años secos	28
d) Aguas subterráneas	28
e) Sumario de recursos disponibles	35
5. Estimación preliminar del balance de aguas	35
a) Estimación de la evapotranspiración	37
b) Evaluación de la ecuación hidrológica	38
6. Factores naturales que influyen en la disponibilidad y en la utilización de las aguas	40
a) Topografía	40
b) Geología	41
c) Suelos	41
d) Cobertura vegetal y evapotranspiración	42
II. Utilización actual y futura del agua	43
1. Riego	44
a) Potencial de irrigación	44
b) Usos actuales	45
c) Usos proyectados	45
2. Abastecimiento de agua y desagües	56
a) Usos actuales del agua	56
b) Usos proyectados	59
c) Contaminación del agua	60

	<u>Página</u>
3. Hidroelectricidad	63
a) Potencial hidroeléctrico del país	63
b) Usos actuales del agua	66
c) Usos proyectados	66
d) Grado de utilización del potencial hidro- eléctrico práctico	69
4. Otros usos y problemas relacionados con el agua	72
a) Navegación fluvial	72
b) Recreación	74
c) Pesca y caza	74
d) Crecidas e inundaciones	74
e) Erosión y sedimentación	74
f) Drenaje	75
g) Contaminación del agua	75
5. Resumen de los usos y requerimientos de agua	76
a) Utilización actual del agua	79
b) Utilización proyectada para 1980	79
c) Utilización proyectada para 1990	80
6. Comparación de usos y disponibilidades de agua	81
a) Grado de utilización actual de los recursos	82
b) Grado de utilización proyectado para 1980	83
c) Grado de utilización proyectado para 1990	84
7. Análisis de grandes cuencas importantes	87
a) Grandes cuencas O ₆ y Z	87
b) Gran Cuenca A ₁ del Río San Juan	88
c) Otras grandes cuencas	90
III. Aspectos economicofinancieros y legales e institucionales	91
1. Aspectos economicofinancieros	91
a) Acueductos y alcantarillados	91
b) Riego y avenamiento	93
c) Hidroeléctricidad	97
d) Navegación fluvial	101
e) Hidrología y meteorología	106
f) Sumario de aspectos economicofinancieros	110
	/2. Aspectos

	<u>Página</u>
2. Aspectos legales e institucionales	112
a) Breve descripción del derecho de aguas	112
b) Normas especiales para los distintos aprovechamientos del agua	118
c) Normas especiales para distintas clases de agua	121
d) Acción contra los efectos nocivos y el deterioro de las aguas	121
e) Aguas de interés internacional	122
f) Estructura administrativa	122
IV. Conclusiones y recomendaciones	137
1. Conclusiones	137
a) Recursos disponibles	137
b) Utilización actual del agua	138
c) Utilización proyectada del agua	140
d) Aspectos economicofinancieros	142
e) Aspectos legales e institucionales	143
2. Recomendaciones	144
a) Política general	144
b) Estudios a realizar	145
c) Aspectos institucionales	146
d) Aspectos internacionales	147
Bibliografía	149

INDICE DE CUÁDROS

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
1	Estimación de la precipitación media anual	14
2	Precipitaciones mensuales y anuales en estaciones selectas	16
3	Estimación de los recursos hídricos superficiales	20
4	Cálculo del caudal excedido el 95 por ciento del tiempo	23
5	Caudales mensuales y anuales de ríos seleccionados	24
6	Características hidrológicas de algunos ríos	27
7	Estimación de precipitación y escorrentía en años secos	29
8	Estimación preliminar de infiltración total	31
9	Estimación preliminar de los recursos renovables de agua subterránea	33
10	Sumario de recursos disponibles	36
11	Distribución del área potencialmente regable por grandes cuencas	46
12	Superficie bajo riego y uso del agua en 1970	47
13	Demanda interna y exportaciones de cultivos anuales fuera del área centroamericana, estimadas para los años 1980 y 1990	49
14	Rendimientos agrícolas unitarios bajo diferentes grados de tecnología	50
15	Superficie a cultivarse y regarse en 1980 y 1990	53
16	Requerimientos de tierra y agua para riego proyectados para 1980 y 1990	55
17	Estimaciones de población para 1970, 1980 y 1990	57
18	Requerimientos de agua estimados para satisfacer necesidades domésticas e industriales, 1970, 1980 y 1990	58
19	Retornos urbanos contaminados y caudales requeridos para dilución natural, 1970 a 1990	62
20	Evaluación provisional del potencial hidroeléctrico teórico y práctico	65
21	Características de las centrales hidroeléctricas existentes y en proyecto, 1970 a 1990	67

<u>Cuadro</u>	<u>Página</u>
22 Utilización actual y futura del agua para generación hidroeléctrica, 1970, 1980 y 1990	68
23 Grado de utilización actual y proyectada del potencial hidroeléctrico práctico	70
24 Longitudes de ríos navegables y requerimientos de agua para navegación mínima	73
25 Clasificación de los usos nacionales del agua, 1970, 1980 y 1990	77
26 Sumario de usos y demandas actuales y proyectadas del agua, 1970 a 1990	78
27 Grados de utilización actual y proyectada de los recursos disponibles	85
28 Acueductos y alcantarillados; inversiones al 31 de diciembre de 1970	92
29 Acueductos y alcantarillados; programa de inversiones, 1971 a 1975	94
30 Acueductos y alcantarillados, personal y presupuesto de funcionamiento, 1971	95
31 Riego y avenamiento, inversiones al 31 de diciembre de 1970	96
32 Riego y avenamiento. Programa de inversiones, 1971 a 1975	98
33 Riego y avenamiento. Personal y presupuesto de funcionamiento, 1971	99
34 Hidroelectricidad. Inversiones al 31 de diciembre de 1970	100
35 Hidroeléctricidad, programa de inversiones, 1971 a 1975	102
36 Hidroeléctricidad, personal y presupuesto de funcionamiento, 1971	102
37 Navegación fluvial. Inversiones al 31 de diciembre de 1970	103
38 Navegación fluvial. Programa de inversiones, 1971 a 1975	104
39 Navegación fluvial. Personal y presupuesto de funcionamiento, 1971	105
40 Hidrología y meteorología; inversiones al 31 de diciembre de 1970	107
41 Hidrología y meteorología; programa de inversiones, 1971 a 1975	108

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
42	Hidrología y meteorología, personal y presupuesto de funcionamiento en 1971	109
43	Inversiones totales acumuladas en la utilización del agua hasta 1970	111
44	Costo y financiamiento de los programas de utilización del agua, 1971 a 1975	113
45	Personal y costo de funcionamiento en la utilización del agua, 1971	114
46	Actividades de la administración pública relativas al agua	127
47	Actividades y sectores cubiertos por la administración pública, 1971	135

INDICE DE GRAFICOS

<u>Gráfico</u>		
1	Variación del caudal medio mensual de ríos selectos	22
2	Estructura de la administración pública relacionada con las aguas	125

INDICE DE LAMINAS*

<u>Lámina</u>	
1	Mapa hidrográfico
2	Mapa hidrogeológico preliminar
3	Isoyetas anuales
4	Hipsometría generalizada
5	Mapa generalizado de suelos

* Se incluyen al final del estudio

PRESENTACION

Este trabajo forma parte de la serie de estudios que, bajo la dirección de la Misión Centroamericana de Electrificación y Recursos Hidráulicos de la CEPAL, se ha llevado a cabo durante el período 1968 a 1970 para conocer los problemas que plantea la utilización de las aguas disponibles y en especial para su desarrollo con propósitos múltiples en el Istmo Centroamericano.

La serie consta de seis informes nacionales, que corresponden a los seis países del Istmo, sobre la disponibilidad y utilización de los recursos hidráulicos en cada uno de ellos, a los que acompañan cuatro anexos sobre temas específicos: A. Meteorología e hidrología; B. Abastecimiento de agua y desagües; C. Riego; y D. Aspectos legales e institucionales. Un estudio regional, en el que se sintetiza la información de los estudios nacionales y se incluyen conclusiones y recomendaciones aplicables al Istmo Centroamericano en conjunto, concluye la serie.

La elaboración del informe básico sobre Nicaragua estuvo a cargo del ingeniero J. Roberto Jovel, asesor regional de las Naciones Unidas y miembro de la Misión Centroamericana de Electrificación y Recursos Hidráulicos, sobre la base de estudios y trabajos preparados por expertos del Grupo de Recursos Naturales CEPAL/OCT/OMM/OMS (OPS) adscrito a la Secretaría de la CEPAL en Santiago; expertos de la Oficina de Cooperación Técnica de las Naciones Unidas asignados a la Subsección de la CEPAL en México, y un experto de la Secretaría de Recursos Hidráulicos de México. Se ha contado además con la colaboración de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), de la Oficina Sanitaria Panamericana (OPS/OMS) y de los organismos nacionales que tienen relación con los diversos sectores usuarios del agua.

INTRODUCCION

En la resolución 99 (VI) aprobada en el sexto período de sesiones de la Comisión Económica para América Latina (Bogotá, 1955), se recomendó a la secretaría que, con la colaboración 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, riego y abastecimiento de aguas y defensa contra inundaciones, tomando en cuenta otros factores como el saneamiento y demás beneficios que se derivan de la construcción de las obras correspondientes y del uso del agua".

De acuerdo con dicha resolución, se ha estudiado la disponibilidad y el aprovechamiento de los recursos hidráulicos de Chile, el Ecuador, Venezuela, Bolivia, Colombia, la Argentina, Perú, el Uruguay y la Norpatagonia.

Los gobiernos de los países del Istmo Centroamericano, a través del Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos (organismo del Comité de Cooperación Económica), solicitaron de la CEPAL, en agosto de 1966, que realizara una evaluación regional de los recursos hidráulicos del Istmo donde se incluyera, además de las disponibilidades de agua, "una proyección de las necesidades de agua para los diferentes usos; la determinación del papel que corresponderá a los recursos hídricos, a mediano y largo plazo, en el desarrollo económico de la región; la formulación de las bases para una política coordinada en materia de utilización de los recursos; la identificación de los problemas actuales que afronta la región en el aprovechamiento de las aguas, recomendando medidas concretas que permitan solucionarlos a un corto plazo; el análisis de los programas hidráulicos nacionales y la formulación de proyectos adicionales que tomen en cuenta posibilidades de desarrollo regional; examinar la actual organización institucional y las disposiciones legales vigentes a nivel nacional, con miras a lograr su mejoramiento y armonización a nivel regional, y, en su caso, el establecimiento de una organización que tendría a su cargo la

/coordinación

coordinación regional del desarrollo futuro de los recursos; y, finalmente, la formulación de un plan de investigaciones que permita asegurar la continuidad en el aprovechamiento de los recursos hidráulicos una vez terminado el programa".

Este informe, que continúa la serie de estudios sobre los recursos hidráulicos en Latinoamérica, contiene los resultados del trabajo efectuado en lo que respecta a Nicaragua; incluye la evaluación del potencial hídrico del país, la estimación de la utilización actual y futura del agua, el análisis de los problemas que dicha utilización plantea, así como un examen de los aspectos económico-financieros de las estructuras administrativas y del régimen institucional y legal vigente.

El potencial hidráulico se refiere a los caudales superficiales y subterráneos disponibles en un año de precipitación normal, incluyéndose también estimaciones referentes a disponibilidades durante años "secos" y durante el estiaje. Se estiman los requerimientos por usos principales del agua para el año 1970 y se extrapolan dichos resultados hasta 1980 y 1990 sobre la premisa de satisfacer las necesidades nacionales de cada sector usuario.

La suma aritmética de todas las utilidades sectoriales representa el uso bruto del recurso, y descontando los usos que no significan consumo o no causan contaminación se ha obtenido la utilización neta del agua. De los usos netos (agua potable y para riego) una parte se pierde a través de diferentes procesos (uso consuntivo) y el remanente retorna a los cuerpos de agua con cierto grado de contaminación (uso contaminante).

La comparación entre la utilización --actual y proyectada-- del agua y los diferentes parámetros que definen su disponibilidad, indica el grado de aprovechamiento del recurso, las necesidades de regulación de los caudales y de reutilización y tratamiento de los retornos, y permite conocer también las posibilidades de utilización complementaria y prever las situaciones conflictivas que pueden llegar a presentarse al aumentarse el uso del agua por los sectores usuarios.

De acuerdo con los estudios realizados, puede afirmarse que Nicaragua cuenta con una muy amplia disponibilidad de agua superficial, un 27 por

ciento de la cual tiene implicaciones internacionales por corresponder a ríos cuyas cuencas hidrográficas son compartidas con países vecinos. El agua subterránea representa un porcentaje significativo de los recursos hídricos superficiales, y es imperativo complemento de los caudales de época seca.

A escala nacional, los recursos son objeto de un reducido aprovechamiento en la actualidad; sin embargo, existen zonas de alta concentración demográfica y elevadas demandas de agua que coinciden con cuencas hidrográficas que poseen limitados recursos de agua. Las estructuras administrativas y el régimen legal vigente presentan serias deficiencias que plantean problemas para el adecuado conocimiento, aprovechamiento, manejo y conservación de las aguas.

A causa del crecimiento demográfico, se estima que en los próximos 10 y 20 años las disponibilidades de agua por habitante se reducirán al 73 y al 52 por ciento de su valor actual, respectivamente, y que para satisfacer las necesidades básicas de la población será necesario realizar utilidades netas respectivas del agua 2.5 y 3.5 veces mayores que las presentes.

Se considera que dicha situación habrá de resultar crítica al nivel de cuenca hidrográfica, especialmente en la vertiente del Pacífico donde se concentrará la mayor demanda y existen menores disponibilidades de agua; en algunas cuencas será necesario emplear muy elevados porcentajes de los recursos disponibles, y se presentarán serios problemas de contaminación. Estas situaciones deberán preverse con la debida antelación, y habrá de buscárseles solución adecuada.

Puede recomendarse, por lo tanto, formular y aplicar desde ahora una política nacional de desarrollo hidráulico que se base en el aprovechamiento óptimo de los recursos --a base de la regulación del caudal de los ríos y del amplio y combinado aprovechamiento de las aguas superficiales y del subsuelo, recurriendo a desarrollos múltiples y escalonados del recurso-- donde se establezcan prioridades en el uso para lograr los más amplios beneficios económicos y sociales, y se señale la debida prioridad a las actividades y obras de conservación de suelos y de reforestación de cuencas

/que permitirán

que permitirán obtener una mayor retención del agua precipitada, mantener tasas elevadas de recarga de los depósitos subterráneos, disminuir las crecidas e inundaciones y evitar la erosión de los suelos y el azolvamiento de las obras de aprovechamiento del agua.

Convendría fortalecer las actividades de investigación, aprovechamiento, manejo y conservación del agua, mejorando las estructuras administrativas y ampliando el régimen legal vigente en los aspectos que se consideren necesarios, brindando apoyo económico a los organismos sectoriales encargados de dichas tareas, y concentrando en un solo organismo las funciones básicas de medición y evaluación, concesión y vigilancia, y coordinación del aprovechamiento del agua.

Parece conveniente aportar los medios necesarios para realizar una investigación que permita conocer las características hidrometeorológicas e hidrogeológicas generales del país, así como la magnitud, calidad y variación espacial y cronológica de las disponibilidades firmes de agua superficial y subterránea --sobre la base de información amplia y actualizada-- en las cuencas de más alto desarrollo futuro previsto. Convendría asimismo poner en marcha un programa de investigación sobre aprovechamiento del agua, con énfasis en proyectos de propósitos múltiples, referido a las grandes cuencas de los ríos Estero Real y otros (O_6), Tamarindo, Brito y otros (Z), San Juan (AA_1), y Grande de Matagalpa (X), con objeto de definir una secuencia óptima de realización de proyectos específicos para asegurar la utilización integral y óptima de los recursos disponibles.

I. POTENCIAL DE LOS RECURSOS DE AGUA

En la descripción de las características meteorológicas, hidrológicas e hidrogeológicas del país, se ha seguido el sistema de numeración de cuencas y estaciones establecido por el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano.^{1/} Las cuencas de los ríos que desaguan al Atlántico se designan con número impares y las que desaguan al Pacífico, con números pares. En el caso de Nicaragua, las cuencas del Atlántico van desde la 45 (río Coco) hasta la 69 (río San Juan), y las del Pacífico desde la 56 (río Choluteca) hasta la 70 (río Brito).

Se decidió examinar regiones de posible desarrollo integrado y de reducir al mínimo los errores en los cálculos hidrológicos, estudiando las grandes cuencas constituidas por agrupaciones de hoyas de reducida extensión. (Véase la lámina 1.)^{2/} Para la vertiente Atlántica se incluyeron las grandes cuencas denominadas V_2 , W, X, Y y AA_1 y para la del Pacífico, las O_{4B} , O_{5B} , O_6 y Z. La gran cuenca V_2 se refiere a la hoya 45 del río Coco; la W, incluye las de los ríos Wawa, Kukalaya y Prinzapolka (47 a 53); la X corresponde a la 55 del río Grande de Matagalpa; la Y, abarca las cuencas 57 a 67 de los ríos Kurinwas, Escondido y otros; y la AA_1 comprende la 69 del río San Juan. La gran cuenca O_{4B} incluye la hoya 56 del río Choluteca; la O_{5B} se refiere a la 58 del río Negro; la O_6 incluye las de los ríos Estero Real y otros (60 y 62); y la Z, las hoyas 64 a 70 de los ríos Tamarindo, Brito y otros.

La gran cuenca V_2 está comprendida dentro de los departamentos de Zelaya, Jinotega, Nueva Segovia, Madriz y Estelí; la gran cuenca W está totalmente incluida en Zelaya; la X, posee sus cabeceras en los departamentos de Matagalpa, Boaco y Jinotepe, y su parte baja en el de Zelaya; la Y está comprendida en Zelaya, Boaco, Chontales y río San Juan; la gran cuenca AA_1 , está constituida por porciones de los departamentos de Estelí, León, Managua, Boaco, Masaya, Carazo, Granada, Rivas, Chontales y río San Juan. La gran cuenca O_{5B} está incluida en los departamentos de Chinandega y Estelí; la O_{6B} , en Chinandega, León y Estelí; y la gran cuenca Z está integrada por porciones de los de Chinandega, León, Managua, Carazo y Rivas.

^{1/} Las referencias se indican en el texto por medio de números entre paréntesis (1) y remiten a la bibliografía que figura al final del estudio.
^{2/} Las láminas citadas aparecen al final del estudio.

1. Características meteorológicas

a) Factores determinantes del clima

Se resumen en seguida los diversos factores geográficos, oceanográficos y meteorológicos que contribuyen a formar el clima del país.

Nicaragua está situada en el hemisferio norte, entre las latitudes $10^{\circ}50'$ y $15^{\circ}00'$ y entre las longitudes $83^{\circ}10'$ y $87^{\circ}30'$, aproximadamente. Su territorio está cruzado por una serie de cadenas montañosas (Isabella, Darién, Huapí, Amerrisque y los Marrabios) que modifican las condiciones generales del clima tropical y establecen zonas con características locales donde se presentan variaciones del clima a cortas distancias. El relieve, además de afectar el régimen térmico (la temperatura disminuye con la altura), afecta a la circulación atmosférica del país y modifica el régimen pluviométrico general.

Las corrientes oceánicas que fluyen a lo largo de las costas contribuyen a caracterizar el clima por el intercambio de calor y humedad a que dan lugar las corrientes atmosféricas que pasan sobre aquéllas y más tarde sobre el país.

Desde el anticiclón semipermanente del Atlántico norte se generan los vientos alisios que llegan, en las capas bajas de la atmósfera, con dirección noreste, manifestándose en múltiples perturbaciones del clima normal, con intensidad variada. Las masas de aire tropical que usualmente llegan al país, son calientes y húmedas y por lo general condicionalmente inestables, liberando su humedad como precipitación a través de procesos dinámicos de ascenso por convergencia, calentamiento desde la superficie o ascenso favorecido por la topografía. Masas de aire polar llegan al país entre octubre y febrero, provocando descensos en la temperatura y precipitaciones; de la ruta seguida, depende que estas masas lleguen acompañadas de mayor o menor humedad y temperatura.

b) Causas meteorológicas de las precipitaciones

Las masas de aire necesitan los mecanismos dinámicos antes mencionados para producir la precipitación, que sólo ocurre cuando se aporta suficiente humedad al proceso capaz de producir la lluvia.

/Más del

Más del 90 por ciento del vapor de agua de la atmósfera de la región se encuentra a una altura tal que el transporte de casi toda la humedad se realiza en las capas bajas, donde los vientos alisios constituyen la principal circulación de tipo general.

La zona de convergencia intertropical, en la que se produce el encuentro de las grandes corrientes de los vientos alisios de ambos hemisferios, se desplaza de sur a norte a lo largo del año, y da lugar a precipitaciones intensas asociadas a sistemas nubosos constituidos por capas de nubes de distintos tipos, a las que se debe un alto porcentaje de la lámina anual de lluvia.

Los frentes fríos que llegan a Centroamérica producen lluvias aisladas y ligeras que aumentan en las zonas montañosas, siendo su efecto mínimo en la vertiente del Pacífico.

Las ondas del este que se presentan en la corriente de los alisios producen lluvias intensas y son de gran importancia para la producción de la precipitación cuando se hacen estacionarias y su extremo sur se asocia con la zona de convergencia intertropical.

Las circulaciones locales constituyen procesos importantes en la evolución del clima, y se deben a los calentamientos diferenciales que se relacionan unas veces con distintas superficies (como mar y tierra) y otras con irregularidades topográficas. A ello debe agregarse que la débil circulación general de la atmósfera, característica de toda la región, facilita el desarrollo de estas corrientes locales que se presentan en extensiones reducidas y en períodos cortos durante el día.

En términos generales Nicaragua --salvo su parte nororiental-- se encuentra fuera de la trayectoria directa de los huracanes, por lo que los efectos de éstos en la producción de lluvias son indirectos y debidos a las alteraciones del flujo que se producen en la vecindad del huracán propiamente dicho;^{3/} a la parte noreste de la vertiente del Atlántico llegan ocasionalmente algunos huracanes que producen fuertes precipitaciones e inundaciones.

^{3/} Una importante excepción de ocurrencia reciente la constituyó el huracán Irene que proviniendo del Caribe, atravesó el Istmo y se convirtió en Olivia al llegar al Pacífico; se estima que su recurrencia es poco probable.

Los ciclones tropicales afectan directamente al país en forma de precipitaciones de tipo atemporalado, de reducida intensidad y duración relativamente larga.

Los temporales causan lluvias de larga duración y baja intensidad que provocan, por lo general, crecidas en los ríos y llegan a producir hasta un 15 por ciento de la precipitación anual.

2. Descripción resumida de la hidrografía

Los ríos del país están agrupados en dos grandes vertientes; la del Atlántico o mar Caribe, que abarca el 89 por ciento del territorio nacional, y la del Pacífico que ocupa el restante 11 por ciento. La vertiente del Atlántico puede subdividirse en una región cuyos ríos desaguan directamente al océano y otra cuyos ríos desembocan en los lagos para desaguar a través del río San Juan.

La divisoria continental de aguas se localiza a lo largo de las montañas de Estelí y de las cordilleras de los Marrabios y del Pacífico. Los ríos de la vertiente del Pacífico son, en general, de corto recorrido y altas pendientes en su trecho inicial; los de la vertiente del Atlántico tienen más largos recorridos y extensas cuencas de drenaje, y son navegables en sus cursos inferiores. (Véase de nuevo la lámina 1.)

Entre los ríos principales de la vertiente del Pacífico figuran el Negro (gran cuenca O_{5B}), el Estero Real (gran cuenca O_6) y el Tamarindo (gran cuenca Z). Los más importantes de la vertiente del Atlántico son los ríos Coco en la gran cuenca V_2 , Wawa, Kukalaya y Prinzapolka (gran cuenca W); el Grande de Matagalpa (gran cuenca X); el Kurínwas y el Escondido en la gran cuenca Y, y el San Juan en la AA_1 . (Véase de nuevo la lámina 1.)

Los extensos lagos de Managua y Nicaragua caracterizan y diferencian a Nicaragua, en el aspecto hídrico, con el resto de Centroamérica. Ambos están comprendidos en la gran cuenca AA_1 del río San Juan que les sirve de desagüe; el río Tipitapa les sirve de unión superficial, aunque fluye únicamente cuando el Lago Managua alcanza un nivel mínimo. El Lago de Nicaragua tiene una extensión de 8 624 kilómetros cuadrados, una elevación media de 31 metros sobre el nivel del mar; numerosas islas ocurren cerca de su

/extremo sur,

extremo sur, entre las que sobresale Ometepe con una extensión de 286 kilómetros cuadrados. El Lago de Managua posee una superficie de 1 042 kilómetros cuadrados, y está situado a 39 metros sobre el nivel del mar; las lagunas de Nejapa, Jiloá, Tiscapa y Asososca se encuentran en la vecindad inmediata de este lago.

Ríos internacionales son el Coco o Segovia (V_2), que constituye el límite con Honduras; el San Juan (AA_1), cuya margen derecha desde tres millas aguas abajo de Castillo Viejo constituye frontera con Costa Rica; río Negro (O_{5B}), parte de cuyo cauce sirve de límite con Honduras. Una pequeña porción de la cabecera del río Choluteca (O_{4B}), que drena hacia Honduras, pertenece a Nicaragua.

3. Características hidrogeológicas

La descripción de las características hidrogeológicas generales del país, referida especialmente a la identificación de áreas que puedan garantizar el aprovechamiento en gran escala del agua subterránea, se basa en estudios hidrogeológicos cuantitativos llevados a cabo en cuencas o zonas específicas (2, 3, 4) y en los mapas geológicos disponibles (5, 6). (Véase la lámina 2.)

Las áreas principales de recarga, designadas con los símbolos Q_v y Q_{vp} , están constituidas generalmente por materiales volcánicos del Cuaternario, y ubicadas en las cabeceras de las grandes cuencas O_6 y Z de la vertiente del Pacífico y AA_1 de la del Atlántico.

Los principales depósitos de agua subterránea --que también reciben importantes volúmenes de recarga, pero cuya función principal es la de almacenar el agua infiltrada-- están constituidos por formaciones aluviales recientes y cuaternarias con intercalaciones de materiales piroclásticos retrabajados. Estas formaciones, identificadas con el símbolo Q_{al} en la lámina 2, están ubicadas en las planicies costeras de las grandes cuencas O_{5B} , O_6 , Z, W, X e Y, así como en el graben de los grandes lagos en la gran cuenca AA_1 .

Áreas de descarga natural del agua subterránea fueron identificadas en las planicies costeras donde ocurren deflujos hacia el mar, y en

/numerosas

numerosas zonas de bajo relieve donde la tabla freática se encuentra cerca de la superficie y ocurre evapotranspiración directa del agua subterránea. Ello ocurre prácticamente en todas las grandes cuencas del país, con excepción quizás de la Z.

Las formaciones volcánicas, sedimentarias y metamórficas de los períodos Terciario, Cretácico y Precretácico, que cubren la mayor parte de las grandes cuencas V₂, X, Y, AA₁ y Z y se identifican con el símbolo KT en la lámina 2, poseen características generalmente adversas para la ocurrencia del agua subterránea.

Una generalización provisional de los valores de permeabilidad de algunas de estas unidades hidrogeológicas sería la que sigue: a) materiales volcánicos no consolidados del Cuaternario, 24 a 122 litros por día por metro cuadrado (1 000 - 5 000 GPD/PIE²), y b) materiales aluvionales cuaternarios y recientes, 7 a 24 litros diarios por metro cuadrado (300 a 1 000 GPD/PIE²). El rendimiento específico en todos los casos oscila generalmente entre 2 y 25 por ciento.

Los caudales obtenibles en pozos individuales de adecuado diseño y construcción, que penetren efectivamente por lo menos 30 metros en las formaciones saturadas, son una función de las características hidráulicas antes mencionadas. Se estima que en los materiales volcánicos del Cuaternario (Qv) pueden obtenerse caudales de entre 60 y 160 litros por segundo; en los materiales aluvionales (Qal) pueden anticiparse rendimientos de 45 a 95 litros por segundo; y los caudales obtenibles en los piroclásticos del Cuaternario (Qvp) son ligeramente inferiores. El resto de las formaciones existentes en el país han sido consideradas incapaces de proporcionar caudales de importancia.

Existe la posibilidad de que ante una extracción en gran escala pueda ocurrir intrusión del agua de mar en los acuíferos costeros conectados hidráulicamente con el océano, si la elevación y la pendiente de la tabla freática son reducidas.

4. Estimación de las disponibilidades de agua

Esta estimación de disponibilidades de agua debe considerarse indicativa del orden de magnitud de su valor real, al ser la información disponible, aunque procesada por métodos confiables, insuficiente para evaluaciones de mayor precisión.

a) Precipitación

i) Distribución geográfica. Unicamente se considera la lluvia porque el granizo se presenta muy raras veces y en regiones de reducida extensión debido a la temperatura relativamente alta del país.

La parte oriental del país es notablemente más lluviosa que la occidental, tal como se indica en la lámina 3; al este del meridiano 85°, la precipitación es superior a 2 metros, y al oeste es generalmente inferior.

La zona de más altas precipitaciones anuales está ubicada en el sureste del país, en las partes bajas de las cuencas Y y AA₁. Las precipitaciones anuales más elevadas se han registrado en la estación San Juan del Norte (67-82-07) de la gran cuenca Y, con más de 6 000 milímetros.

La precipitación media anual disminuye hacia el oeste, hasta llegar a una franja de menos de 1 000 milímetros ubicada en las partes altas de las grandes cuencas O_{5B}, O₆, V₂ y AA₁. Las precipitaciones medias más bajas corresponden a las estaciones Condega (45-82-10) y Sébaco (55-82-09) con 856 y 953 milímetros por año, respectivamente.

ii) Precipitación anual promedio. Con base en las isoyetas de la lámina 3, el volumen de agua caída en el país durante un año normal se calculó en unos 278 060 millones de metros cúbicos, o una lámina equivalente de 2.14 metros. En la vertiente atlántica la lámina es de 2.21 metros y en la del Pacífico, de 1.52 metros.

En el cuadro 1 aparecen los resultados referentes a las grandes cuencas. El valor más bajo corresponde a la O (1.10 m) en la vertiente del Pacífico, y el más alto a la W (2.93 m) en la del Atlántico. Este rango de variación habría sido más amplio si se hubiesen considerado cuencas o subcuencas individuales.

/Cuadro 1

Cuadro 1

NICARAGUA: ESTIMACION DE LA PRECIPITACION MEDIA ANUAL

Gran cuenca	Cuenca	Río	Superficie (km ²)	Agua caída	
				Millones de metros cúbicos	Metros
Total nacional			130 000	278 060	2.14
Total vertiente del Atlántico			116. 630	257 688	2.21
V ₂ ^{a/}	45 ^{a/}	Coco o Segovia	19 868	35 563	1.79
W	47 a 53	Wawa, Kukalaya, Prinzapolka	24 557	72 043	2.93
X	55	Grande de Matagalpa	19 668	36 975	1.88
Y	57 a 67	Kurinwas, Escondido y otros	25 958	71 644	2.76
AA ₁ ^{a/}	69 ^{a/}	San Juan	26 579	44 463	1.56
Total vertiente del Pacífico			13 370	20 372	1.52
O _{4B} ^{a/}	56 ^{a/}	Choluteca	538	592	1.10
O _{5B} ^{a/}	58 ^{a/}	Negro	1 477	1 656	1.12
O ₆	60, 62	Estero Real y otros	4 100	6 152	1.50
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	7 225	11 972	1.62

^{a/} Cuenca internacional; los valores se refieren a Nicaragua únicamente.

iii) Régimen de las precipitaciones. La distribución de las precipitaciones a lo largo del año tiene un marcado carácter estacional, especialmente al oeste del paralelo $84^{\circ}30'$. Entre mayo y octubre ocurre un período de altas precipitaciones, y durante el resto del año sólo se observan de escasas a nulas precipitaciones. En términos generales puede señalarse que durante el período lluvioso, cae entre el 68 y el 97 por ciento de la lámina anual; al occidente de la longitud $84^{\circ}30'$, estos porcentajes son siempre mayores de 80 por ciento, lo cual resulta en la necesidad de riego suplementario en esta región. (Véase el cuadro 2.)

El mes de mayores lluvias suele ser junio o julio en el oriente y septiembre u octubre en el occidente del país. Los meses de menores lluvias ocurren entre enero y abril.

Las variaciones que se observan en las lluvias de un año a otro son de gran importancia, al igual que la distribución a lo largo del año, desde el punto de vista de su utilidad. Estas variaciones se ilustran mediante la información de la estación Ingenio San Antonio (64-84-04), donde los promedios decádicos de precipitación a partir de 1910, expresados como porcentajes del valor medio del registro total, son de 90, 132, 103 y 81.

En el cuadro 2 se anotan también los coeficientes de variación de las láminas anuales y mensuales de lluvia en estaciones seleccionadas (7). Los valores anuales oscilan entre 9 y 40 por ciento, siendo inferiores al 25 por ciento en las grandes cuencas V_2 , W, X e Y. Los valores mensuales oscilan dentro de un rango más amplio, fijado por un mínimo de 19 por ciento en Bilwaskanna (45-84-01) y un máximo de 600 por ciento en Managua (69-84-38); es interesante notar que al este de la longitud $84^{\circ}30'$, en las grandes cuencas X, W e Y, estos coeficientes no exceden en ningún caso del 108 por ciento. (Véase de nuevo el cuadro 2.)

b) Escorrentía superficial

i) Magnitud de los recursos superficiales. En vista de que sólo una fracción del territorio nacional está controlada hidrológicamente, para obtener una primera evaluación de las disponibilidades de agua superficial se calculó inicialmente la precipitación anual media y los

Cuadro 2

NICARAGUA: PRECIPITACIONES MENSUALES Y ANUALES EN ESTACIONES SELECTAS

(Milímetros)

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total del año	Precipitación		Coeficiente de variación mensual	
														May. Total	Oct. Por-ciento	Máx.	Mín.
Bilwaskana																	
(45-84-01)																	
Valores promedio	160	79	42	80	228	350	452	346	273	262	241	215	2 731	1 911	70	104	19
Valores máximos	271	175	106	250	369	704	589	626	470	474	526	395	3 705				
Valores mínimos	101	10	-	-	30	213	282	177	131	105	81	80	2 219				
Desviación estándar	62	55	32	83	118	141	86	135	97	92	110	69	407				
Coeficiente de variación	39	31	76	104	52	40	19	39	36	35	46	32	15			104	19
Siuna																	
(53-84-05)																	
Valores promedio	79	54	29	39	216	371	302	259	284	269	106	87	2 097	1 701	81		
Valores máximos	207	154	83	206	381	656	521	521	439	439	287	173	2 580				
Valores mínimos	23	2	1	2	51	220	178	141	192	100	42	15	1 461				
Desviación estándar	43	27	20	40	95	104	94	81	75	97	59	39	255				
Coeficiente de variación	54	50	69	103	44	28	31	31	26	36	56	45	12			103	26
Sébaco																	
(55-82-09)																	
Valores promedio	4	5	5	20	129	196	85	71	167	246	41	4	963	894	93		
Valores máximos	11	18	27	103	261	373	166	237	428	681	107	14	1 698				
Valores mínimos	-	-	-	-	5	52	18	28	48	83	8	-	618				
Desviación estándar	3	6	8	34	81	107	44	59	98	158	28	5	302				
Coeficiente de variación	75	120	160	170	63	55	52	83	59	64	68	125	31			170	52

Cuadro 2 (Continuación)

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total del año	Precipitación		Coeficiente de variación mensual	
														May. a Oct.	Porcentaje	Máx.	Mín.
Corinto (64-84-08)																	
Valores promedio	1	3	2	3	225	336	168	213	411	396	45	6	1 811	1 749	97		
Valores máximos	8	42	26	17	598	598	375	386	709	831	130	42	2 719				
Valores mínimos	-	-	-	-	1	154	53	43	266	72	10	-	874				
Desviación estándar	2	10	7	5	176	120	94	78	114	184	33	11	452				
Coeficiente de variación	200	333	350	167	78	36	56	37	28	46	73	83	25			350	28
Managua (69-84-38)																	
Valores promedio	2	1	1	13	123	222	128	122	212	278	53	11	1 166	1 085	93		
Valores máximos	9	27	34	148	372	522	311	333	548	653	128	64	1 857				
Valores mínimos	-	-	-	-	1	47	39	30	29	32	1	-	600				
Desviación estándar	2	5	6	30	107	102	65	78	94	151	35	16	318				
Coeficiente de variación	100	500	600	230	87	46	51	64	44	54	66	145	27			600	44
Juigalpa (69-82-31)																	
Valores promedio	9	4	2	7	164	234	153	150	287	262	69	23	1 378	1 250	91		
Valores máximos	44	14	8	49	427	532	259	244	793	522	151	79	2 165				
Valores mínimos	-	-	-	-	12	19	57	48	27	83	10	-	827				
Desviación estándar	10	4	2	11	113	107	55	53	150	114	41	19	265				
Coeficiente de variación	111	100	100	157	69	46	36	35	52	44	59	83	19			157	35

Cuadro 2 (Conclusión)

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total del año	Precipitación		Coeficiente de variación	
														May. Total	Oct. Por ciento	Max.	Mi
Bluefields (65-81-01)																	
Valores promedios	273	124	78	82	339	491	713	544	309	341	369	380	4 023	2 737	68		
Valores máximos	704	349	221	241	843	729	1 184	1 100	688	631	785	706	5 353				
Valores mínimos	44	19	13	4	68	176	338	217	87	68	122	80	2 071				
Desviación estándar	160	75	51	57	201	144	232	190	135	126	170	152	657				
Coeficiente de variación	59	60	65	70	59	39	33	35	44	37	46	40	16			70	33
San Juan del Norte (67-82-07)																	
Valores promedios	460	259	138	200	423	607	847	644	396	543	863	752	6 018	3 460	57		
Valores máximos	981	639	263	470	1 292	1 230	1 775	1 363	939	1 190	1 883	1 417	3 719				
Valores mínimos	108	23	33	-	70	98	344	120	117	195	184	233	4 033				
Desviación estándar	197	170	78	144	266	282	331	259	203	218	402	347	1 315				
Coeficiente de variación	43	66	57	72	63	46	39	40	51	40	47	46	22			72	39

/coeficientes

coeficientes de escorrentía para cada gran cuenca, abarcando sólo las porciones controladas por estaciones fluviométricas; luego, teniendo en cuenta las diferencias en precipitación, pendiente y extensión de las cuencas y otros datos físicos, se extrapolaron los valores obtenidos para hacerlos aplicables a la totalidad de cada gran cuenca.

Los resultados indican que un 63 por ciento del volumen precipitado llega como escorrentía superficial a los océanos. El caudal equivalente es de 5 519 metros cúbicos por segundo, de los cuales el 96 por ciento ($5\,302\text{ m}^3/\text{s}$) desagua en el Caribe y el resto ($218\text{ m}^3/\text{s}$), en el Pacífico. En lo referente a grandes cuencas sobresalen la W con un caudal de 1 599 metros cúbicos por segundo; la Y de los ríos Escondido, Kurinwas y otros, con 1 476 metros cúbicos por segundo y la AA₁, del río San Juan ($789\text{ m}^3/\text{s}$). (Véase el cuadro 3.)

Si se considera una población de 1 920 000 habitantes, estimada para 1970, el país contaría con unos 90 800 metros cúbicos anuales per cápita, la cifra más alta del Istmo Centroamericano. El caudal unitario del país es de unos 42.5 litros por segundo por kilómetro cuadrado de superficie; la correspondiente a la vertiente atlántica es de 45.5 l/s/km^2 y la del Pacífico, de 16.3 l/s/km^2 . Estas disponibilidades unitarias de agua por vertiente se anteponen a densidades respectivas de población de 12.8 y 32 habitantes por kilómetro cuadrado para el Pacífico y Atlántico, lo que evidencia una distribución inadecuada de los recursos y la población.

ii) Caudal superado el 95 por ciento del tiempo. La utilización total del agua disponible en el país supone, a base de consumo constante, una disponibilidad uniforme de los recursos que nunca podría lograrse sin regular totalmente los ríos mediante numerosos embalses. Es evidente, por lo tanto, la necesidad de conocer los caudales de que podría disponerse la mayor parte del tiempo sin necesidad de realizar costosas obras de almacenamiento para aprovecharlas.

Para ello se determinaron los caudales igualados o excedidos el 95 por ciento del tiempo, comúnmente llamados caudales 95 por ciento, empleando el procedimiento siguiente: a) cálculo del caudal 95 por ciento para los sitios con curvas de duración de escorrentía; b) ajuste de dicho

Cuadro 3

NICARAGUA: ESTIMACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES

E/CN.12/CE/SO.3/14
Pág. 20

Gran cuenca	Cuenca	Rfo	Superficie (miles de km ²)	Agua caída (millones de metros cúbicos)	Coeficiente de escurrimiento	Agua escurrida	
						Millones de metros cúbicos	m ³ /s
<u>Total nacional</u>			<u>130.0</u>	<u>278 060</u>		<u>174 112</u>	<u>5 519.3</u>
<u>Vertiente del Atlántico</u>			<u>116.6</u>	<u>257 688</u>		<u>167 249</u>	<u>5 301.7</u>
V _z ^{a/}	45 ^{a/}	Coco o Segovia	19.9	35 563	0.60	21 338	676.4
W	47 a 53	Wawa, Kukalaya, Prinzapolka	24.6	72 043	0.70	50 430	1 598.6
X	55	Grande de Matagalpa	19.7	36 975	0.65	24 034	761.9
Y	57 a 67	Kirinwas, Escondido y otros	25.9	71 644	0.65	46 569	1 476.2
AA ₁ ^{a/}	69 ^{a/}	San Juan	26.6	41 463	0.60	24 878	788.6
<u>Vertiente del Pacífico</u>			<u>13.4</u>	<u>20 372</u>		<u>6 863</u>	<u>217.6</u>
O _{4B} ^{a/}	56 ^{a/}	Choluteca	0.5	592	0.25	148	4.7
O _{5B} ^{a/}	58 ^{a/}	Negro	1.5	1 656	0.40	662	21.0
O ₆	60. 62	Estero Real y otros	4.1	6 152	0.40	2 461	78.0
Z	64 a 70	Lamarindo, Brito y otros	7.3	11 972	0.30	3 592	113.9

a/ Cuenca internacional; los valores se refieren a Nicaragua únicamente.

valor con base en la relación entre área total y superficie controlada, después de añadir las derivaciones efectivas de riego; c) ajuste de los resultados obtenidos teniendo en cuenta que el caudal base calculado mediante el balance hídrico subterráneo debe exceder el caudal 95 por ciento en un 10 a un 50 por ciento, en función de las características hidrogeológicas de las cuencas consideradas.

Los resultados se anotan en el cuadro 4, donde se observa que el 95 por ciento del tiempo están disponibles en el país 564 metros cúbicos por segundo, lo cual equivale al 10 por ciento del caudal medio nacional. De dicho caudal, 552 metros cúbicos por segundo corresponden a la vertiente atlántica y sólo 112 a la del Pacífico; esta desproporción de disponibilidades en las vertientes durante el estiaje hace aún más dramática la situación indicada para el caso del caudal medio. (Véase el cuadro 4.)

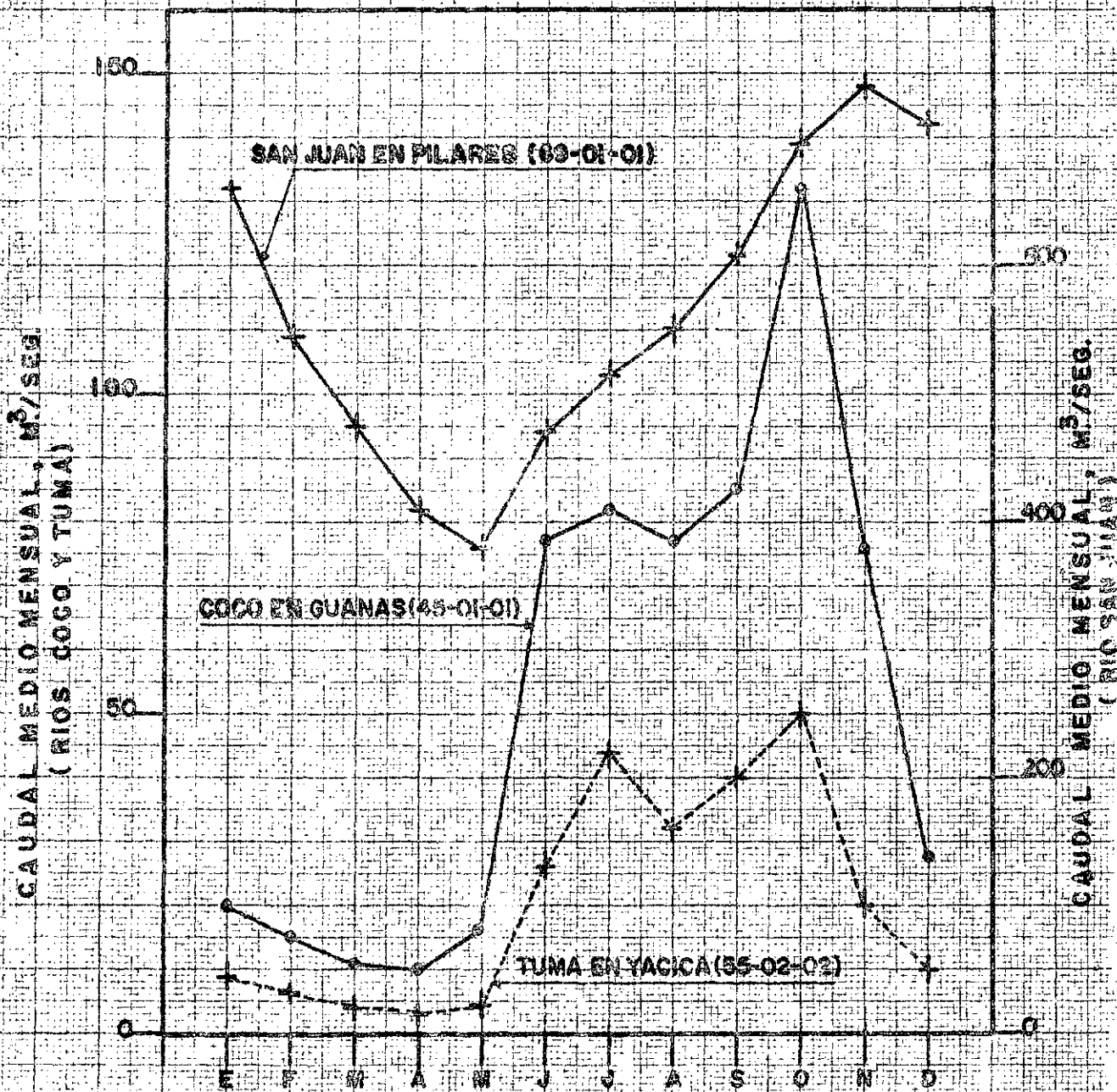
iii) Regímenes hidrológicos de los ríos. Las variaciones que experimentan los caudales de los ríos a lo largo del año son de singular importancia porque condicionan sus posibilidades de aprovechamiento.

La alimentación de los ríos es exclusivamente pluvial; únicamente en la gran cuenca AA₁ existe regulación natural del caudal del río San Juan debido a la presencia de los lagos. La respuesta de los ríos a la precipitación es más rápida en la época lluviosa por la saturación de los suelos; durante la estación seca, la reducida humedad de los suelos y la mayor oportunidad de evaporación provocan reacciones más lentas.

Los regímenes de la precipitación se reflejan en los caudales de los ríos en forma amortiguada. Un análisis de los caudales medios mensuales indica que ocurre una época de aguas altas entre junio y noviembre, y otra de aguas bajas entre diciembre y mayo. En la época de aguas altas se observa una doble onda en la que el máximo absoluto ocurre en octubre y el secundario en junio o julio; a partir de noviembre los caudales disminuyen hasta abril, mes en que se producen los valores mínimos absolutos.

Los caudales mensuales medios y los extremos absolutos para algunas estaciones de los principales ríos controlados del país, se muestran en el cuadro 5 y la variación de los caudales en ríos importantes se indica en el gráfico 1.

/Gráfico 1



N I C A R A G U A
 VARIACION DEL CAUDAL MEDIO
 MENSUAL DE RIOS SELECTOS.

GRAFICO I

Cuadro 4

NICARAGUA: CALCULO DEL CAUDAL EXCEDIDO EL 95 POR CIENTO DEL TIEMPO

Gran cuenca	Cuenca	Rfo	Caudal excedido el 95 por ciento del tiempo												
			Infiltración calculada a/		Escorrentía total		Curva duración b/		Relación de áreas c/		Agua subterránea a/		Adoptado		
			Miliones m ³ /s	m ³ /s	Miliones m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	Por-ciento del área total	m ³ /s	Por-ciento del QM	m ³ /s	Por-ciento del QM	Por-ciento del QM	m ³ /s	
Total			<u>42 053</u>		<u>174 112</u>	<u>5 519</u>									<u>563.7</u>
Atlántico			<u>38 193</u>		<u>167 249</u>	<u>5 302</u>									<u>551.5</u>
V ₂	45 ^{d/}	Coco	1 780	56.6	21 938	677	7.5	30.3	24.8	3.7	25.4	3.7	3.5		29.8
W	47-53	Wawa, Kukalaya, Prinza-polka y otros	15 130	480	50 430	1 599					20.5	12.8	10.0		159.9
X	55	Grande de Matagalpa	2 890	91.8	24 034	762	15.0	34.8	43	5.6	35	4.6	3.0 ^{e/}		22.8
Y	57-67	Kurinvas, Escondido y otros	10 100	322	46 569	1 478					200	13.6	10.0		147.8
AA ₁	69 ^{e/}	San Juan	8 293	264	24 878	789					202	25.6	25.0		197.2
Pacífico			<u>3 860</u>		<u>6 863</u>	<u>218</u>									<u>12.2</u>
O _{4Bd/}	56 ^{d/}	Choluteca	30	1	148	4.7					1.0	21.4	15.0 ^{e/}		0.7
O _{5Bd/}	58 ^{d/}	Negro	226	7.2	662	21					5.7	27.0	20.0		4.2
O ₆	60-62	EX-CO-RO-RO	1 278	41	2 461	78					2.2	2.8	2.0		1.6
Z	64-70		2 326	74	3 592	114	0.08	2.2	3.6	3.2	8.8	7.7	5.0		5.7

- a/ Estimado con base en el balance hidrológico subterráneo.
 b/ Caudal estimado con base en registros disponibles.
 c/ Caudal estimado por relación directa entre área total y área controlada.
 d/ Cuenca Internacional; valores referentes a Nicaragua únicamente.
 e/ Valor bruto estimado.

Cuadro 5

NICARAGUA: CAUDALES MENSUALES Y ANUALES DE RIOS SELECCIONADOS

(Metros cúbicos por segundo)

Rfo y caudal	Estación a/	Superficie (km ²)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Coco	Guanás	5 803													
Medio	45-01-01		19.9	15.2	10.9	9.9	16.6	77.0	81.7	76.9	84.9	131.6	76.2	28.4	52.2
Máximo			69.4	43.7	37.5	56.4	296.1	490.9	299.3	262.2	305.3	598.5	524.8	78.4	598.5
Mínimo			9.9	3.7	5.4	3.8	2.9	5.4	11.0	20.0	18.5	10.0	16.5	11.3	2.9
Grande	Dario	771													
Medio	55-01-03		0.1	0.0	0.0	0.0	1.2	6.8	3.1	2.3	6.5	15.6	2.9	0.2	3.2
Máximo			1.1	0.6	0.4	1.6	160.0	158.7	93.2	311.5	189.7	311.5	53.1	5.7	311.5
Mínimo			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
Tuma	El Dorado	579													
Medio	55-02-01		7.1	5.4	3.2	2.0	3.7	15.9	22.7	16.9	21.2	31.6	13.1	7.6	12.7
Máximo			66.8	22.4	13.2	7.1	70.7	328.5	263.4	345.5	259.4	386.5	141.7	41.1	386.5
Mínimo			2.4	1.8	0.0	0.0	0.7	1.1	2.0	4.3	4.9	5.0	3.9	3.2	0.0
Tuma	Yacica	838													
Medio	55-02-02		8.5	6.5	4.5	3.3	4.5	26.0	44.0	32.3	39.9	50.7	20.2	10.6	20.8
Máximo			84.7	32.2	15.0	21.6	226.5	600.3	677.3	467.0	1 305.2	892.7	300.2	60.0	1 305.2
Mínimo			2.4	1.8	1.6	1.4	1.3	2.2	3.4	6.2	4.7	5.1	3.4	2.7	1.3
San Juan	Pilares b/	29 632													
Medio	69-01-01		660.2	545.3	474.3	410.2	381.7	469.5	516.9	553.3	609.2	694.3	737.3	710.8	563.6
Máximo			1 172.4	773.1	695.3	590.5	594.7	1503.5	1 090.3	985.5	909.1	1 234.0	1 557.9	1 408.1	1 557.9
Mínimo			453.4	390.2	318.3	287.2	260.8	313.8	358.2	413.5	467.3	509.8	509.8	488.5	260.8
Pipitapa	Tiptapa b/	-													
Medio	69-01-03		48.2	29.6	17.6	10.1	6.4	21.4	23.2	22.0	49.8	120.4	120.6	86.9	46.3
Máximo			73.6	103.1	69.1	29.7	24.6	130.3	130.1	73.6	331.3	566.4	441.8	274.1	566.4
Mínimo			6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.3	24.6	0.0
Rfo Viejo	Santa Bárbara	1 185													
Medio	69-03-03		0.5	0.4	0.3	0.2	1.1	13.9	4.5	2.8	11.8	28.5	4.3	0.9	5.6
Máximo			2.8	1.3	0.6	2.4	92.0	198.2	58.3	64.8	156.3	535.2	100.2	5.9	535.2
Mínimo			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0

(Continúa)

Cuadro 5 (Conclusión)

Rfo y caudal	Estación a/	Superficie (km ²)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Malacatoya	Las Banderas	894													
Medio	69-02-01		1.0	0.7	0.4	0.3	2.3	9.5	5.2	4.4	11.7	28.6	5.1	1.5	5.7
Máximo			4.9	7.7	1.6	3.9	361.0	475.7	185.8	329.9	315.7	783.0	357.3	12.6	789.0
Mínimo			0.4	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	0.5	1.1	1.2	1.5	0.9	0.4	0.0
Tamarindo	Tamarindo	198													
Medio	66-01-01		0.3	0.2	0.2	0.1	0.4	2.8	1.2	0.7	4.1	19.6	3.7	0.6	2.9
Máximo			1.0	0.7	0.2	5.2	13.2	156.1	111.9	70.2	194.8	378.6	226.3	5.8	378.6
Mínimo			0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.4	0.2	0.1	0.0

/ La nomenclatura corresponde a la del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano.

/ Caudales estimados por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1940.

La fracción de escurrimiento que ocurre durante el período junio a noviembre en relación con el total anual, es superior al 80 por ciento en todos los ríos controlados; en los ríos Grande de Matagalpa (estación 55-01-03) y Viejo (69-03-03), llega hasta el 98 por ciento. Estos datos, sin embargo, se refieren a ríos ubicados en las cuencas más secas del país; se anticipa que los ríos de las cuencas V₂, W, X e Y acusarán menores porcentajes, dada la mayor regularidad de las lluvias.

El coeficiente de irregularidad de los ríos controlados --obtenido al dividir el volumen que sería necesario embalsar para obtener una regulación total entre el escurrimiento anual-- está comprendido entre 0.30 para el río Tuma (estación 55-02-01) y 0.55 para el río Tamarindo (estación 66-01-01). (Véase el cuadro 6.)

iv) Aguas de interés internacional. Las aguas de los ríos Coco (V₂) y San Juan (AA₁) en la vertiente atlántica, y Choluteca (O_{4B}) y Negro (O_{5B}) en la del Pacífico, son de interés internacional, ya que las cuencas son compartidas con los países vecinos.

En el país se origina un 71 por ciento del caudal medio del río Coco, ya que los aportes hondureños se estiman en 274.5 metros cúbicos por segundo. Del caudal total de la gran cuenca AA, compartida con Costa Rica, 789 metros cúbicos por segundo (49 por ciento del total) se originan en Nicaragua. El río Choluteca (O_{4B}) recibe un aporte de 4.7 metros cúbicos por segundo procedente de territorio nicaragüense, lo que equivale al 6 por ciento del caudal total de ese río. En el caso del río Negro (O_{5B}) se estima que 21 metros cúbicos por segundo (42 por ciento del total) se origina en la porción nicaragüense de la cuenca compartida con Honduras.

De acuerdo con dichas cifras unos 1 491 metros cúbicos por segundo, o el 27 por ciento del caudal total del país, tienen interés internacional.

Los caudales indicados han sido estimados a base de relación directa de las precipitaciones caídas en cada país, por lo que sólo deben considerarse indicativos del orden de magnitud de su valor real.

Cuadro 6

NICARAGUA: CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE ALGUNOS RIOS

Río	Lugar	Nomenclatura de la estación	Superficie (km ²)	Caudales (m ³ /s)			Coeficiente de irregularidad	Porcentaje escurrido de junio a noviembre	Período del registro
				Mediso	Másimox	Mínimos			
Coco	Guanás	45-01-01	5 803	52.2	598.5	2.9	0.35	85	1958-66
Grande	Darío	55-01-03	771	3.2	311.5	0.0	0.51	98	1952-66
Tuma	El Dorado	55-02-01	579	12.7	386.5	0.0	0.30	80	1953-64
Tuma	Yacica	55-02-02	838	20.8	1 305.2	1.3	0.36	86	1952-65
Viejo	Santa Bárbara	69-03-03	1 185	5.6	535.2	0.0	-	98	1953-63
Malacatoya	Las Banderas	69-02-01	894	5.7	783.0	0.0	0.49	95	1952-56
Tamarindo	Tamarindo	66-01-01	198	2.9	378.6	0.0	0.55	94	1954-64

c) Precipitación y caudales en años secos

Para obtener una primera indicación de la magnitud de los recursos disponibles durante años secos, se recurrió a información recientemente publicada sobre variabilidad de la precipitación (8.9). En esos trabajos se determinó la precipitación anual excedida el 50 y el 90 por ciento del tiempo, a base del análisis de los registros de 46 estaciones pluviométricas diseminadas en el Istmo; se supuso que la precipitación anual excedida el 90 por ciento del tiempo correspondía a la de un año seco con recurrencia de 10 años, y fue comparada con la excedida el 50 por ciento del tiempo para estimar el coeficiente de sequía o aridez. Con esos resultados se elaboró un mapa que indica la tendencia general de la variación espacial del coeficiente de sequía para todo el Istmo, y se estimaron valores del mismo para cada gran cuenca. La escorrentía correspondiente al año seco fue aproximada al suponer que la relación entre precipitación y escorrentía indicada en el cuadro 3 se mantiene invariable. Los resultados correspondientes aparecen en el cuadro 7 para el caso de las grandes cuencas, no indicándose cifras nacionales o por vertiente por abarcar la sequía usualmente regiones de menor extensión.

En términos generales puede decirse que en un año seco la precipitación y escorrentía oscilan entre un 68 por ciento en la gran cuenca Z y el 75 por ciento en varias cuencas del noreste del país, con relación a los valores normales; el rango de variación sería más amplio si se considerasen cuencas o subcuencas de menor extensión.

d) Aguas subterráneas

i) Evaluación de la ecuación hidrológica subterránea. Para estimar el rendimiento seguro de los depósitos subterráneos, se realizó inicialmente una evaluación preliminar de la siguiente ecuación de balance hidrológico subterráneo, asumiendo todos los depósitos individuales como agrupados en una sola unidad:

$$P_i = ET_{sb} + D_{sb} + CB + D_{ae} \pm \Delta s$$

en la cual P_i es la precipitación infiltrada hacia los depósitos; ET_{sb} , la evapotranspiración directa del agua subterránea en áreas de tabla freática

Cuadro 7

NICARAGUA: ESTIMACION DE PRECIPITACION Y ESCORRENTIA EN AÑOS SECOS.

Gran cuenca	Cuenca	Río	Superficie (km ²)	Precipitación			Escorrentía		
				Año normal (millones de m ³)	Coefficiente de sequía a/	Año seco b/ (millones de m ³)	Coefficiente de escorrentía c/	Millones de m ³ de	Año seco b/ m ³ /s
<u>Total nacional</u>			<u>130 000</u>	<u>278 059</u>					
<u>Total vertiente del Atlántico</u>			<u>116 630</u>	<u>257 688</u>					
V ₂ ^{d/}	45 ^{d/}	Coco	19 868	35 563	0.75	26 672	0.60	16 003	507.3
W	47-53	Wawa, Yukalaya, Prinzapolka y otros	24 557	72 043	0.75	54 032	0.70	37 822	1 199.0
X	55	Grande de Matagalpa	19 668	36 975	0.75	27 731	0.65	18 025	571.4
Y	57-67	Kurinwas, Escondido y otros	25 958	71 644	0.75	53 733	0.65	34 926	1 107.2
AA ₁ ^{d/}	65 ^{d/}	San Juan	26 579	41 463	0.72	29 853	0.60	17 912	567.8
<u>Total vertiente del Pacífico</u>			<u>13 370</u>	<u>20 371</u>					
O _{4B} ^{d/}	56 ^{d/}	Choluteca	538	592	0.75	444	0.25	111	3.5
O _{5B} ^{d/}	58	Negro	1 477	1 655	0.72	1 192	0.40	477	15.1
O ₆	60, 62	Estero Real y otros	4 100	6 152	0.70	4 306	0.40	1 722	54.6
Z	64-70	Tamarindo, Brito y otros	7 255	11 972	0.68	8 140	0.30	2 442	77.4

a/ Calculado con base en datos incluidos en la publicación 58 del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano.

b/ No se presentan sumas para vertientes ni para el país, dado que la sequía usualmente abarca regiones de menor extensión.

c/ El coeficiente de escorrentía se ha mantenido idéntico que para el año normal.

d/ Cuenca internacional; los valores corresponden a Nicaragua únicamente.

somera y donde existe vegetación freatófita; Dsb, el deflujo subterráneo al océano; CB, la descarga efluente de los depósitos actualmente llenos, que constituye el caudal base de los ríos; Dae, la extracción artificial efectiva, equivalente al volumen bombeado en pozos que no es devuelto por infiltración posterior; y Δ s, cualquier cambio neto en el almacenamiento de los depósitos.

Con base en estudios detallados llevados a cabo en áreas de hidrogeología similar en países vecinos (10, 11, 12, 13), se asignaron los siguientes valores conservadores de infiltración en función de la lluvia a las unidades hidrogeológicas identificadas: a) materiales volcánicos del Cuaternario (Qv), 45 por ciento; b) materiales aluvionales del Cuaternario y recientes (Qal), 35 por ciento; c) materiales piroclásticos del Pleistoceno (Qvp), 30 por ciento, y d) materiales no diferenciados del Terciario, Cretácico y Precretácico (KT), 5 por ciento. Sobre el mapa hidrogeológico (lámina 2) se determinó la extensión de cada unidad para las grandes cuencas consideradas, empleándose los valores antes citados para obtener un coeficiente ponderado de infiltración para cada cuenca; éste, al multiplicarse por la precipitación, permitió obtener la estimación burda de la infiltración anual por cuencas que se indica en el cuadro 8.

En total, unos 42 055 millones de metros cúbicos de agua se infiltran hacia los depósitos en un año de precipitación normal, volumen que equivale a una lámina media de 324 milímetros para todo el país y representa el 15 por ciento de la precipitación nacional.

Empleando el método de Blaney y Criddle (14) se calculó que unos 14 745 millones de metros cúbicos anuales se pierden por evapotranspiración directa del agua subterránea en áreas de tabla freática somera y en aquellas en que existen condiciones pantanosas cuya extensión ha sido estimada previamente (15).

Utilizando los valores aproximados de las características físicas e hidráulicas de los acuíferos costeros, se estimó que unos 4 610 millones de metros cúbicos anuales defluyen subterráneamente hacia el mar; de ello, unos 4 300 millones de metros cúbicos circulan a través de materiales aluvionales cuaternarios y recientes, y el resto es deflujo proveniente de la

Cuadro 8

NICARAGUA: ESTIMACION PRELIMINAR DE INFILTRACION TOTAL

Gran cuenca	Cuenca	Río	Superficie (km ²)	Precipitación (millones de metros cúbicos)	Porcentaje del área total en cada cuenca				Infiltración ponderada a/ (porcentaje)	Infiltración total (millones de metros cúbicos)
					Qv	Qal	Qvp	kT		
<u>Total nacional</u>			<u>130 000</u>	<u>278 060</u>					<u>42 055</u>	
<u>Total vertiente del Atlántico</u>			<u>116 630</u>	<u>257 688</u>					<u>38 195</u>	
V ₂ ^{b/}	45 ^{b/}	Coco o Segovia	19 868	35 563	-	-	-	100	5.0	1 780
W	47 a 53	Wawa, Kukalaya, Prinzapolka	24 557	72 043	-	52	-	48	20.7	15 130
X	55	Grande de Matagalpa	19 688	36 975	-	9	-	91	7.8	2 890
Y	57 a 67	Kurinvas, Escondido y otros	25 958	71 644	-	29	-	71	14.1	10 100
AA ₁ ^{b/}	69 ^{b/}	San Juan	26 579	41 463	6	15	32	47	20.0	8 295
<u>Total vertiente del Pacífico</u>			<u>13 370</u>	<u>20 372</u>						<u>3 860</u>
O _{4B} ^{b/}	56 ^{b/}	Choluteca	538	592	-	-	-	100	5.0	30
O _{5B} ^{b/}	58 ^{b/}	Negro	1 477	1 666	-	29	-	71	13.7	225
O ₆	60,62	Estero Real y otros	4 100	6 152	15	33	-	52	20.7	1 280
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	7 255	11 972	7	17	26	50	19.4	2 325

a/ Ponderación a base de las siguientes tasas de infiltración: materiales volcánicos del Cuaternario (Qv), 45 por ciento; materiales aluvionales recientes y cuaternarios (Qal), 35 por ciento; piroclásticos del Pleistoceno (Qvp), 30 por ciento; materiales no diferenciados del Terciario, cretácico y Precretácico (kT), 5 por ciento.

b/ Cuenca internacional; los valores se refieren a Nicaragua solamente.

infiltración estimada para los materiales más antiguos. Este deflujo equivale a un 11 por ciento de la infiltración total estimada.

Se consideró que la extracción anual efectiva y los cambios netos en almacenamiento de los depósitos son desechables por el hecho de ser las extracciones actuales de magnitud limitada.

El caudal base de los ríos, formado por el rebalse de los depósitos subterráneos que actualmente se encuentran llenos a causa de la recarga y de no haber sido explotados en gran escala, se calculó en unos 22 700 millones de metros cúbicos anuales, por diferencia entre aflujos y deflujos en la ecuación de balance subterráneo. Este volumen equivale a un caudal medio de 720 metros cúbicos por segundo y representa el 54 por ciento de la infiltración total estimada y un 41 por ciento del caudal total de los ríos.

La evaluación de los diversos factores de la ecuación hidrológica subterránea, teniendo como base las cuencas consideradas en el estudio, aparece en el cuadro 9.

ii) Rendimiento seguro de los depósitos. Para evaluar las disponibilidades de agua del subsuelo es necesario tener en cuenta que los depósitos deben aprovecharse a una tasa de extracción fijada no por el volumen almacenado, sino por la tasa de renovación o recarga del depósito. Teniendo en cuenta que la recarga procedente de la precipitación es la que genera los rubros de deflujo en la ecuación de balance subterráneo, en función de las características físicas e hidrogeológicas de las formaciones saturadas, el rendimiento seguro de un depósito equivale por lo tanto a la suma de las porciones susceptibles de recuperar de los rubros de deflujo --evapotranspiración, efluvo subterráneo al océano y caudal base de los ríos-- siempre que se mantenga un equilibrio de largo plazo en el almacenamiento del depósito (16). Se realizaron estimaciones por grandes cuencas cuyas repercusiones a nivel nacional se indican a continuación.

Se ha estimado que en respuesta a la subsidencia regional del nivel freático y como resultado de la extracción en gran escala anticipada, podría recuperarse un 30 por ciento de la evapotranspiración directa del agua subterránea, con lo cual se obtendrían 4 425 millones de metros cúbicos por año.

Cuadro 9

NICARAGUA: ESTIMACION PRELIMINAR DE LOS RECURSOS RENOVABLES DE AGUA SUBTERRANEA
(Millones de metros cúbicos)

Gran cuenca	Cuenca	Río	Infiltración total	Deflujo al océano		Evapotranspiración directa		Caudal base		Rendimiento seguro d/
				Total	Recuperable a/	Total	Recuperable b/	Total c/	Recuperable	
Total nacional			42 055	4 610	123	14 745	4 425	22 700	12 075	16 630
Total vertiente del Atlántico			38 195	3 345	83	13 833	4 151	21 017	11 140	15 380
V ₂ e/	45 ^{e/}	Coco o Segovia	1 780	210	7	775	232	801	471 ^{f/}	710
W	47 a 53	Wawa, Kukalaya, Prinzapolka	15 130	1 275	32	7 415	2 225	6 442	3 188 ^{g/}	5 445
X	55	Grande de Matagalpa	2 890	340	8	1 438	432	1 112	548 ^{g/}	990
Y	57 a 67	Kurinwas, Escondido y otros	10 100	1 420	34	2 375	712	6 305	3 118 ^{g/}	3 865
AA ₁ e/	69 ^{e/}	San Juan	8 295	100	2	1 830	550	6 359	3 815 ^{f/}	4 370
Total vertiente del Pacífico			3 860	1 265	40	912	274	1 683	935	1 250
O _{4B} e/	56 ^{e/}	Choluteca	30	30	-	-	-	-	-	-
O _{5B} e/	58 ^{e/}	Negro	225	47	4	-	-	178	68 ^{h/}	70
O ₆	60, 62	Estero Real y otros	1 280	208	10	456	137	616	359 ^{f/}	510
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	2 325	980	26	456	137	889	508 ^{f/}	670

a/ Calculado con base en coeficientes físicos e hidráulicos de las formaciones saturadas; b/ Calculado como un 30 por ciento del total; c/ Obtenido por diferencia entre aflujos y deflujos; d/ Equivalente a la suma de items recuperables; valores redondeados; e/ Cuenca internacional; los valores corresponden a Nicaragua solamente; f/ Calculado como el 60 por ciento del caudal base, menos el deflujo recuperable; g/ Calculado como el 50 por ciento del caudal base, menos el deflujo recuperable.

Suponiendo la implantación de sistemas de pozos diseñados exclusivamente para el propósito, parece factible recuperar casi un 3 por ciento del deflujo subterráneo al océano que ocurre a través de las formaciones del Cuaternario; ello representa unos 123 millones de metros cúbicos anuales.

Por lo que respecta al caudal base, se ha estimado que entre un 30 a un 60 por ciento del valor anual podría recuperarse mediante la implantación de sistemas eficientes de pozos que indujeran una notable subsidencia del nivel freático e interceptaran el flujo subterráneo antes de que llegara a los ríos y mediante un sistema de captación de manantiales y ríos menores y con ello se obtendrían unos 12 075 millones de metros cúbicos por año.

Según los datos del cuadro 9, que muestran los resultados con base en las grandes cuencas consideradas, se estima que sería factible recuperar unos 16 630 millones de metros cúbicos por año, equivalentes a un 39 por ciento del volumen infiltrado. Este volumen podría representarse como un caudal medio constante de 527 metros cúbicos por segundo, que equivale a un 10 por ciento del caudal total de los ríos del país.

Las grandes cuencas de más elevado potencial de agua subterránea son, por orden de importancia, la W de los ríos Wawa, Kukalaya, y Prinzapolka ($173 \text{ m}^3/\text{s}$); la AA₁ del río San Juan ($139 \text{ m}^3/\text{s}$), y la Y de los ríos Kurinwas, Estero Real y otros ($123 \text{ m}^3/\text{s}$). Sin embargo, el potencial no está distribuido en forma espacial uniforme, y será menester realizar estudios detallados para determinar la posición y las características de los depósitos individuales. Nótese además que, con excepción de la gran cuenca AA₁, el mayor potencial de agua subterránea reside en las cuencas de menor población y en las cuencas de mayor concentración demográfica existen menores disponibilidades.

Cabe señalar que el aprovechamiento en gran escala del agua subterránea podría significar una disminución del orden del 5 por ciento de la escorrentía superficial, por corresponder parte del rendimiento seguro al caudal base de los ríos que sería interceptado antes que apareciera en los cauces.

e) Sumario de recursos disponibles

En el cuadro 10 se presenta un resumen de las disponibilidades de agua para el país, dividido en sus grandes cuencas.

Durante un año de precipitación normal caen en Nicaragua unos 278 060 millones de metros cúbicos de agua, de los cuales casi un 93 por ciento ocurre en la vertiente atlántica y el restante 7 por ciento en la vertiente del Pacífico. La escorrentía total correspondiente es de 5 519 metros cúbicos por segundo, de la cual el 96 por ciento fluye en la vertiente del Atlántico, y el resto desagua hacia el Pacífico.

Una estimación del caudal superado el 95 por ciento del tiempo arroja cifras de 564 metros cúbicos por segundo, lo que equivale a un 10 por ciento de la escorrentía media del país y puede considerarse como representativo de los caudales de estiaje.

Estimaciones realizadas indican que durante un año seco con recurrencia de 10 años, se producen precipitaciones y escurrimientos equivalentes a entre el 68 y el 75 por ciento de los valores normales en las grandes cuencas consideradas.

El rendimiento seguro de los depósitos subterráneos del país se estima en 527 metros cúbicos por segundo, correspondiendo 488 a la vertiente del Atlántico y 39 a la del Pacífico.

Según los cálculos realizados, en 1970 existía en el país una disponibilidad media de 90 800 metros cúbicos anuales por habitante, y el caudal unitario es de 42.5 litros por segundo por kilómetro cuadrado de superficie. Sin embargo, la distribución espacial del agua disponible no es uniforme, y a las zonas con menor disponibilidad corresponden las más altas concentraciones demográficas.

5. Estimación preliminar del balance de aguas

Con el doble propósito de conocer la distribución relativa de las diferentes componentes del ciclo hidrológico en el país, y de obtener una indicación de la precisión con la que se han evaluado cada uno de los ítems del balance, se presenta en seguida una estimación cuantitativa provisional del balance de aguas. Para ello se han tomado como base

/Cuadro 10

Cuadro 10

NICARAGUA: SUMARIO DE RECURSOS DISPONIBLES

Gran cuenca	Cuenca	Río	Superficie (km ²)	Precipitación (millones de m ³)		Escorrentía superficial (m ³ /s)		Caudal 95 por ciento	Agua subterránea: rendimiento seguro estimado a/ (m ³ /s)
				Año normal	Año seco b/	Año			
						Normal	Seco b/		
Total nacional			<u>190 000</u>	<u>278 060</u>		<u>5 519</u>	<u>564</u>	<u>527</u>	
Total vertiente del Atlántico			<u>116 630</u>	<u>257 688</u>		<u>5 302</u>	<u>552</u>	<u>488</u>	
v ₂ c/	49 c/	Coco o Segovia	19 868	35 563	26 672	676	507	24	22
W	47 a 53	Wawa, Kukajaya, Prinzapolka	24 557	72 043	54 032	1 599	1 199	160	173
X	55	Grande de Matagalpa	19 668	36 975	27 731	762	571	23	31
Y	57 a 67	Kurinwas, Escondido y otros	25 958	71 644	53 733	1 476	1 107	148	123
AA ₁ c/	69	San Juan	26 579	41 463	29 853	789	568	197	139
Total vertiente del Pacífico			<u>13 370</u>	<u>20 372</u>		<u>218</u>	<u>12</u>	<u>39</u>	
0 ₄₈ c/	50 c/	Choluteca	538	592	444	5	3	1	-
0 ₅₈ c/	58 c/	Negro	1 477	1 656	1 192	21	15	4	2
06	60, 62	Estero Real y otros	4 100	6 152	4 306	78	55	1	16
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	7 255	11 972	8 140	114	77	6	21

a/ La utilización del agua subterránea resultaría en la disminución de los caudales de superficie.

b/ No se presentan sumas para las vertientes y el país, porque la sequía abarca usualmente regiones menores.

c/ Cuenca Internacional; los valores corresponden a Nicaragua únicamente.

las dos vertientes principales, al no haberse considerado la información disponible adecuada para elaborar balances individuales sobre las grandes cuencas.

En la sección 4, referente a la estimación de disponibilidades de agua, se presentan las evaluaciones de los ítems de precipitación y escurrimiento total, así como algunas estimaciones sobre el balance hídrico subterráneo; a continuación se describe brevemente el procedimiento empleado para evaluar la evapotranspiración.

a) Estimación de la evapotranspiración

Es menester señalar que durante la época lluviosa, la evapotranspiración ocurre a una tasa regida por factores climatológicos y por las características fisiológicas de las plantas; durante el período seco, en cambio, la evapotranspiración se ve limitada al consumo de la humedad disponible en los suelos dentro del alcance de la zona radicular de las plantas, y a una buena fracción de las escasas precipitaciones que ocurren durante dicho período (15).

El método empleado para el cálculo es el de Blaney y Criddle (14), debidamente modificado para tomar en cuenta las variaciones mensuales en la disponibilidad de agua para el consumo.

Con base en una relación entre elevación y temperatura media anual (17), se elaboró inicialmente un mapa de isolíneas de evapotranspiración potencial para todo el país, y se determinó el valor de ésta para cada vertiente.

En lo referente a coeficientes de consumos, se adoptaron los valores siguientes, teniendo en cuenta el clima húmedo del país (15, 17):

<u>Vegetación o cultivo</u>	<u>Coefficiente de consumo</u>
Bosques, sin diferenciar	0.65
Café	0.70
Pastos	0.70
Cultivos anuales	0.75 ^{4/}
Lagos y pantanos	1.00

^{4/} Valor ponderado que incluye todos los cultivos anuales existentes en el país.

Con base en los valores anteriores y en el mapa de vegetación recientemente publicado por USAID (6), se determinaron coeficientes ponderados de consumo para cada vertiente.

A continuación se efectuó un estudio detallado sobre la distribución mensual de la precipitación en cada vertiente, con objeto de definir los periodos en los que existe disponibilidad suficiente de agua para el consumo. Se determinó que en ambas vertientes (salvo en regiones menores), la precipitación mensual durante el periodo mayo a octubre es superior a la demanda de agua de las plantas, por lo que se decidió adoptar el producto de la evapotranspiración potencial y del coeficiente ponderado de consumo como el valor real de la evapotranspiración. Durante el periodo seco la precipitación es insuficiente para satisfacer la demanda de agua de la vegetación; se asumió entonces que durante ese periodo el consumo real equivalía a la escasa precipitación efectiva^{5/} que ocurre en esos meses, más unos 100 milímetros de humedad almacenada en los suelos.

La cifra total obtenida para el país fue de 1 211 milímetros de lámina, lo que equivale a un volumen anual de 157 460 millones de metros cúbicos. El consumo en la vertiente del Atlántico es de 145 788 millones de metros cúbicos (1 250 mm), y el de la del Pacífico, de 11 672 (873 mm).

b) Evaluación de la ecuación hidrológica

Con los valores obtenidos de evapotranspiración y con los de los otros factores hidrológicos indicados en los cuadros 1, 3 y 9, se incluye a continuación una evaluación cuantitativa provisional del balance de aguas para el país y sus grandes vertientes, empleando el metro como unidad de lámina anual:

^{5/} La precipitación efectiva fue calculada como el 75 por ciento de la lluvia observada.

<u>Factor hidrológico</u>	<u>Total del país</u>	<u>Vertiente del Atlántico</u>	<u>Vertiente del Pacífico</u>
1. Precipitación	2.14	2.21	1.52
2. Escorrentía total	1.34	1.43	0.51
a) Escorrentía directa	1.17	1.25	0.44
b) Caudal base	0.07	0.18	0.07
3. Deflujo subterráneo al mar	0.04	0.03	0.05
4. Evapotranspiración total	1.21	1.25	0.87
a) De agua subterránea	0.11	0.12	0.04
b) De la precipitación	1.10	1.13	0.83
5. Diferencia: aflujo menos deflujos	(-)0.45	(-)0.50	(+)0.09

De acuerdo con esas cifras aparece un error de cierre en el balance total que se acerca al 18 por ciento de la suma de deflujos y que podría considerarse como aceptable para la clase de estudio realizado. El error de cierre es más alto en el caso de la vertiente del Atlántico, y es probablemente debido a errores individuales en el cálculo de las componentes del balance causadas por la limitada disponibilidad de información en dicha región, y teniendo en cuenta que cualquier error en las estimaciones de precipitación repercute en los resultados de los cálculos de los otros factores hidrológicos.

Estas suposiciones se confirman en estudios independientes efectuados utilizando información más detallada, según los cuales el balance generalizado para Nicaragua sería el siguiente (15):^{6/}

<u>Factor hidrológico</u>	<u>Total del país</u>	<u>Vertiente del Atlántico</u>	<u>Vertiente del Pacífico</u>
1. Precipitación	2.38	2.47	1.54
2. Escorrentía total	1.02	1.08	0.47
a) Escorrentía directa	0.85	0.90	0.40
b) Caudal base	0.17	0.18	0.07
3. Deflujo subterráneo al mar	0.04	0.03	0.05
4. Evapotranspiración total	1.21	1.25	0.87
a) De agua subterránea	0.11	0.12	0.04
b) De la precipitación	1.10	1.13	0.83
5. Diferencia: aflujo menos deflujo	(+)0.11	(+)0.11	(+)0.15

^{6/} Cifras en metros.

/Podrá observarse

Podrá observarse que los resultados obtenidos al procesar información más completa permiten un error de cierre del balance total inferior al 5 por ciento, y de menos del 10 por ciento en el caso de las vertientes individuales; de cualquier manera, para los propósitos de este trabajo provisional, los resultados alcanzan la precisión suficiente para adoptar la siguiente distribución porcentual tentativa de los componentes de deflujo del ciclo hidrológico:

<u>Factor hidrológico</u>	<u>Total del país</u>	<u>Vertiente del Atlántico</u>	<u>Vertiente del Pacífico</u>
1. Escorrentía total	45	46	34
a) Escorrentía directa	38	38	29
b) Caudal base	7	8	5
2. Deflujo subterráneo al mar	2	1	4
3. Evapotranspiración total	53	53	62
a) De agua subterránea	5	5	3
b) De la precipitación	48	48	59

6. Factores naturales que influyen en la disponibilidad y en la utilización de las aguas

a) Topografía

Nicaragua está atravesada por las cadenas montañosas de los Marrabios, Amerisque, Isabelia, Darién, Huapí y otras; la primera está relativamente cerca del Océano Pacífico, sirve de divisoria continental de aguas y por ello los ríos de dicha vertiente son más cortos que los del Atlántico.

En general, las mayores pendientes y elevaciones medias ocurren en la vertiente del Atlántico, lo que evidencia el mayor potencial de dicha vertiente.

La lámina 4 presenta la hipsometría generalizada del país, derivándose de su examen que las más altas pendientes y elevaciones medias se encuentran en las grandes cuencas V₂ (río Coco) y X (río Grande de Matagalpa), ubicadas en la vertiente del Atlántico. El bajo relieve y pendiente de la región nororiental del país, en las partes bajas de las

/grandes cuencas

grandes cuencas W, X e Y, así como las altas precipitaciones que allí tienen lugar, originan condiciones pantanosas para cuya corrección se requerirán grandes obras de drenaje.

b) Geología

La lámina 2 presenta una idea generalizada de la permeabilidad de las formaciones geológicas del país. En general, puede decirse que en los materiales volcánicos y sedimentarios del Cuaternario --ubicados en prácticamente toda la región occidental de la vertiente del Pacífico, en más de la mitad de la gran cuenca AA₁ del río San Juan, y en las partes bajas de las grandes cuencas W, X e Y-- la infiltración es elevada, hecho que favorece la abundancia del agua subterránea; pero su misma alta permeabilidad es la causa de serias limitaciones para la construcción de presas de almacenamiento, dada la magnitud de las posibles pérdidas por filtraciones. Todos los materiales pertenecientes al período Terciario y anteriores --ubicados generalmente en las cabeceras y tramos intermedios de las cuencas de la vertiente del Atlántico-- parecen más apropiados para la construcción de presas almacenadoras, pero su capacidad acuífera es en cambio muy limitada; además se trata de materiales usualmente consolidados, por lo que ofrecen mayores garantías desde el punto de vista estructural para la construcción de obras civiles.

c) Suelos

La lámina 5 incluye un mapa generalizado de suelos del país, elaborado con base en el estudio sobre el uso potencial de la tierra (18). Existen en total 500 000 hectáreas de tierras de primera, aptas para la agricultura intensiva de cultivos anuales, capaces de dar rendimientos unitarios elevados mediante el empleo de prácticas modernas de producción; estas tierras, identificadas con el símbolo A en la lámina 5, se encuentran en regiones extensas de las grandes cuencas O₆ y AA₁ y en zonas aisladas del resto del país. Un total de 386 000 hectáreas de suelos apropiados para la agricultura intensiva de cultivos permanentes, identificados con el símbolo B en el mapa, existen en algunas regiones altas de las grandes cuencas AA₁, V,

y Z. Existen además alrededor de 4 192 000 hectáreas de tierras de segunda, aptas para la agricultura extensiva, con bajos rendimientos unitarios y a veces sujetos a problemas de erosión; estas tierras, que se identifican con el símbolo C en la lámina 5, abundan en regiones extensas de la vertiente del Atlántico --alternadas con tierras de la clasificación que sigue-- y en aproximadamente un 40 por ciento de la vertiente del Pacífico. Las tierras designadas con los símbolos D y DF son de uso muy extensivo (D) o de vocación forestal (DF), predominando estas últimas; ocurren, alternadas con tierras tipo C, en extensas áreas de la vertiente del Atlántico, y separadamente en áreas aisladas de la del Pacífico.

Las áreas susceptibles de cultivo bajo riego están comprendidas dentro de las tierras tipo A, y parcialmente dentro de las tipo C; el resto pueden considerarse como inapropiadas para riego económico.

d) Cobertura vegetal y evapotranspiración

El tipo de cobertura vegetal influye directamente en la disponibilidad de agua. La vegetación perenne favorece la retención del agua precipitada con la consecuente mayor oportunidad de infiltración y menor posibilidad de erosión de los suelos; los cultivos estacionales en laderas de muy alta pendiente favorecen en cambio la erosión.

Así, puede pensarse en una mayor escorrentía directa proveniente de las áreas cubiertas por vegetación estacional y una mayor ocurrencia de infiltración en las zonas de cobertura vegetal permanente. También puede hablarse, en términos generales, de cultivos permanentes en las zonas donde la precipitación está más uniformemente distribuida a lo largo del año --como en las grandes cuencas V₂, W, X e Y de la vertiente del Atlántico-- y de cultivos estacionales para aprovechar la humedad derivada de lluvias concentradas durante parte del año únicamente, en todas las grandes cuencas del Pacífico y en parte de la AA₁.

La escorrentía directa y la subterránea se ven afectadas por la tasa de transpiración y evaporación de las cuencas, que a su vez están gobernadas por las características fisiológicas de las plantas y por la magnitud y variación de la temperatura, la precipitación, el viento y otros factores meteorológicos. El valor ponderado de la evapotranspiración real para el país se ha estimado en unos 1 210 milímetros anuales; en la vertiente del Atlántico, ésta es de 1 250 milímetros, y en la del Pacífico de sólo 870 debido a que existe menor disponibilidad de agua para el consumo. La evaporación de superficies de agua en el país oscila entre más de 2 100 milímetros anuales en la vecindad de las costas, y menos de 1 800 en las partes altas de las cordilleras.

II. UTILIZACION ACTUAL Y FUTURA DEL AGUA

En este capítulo se estima la utilización actual de los recursos hídricos, y se extrapola su demanda para los años 1980 y 1990 sobre la base de satisfacer las necesidades básicas de la población proyectada. También se comparan los usos actuales y proyectados con las disponibilidades de agua señaladas en el capítulo anterior, para conocer el grado de utilización de los recursos y prever posibles aprovechamientos conflictivos y conjuntos por los diferentes sectores usuarios del agua.

La suma aritmética de las utilizaciones sectoriales representa la utilización bruta o total del agua en un año dado. Al restarse de esa suma los usos que no resultan en disminución y contaminación de los recursos se obtiene la utilización neta del agua. Una porción de los usos netos^{7/} se pierde por diferentes procesos (usos consuntivos) y el resto retorna a los cuerpos de agua después de adquirir cierto grado de contaminación (uso contaminante) como resultado de la recepción de desechos domésticos e industriales y de excedentes agrícolas (sales, fertilizantes, pesticidas).

Para la estimación de los usos presentes del agua se dispuso de información proporcionada por los diferentes organismos nacionales encargados de los sectores que utilizan el agua y la estimación de los requerimientos futuros se ha basado, según el caso, en proyecciones de población realizadas con base en las tendencias históricas, y en el crecimiento de los sectores hidroeléctrico y de riego. Las dotaciones o requerimientos unitarios para cada uso han sido estimados con base en técnicas usuales que toman en cuenta el incremento en consumo de agua potable en relación con el aumento en los ingresos per cápita de la población, y los incrementos probables de la producción agropecuaria bajo riego. Las utilizaciones actuales y futuras han sido calculadas tomando como base las grandes cuencas sobre las que se han efectuado estimaciones de disponibilidades de agua en el capítulo anterior.

Cabe señalar, sin embargo, que las proyecciones sólo pueden considerarse confiables hasta la década de 1971 a 1980; no lo son para la década 1981 a 1990 porque pueden no reflejar adecuadamente la situación futura,

^{7/} Comprenden las utilizaciones de los sectores de riego y abastecimiento doméstico e industrial.

ya que pueden producirse cambios en los patrones y tasas de crecimiento aplicados a la proyección. En el caso del agua potable, tanto la población por cuencas como las dotaciones unitarias supuestas, pudieran sufrir alteraciones significativas debido a cambios notables en la estructura economicosocial del país; en el sector irrigación el patrón futuro de cultivos y la política nacional de importación-exportación podrían ser muy diferentes a las aquí supuestas; en el sector electricidad, la distribución en el uso del agua por cuencas podría alterarse también significativamente, puesto que no se cuenta todavía con un programa definitivo de adiciones de centrales generadoras. Las proyecciones para 1990 deben considerarse solamente por lo tanto como indicativas de la posible magnitud del uso del agua.

1. Riego

Existen en el país aproximadamente 886 000 hectáreas de tierras de primera clase, apropiadas para agricultura intensiva de cultivos anuales y perennes, y cerca de 4 200 000 hectáreas aptas para cultivos extensivos (18); se dispone por consiguiente de las extensiones necesarias para abastecer de alimentos básicos a la población. Por otra parte, un alto porcentaje de las tierras de primera es susceptible de riego, con lo que podría incrementarse aún más la producción.

Existen en el país problemas similares a los del resto de los países del Istmo, que dificultan el desarrollo de la irrigación. Se carece de una entidad gubernamental que planifique y coordine todo lo relacionado con el aprovechamiento del agua y existen en cambio muchas entidades estatales y privadas que llevan a cabo proyectos de irrigación; no existe una tradición de riego entre los agricultores, a escala nacional, por lo que se dificulta tanto la construcción como la operación de sistemas de riego; y, finalmente, se carece de una legislación adecuada que permita el eficiente aprovechamiento del agua con propósitos de riego.

a) Potencial de irrigación

La superficie que podría ser regada económicamente en el país se ha definido con base en el mapa de uso potencial de la tierra (18), del que la lámina 5 es una adaptación. En general, las áreas regables corresponden

/a las tierras

a las tierras de primera (clase A) aptas para cultivos intensivos localizadas en la vertiente del Pacífico y en las grandes cuencas V_2 , X y AA_1 ; se ha supuesto que por gozar de una precipitación abundante y más uniforme del resto de la vertiente del Caribe, las tierras de primera allí ubicadas no requieren irrigación.

Así, la superficie regable desde el punto de vista de suelo y clima se ha estimado en unas 391 600 hectáreas cuya distribución por grandes cuencas se indica en el cuadro 11. El mayor potencial de riego corresponde a las grandes cuencas Z y AA_1 .

b) Usos actuales

La superficie bajo riego en el país, en la actualidad se estima en 43 287 hectáreas (19), lo que equivale a un 11 por ciento del área total nacional regable. (Véase el cuadro 12.)

Debe destacarse el riego de caña de azúcar del Ingenio San Antonio (13 600 hectáreas), así como el proyecto de riego de León del Banco Nacional (3 780 hectáreas), ambos en la gran cuenca O_6 , que utilizan agua subterránea. El resto son proyectos de pequeña y mediana irrigación con limitada técnica de aplicación del agua.

Las extensiones regadas en cada gran cuenca se indican en el cuadro 12, sobresaliendo la gran cuenca Z (29 530 hectáreas) y la AA_1 del río San Juan (12 557 hectáreas).

El uso del agua ha sido estimado en 49.4 metros cúbicos por segundo; el consumo real (uso consuntivo) se calcula en 24.3 metros cúbicos por segundo, al suponer una eficiencia del 49 por ciento para distribución y aplicación del agua. (Véase nuevamente el cuadro 12.)

c) Usos proyectados

Se elaboró una proyección de los requerimientos de tierra y agua para riego en 1980 y 1990 sobre la premisa de satisfacer la demanda interna de la población estimada del país, y de mantener el volumen actual de exportaciones que salen fuera del área centroamericana. Los requerimientos de agua de riego se estimaron a base de características climáticas, tipos

Cuadro 11

NICARAGUA: DISTRIBUCION DEL AREA POTENCIALMENTE REGABLE POR GRANDES CUENCAS

Gran cuenca	Cuenca	Río	Superficie regable (ha)	Porcentaje del total
<u>Total nacional</u>			<u>391 600</u>	<u>100.0</u>
<u>Total vertiente del Atlántico</u>			<u>181 400</u>	<u>46.3</u>
V ₂ ^{a/}	45 ^{a/}	Coco o Segovia	11 300	2.9
X	55	Grande de Matagalpa	4 700	1.2
AA ₁ ^{a/}	69 ^{a/}	San Juan	165 400	42.2
<u>Total vertiente del Pacífico</u>			<u>210 200</u>	<u>53.7</u>
O ₅ ^{a/}	58 ^{a/}	Negro	3 500	0.9
O ₆	60, 62	Estero Real y otros	41 200	10.5
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	165 500	42.3

a/ Cuenca internacional; los valores corresponden a Nicaragua únicamente.

Cuadro 12

NICARAGUA: SUPERFICIE BAJO RIEGO Y USO DEL AGUA EN 1970

Gran cuenca	Cuenca	Río	Superficie regada (ha)	Uso estimado del agua (m ³ /s)	
				Total <u>a/</u>	Consuntivo <u>b/</u>
<u>Total nacional</u>			<u>43 287</u>	<u>49.4</u>	<u>24.3</u>
<u>Total vertiente del Atlántico</u>			<u>13 557</u>	<u>15.1</u>	<u>7.4</u>
V ₂ <u>c/</u>	45 <u>c/</u>	Coco o Segovia	1 000	1.0	0.5
AA ₁ <u>c/</u>	69 <u>c/</u>	San Juan	12 557	14.1	6.9
<u>Total vertiente del Pacífico</u>			<u>29 730</u>	<u>34.3</u>	<u>16.9</u>
O ₆	60	Estero Real	200	0.2	0.1
Z	64 a 70	Varios	29 530	34.1	16.8

a/ A razón de un litro por segundo por hectárea.

b/ 49 por ciento del uso total.

c/ Cuenca internacional; valores correspondientes a Nicaragua solamente.

/de cultivo,

de cultivo, y eficiencias razonables en la distribución y aplicación del agua.

Sólo se consideró en las proyecciones la demanda de cultivos anuales con lo cual, después de conocer las extensiones disponibles en el país para su producción y los rendimientos unitarios de cada cultivo bajo diferentes grados de tecnología agrícola, pudo determinarse la superficie que deberá cultivarse y ponerse bajo riego.

1) Proyección de la demanda agrícola. La demanda interna de producción agrícola fue estimada con base en el estudio realizado en 1969 por el Batelle Memorial Institute para el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (20).

Las proyecciones de demanda de producción agrícola para 1980 fueron efectuadas por Batelle; con información sobre consumo aparente del período 1962 a 1964 se determinó la demanda per cápita de cultivos importantes de consumo básico, la que se extrapoló hasta 1980 sobre la base del crecimiento demográfico y teniendo en cuenta la variación en el consumo que resulta de la variación en el ingreso. Las proyecciones para 1990 fueron efectuadas por CEPAL tomando las mismas bases que Batelle y admitiendo iguales tasas de crecimiento.

Por lo que respecta a las exportaciones se calculó el volumen promedio referente al período 1967 a 1968 y se llegó a la conclusión de que se exportaban fuera del área unas 70 000 toneladas de azúcar y unas 100 000 toneladas de algodón. Se asumió conservadoramente que en los próximos 20 años se mantendrían estos niveles de exportación.

Las demandas totales proyectadas para 1980 y 1990 se indican en el cuadro 13.

ii) Requerimientos de tierra para satisfacer la demanda. Tomando como base la demanda de producción indicada en el cuadro 13, se calcularon las extensiones a cultivar en 1980 y 1990. Para ello se estimaron los rendimientos unitarios de los cultivos considerados bajo diferentes grados de tecnología agrícola, y en tierras de primera categoría solamente, como se especifica a continuación. (Véase el cuadro 14.):

Cuadro 13

NICARAGUA: DEMANDA INTERNA Y EXPORTACIONES DE CULTIVOS ANUALES
FUERA DEL AREA CENTROAMERICANA, ESTIMADAS PARA LOS AÑOS 1980
Y 1990

(Miles de toneladas)

Cultivos	1980 ^{a/}	1990 ^{b/}
Maíz	240.0	370.0
Arroz	52.0	87.0
Trigo	59.0	103.0
Frijol	48.0	74.0
Sorgo	82.0	127.0
Azúcar (de caña) ^{c/}	222.0	294.0
Hortalizas	46.0	78.0
Papa	10.0	17.0
Algodón ^{d/}	102.0	104.0
Tabaco	1.5	2.3

^{a/} Tomado del cuadro 124 del informe de Batelle.^{b/} Extrapolado con base en datos del estudio de Batelle.^{c/} Incluye 70 000 toneladas de azúcar para exportación.^{d/} Incluye 100 000 toneladas de algodón para exportación.

Cuadro 14

**NICARAGUA: RENDIMIENTOS AGRICOLAS UNITARIOS BAJO
DIFERENTES GRADOS DE TECNOLOGIA**

(Kilogramos por hectárea)

Cultivos	Bajos		Intermedios ^{a/}		Altos ^{b/}	
	1962-64	1967-68	1980	1990	1980	1990
Maíz	1 004	885	1 250	1 800	2 500	3 600
Arroz	1 688	1 500	2 150	2 600	4 300	5 200
Trigo	...	...	1 000	1 500	2 000	3 000
Frijol	618	750	1 100	1 400	2 200	2 800
Maicillo	966	960	1 400	1 400	2 800	2 800
Azúcar de caña	3 400	4 950	7 000	10 000	10 000	15 000
Hortalizas ^{c/}	...	...	10 000	12 500	20 000	25 000
Papa	...	...	7 500	10 000	15 000	20 000
Algodón	842	725	800	1 000	1 000	1 300
Tabaco	1 242	1 330	1 500	1 500	3 000	3 000

a/ Rendimientos correspondientes a agricultura tecnificada, en tierras de primera clase, durante la estación lluviosa solamente.

b/ Rendimientos equivalentes correspondientes a agricultura tecnificada en tierras de primera clase, durante la estación lluviosa, más riego en la estación seca; en la mayoría de los casos implica una doble cosecha.

c/ Tomando el tomate como valor representativo.

1) Rendimientos bajos. Valores correspondientes a los períodos 1962 a 1964 (indicados en el informe de Batelle) y 1967 a 1968, que implican en términos nacionales la inexistencia de prácticas agrícolas modernas y la utilización en parte de tierras de segunda.

2) Rendimientos intermedios. Los que se obtendrían en tierras de primera calidad aptas para cultivo intensivo, mediante el empleo de técnicas agrícolas modernas (uso de semilla mejorada, fertilizantes, pesticidas, drenaje, etc.) durante la estación lluviosa.^{8/}

3) Rendimientos altos. Rendimientos equivalentes que se obtendrían en tierras de primera calidad, durante todo el año, como resultado del empleo de prácticas agrícolas modernas incluyendo riego suplementario. El resultado sería una doble cosecha en la mayoría de los casos.

Los rendimientos intermedios y altos se adoptaron después de comparar los actuales del país con las características de otros países de tecnología agrícola más avanzada (21), y suponiendo aumentos anuales no inferiores al del crecimiento demográfico.

Para la proyección de 1980 se supuso que en las tierras de primera clase se alcanzaría un grado de tecnología que permitiría obtener los rendimientos intermedios indicados en el cuadro 14; la extensión requerida para producir la demanda --sin regar-- sería entonces de 549 000 hectáreas de tierras de primera. Dado que sólo estarían disponibles 443 000 hectáreas para tal efecto, sería necesario regar para satisfacer la demanda.

Para estimar la extensión a regar se consideraron los cultivos que requieren mayor superficie, los de mayor atractivo económico sobre la base de precios, costos y rendimientos unitarios, y los que --como el arroz y la caña de azúcar-- se riegan en la actualidad. Por aproximaciones sucesivas se estimó que en 1980 podría regarse el 50 por ciento del arroz y la caña de azúcar y el 40 por ciento del maíz, el trigo y el maicillo, lo cual --sumado al riego de pastos (3 600 hectáreas) y de banano (2 000 hectáreas) que se mantendría constante durante el período--

^{8/} Nótese que estos rendimientos implican aumentos en relación con los actuales, de hasta un 50 por ciento en cada década.

arroja una superficie total a regarse de 115 400 hectáreas. (Véase el cuadro 15.)

La proyección de 1990 indica que de no regarse, bajo rendimientos intermedios se requeriría un total de 593 000 hectáreas. Por el mismo procedimiento de aproximaciones sucesivas se estimó que para satisfacer la demanda dentro de las tierras disponibles, podría regarse el 60 por ciento del maíz y el 40 por ciento del arroz, el trigo, el frijol, el maicillo y la caña de azúcar, lo cual arrojaría una cifra total regada de 163 400 hectáreas al incluir el banano y los pastos. (Véase nuevamente el cuadro 15.)

Las proyecciones y estimaciones anteriores suponen incrementos en el área regada de unas 72 000 hectáreas en la década de los setenta y de 48 000 hectáreas en la de los ochenta. El esfuerzo de la iniciativa privada sería insuficiente por sí solo para lograr esas metas, por lo que se requeriría adicionalmente una acción coordinadora y ejecutora efectiva por parte del estado.

Cabe insistir en que las proyecciones realizadas suponen el autoabastecimiento de la demanda interna y el mantenimiento del volumen actual de las exportaciones que salen fuera del área; en el caso de que no se alcanzaran los rendimientos agrícolas antes señalados, el país tendría que regar una superficie mayor, importar estos productos, sustituirlos por otros de menor requerimiento de extensión cultivada, o reducir las exportaciones. La especialización en la agricultura para producir artículos de alto rendimiento económico, a calidad y precios competitivos en el mercado mundial o regional permitiría --como es de suponer-- la importación de alimentos para satisfacer la demanda interna, y en ese caso se modificarían las proyecciones anteriores.

iii) Requerimientos de agua para riego. Se adoptaron las siguientes dotaciones brutas de agua, calculadas a base de las características de clima y suelo, una eficiencia de 49 por ciento para distribución y

Cuadro 15

NICARAGUA: SUPERFICIE A CULTIVARSE Y REGARSE EN 1980 Y 1990

(En cultivos anuales solamente)

Cultivos anuales	1980			1990		
	Demanda (miles de toneladas)	Superficie a cultivar (miles de hectáreas)		Demanda (miles de toneladas)	Superficie a cultivar (miles de hectáreas)	
		Total	Regada		Total	Regada
<u>Total</u>		<u>444</u>	<u>109.8</u>		<u>443</u>	<u>157.8</u>
Maíz	240.0	137	55.0	370	128	77.0
Arroz	52.0	16	8.0	87	25	10.0
Trigo	59.0	42	16.8	103	49	19.6
Frijol	48.0	44	-	74	38	15.2
Maicillo	82.0	43	17.0	127	65	26.0
Azúcar (de caña)	222.0	26	13.0	294	25	10.0
Hortalizas	46.0	5	-	78	6	-
Papa	10.0	1	-	17	2	-
Algodón	103.0	129	-	104	104	-
Tabaco	1.5	1	-	2	1	-

aplicación del agua y la experiencia obtenida en proyectos centroamericanos y mexicanos:

	<u>Litros por segundo por hectárea</u>
Hortalizas, arroz, caña de azúcar	1.2
Todos los demás cultivos	1.0

La distribución de las extensiones a regar dentro de las grandes cuencas consideradas se basó en una proporción relacionada con el potencial de riego para cultivos anuales. A ello se agregaron las extensiones actualmente bajo riego de pastos (3 600 hectáreas) y banano (2 000 hectáreas).

La utilización total del agua en 1980, de acuerdo con el cuadro 16, sería de 119 metros cúbicos por segundo y descontando los retornos estimados, el uso consuntivo sería de 58.5 metros cúbicos por segundo. El riego así proyectado podría desarrollarse mediante derivación de caudales de estiaje, excepto en las grandes cuencas O₆ y Z donde además se requeriría emplear ampliamente los recursos hídricos del subsuelo.

En 1990 la utilización total del agua sería de 172 metros cúbicos por segundo, y se consumirían 85 metros cúbicos por segundo; estos aprovechamientos supondrían la derivación de los caudales de estiaje, la utilización de retornos y el empleo en gran escala del agua subterránea. En la gran cuenca Z, podría no haber suficiente disponibilidad de agua para el riego y requerirse la construcción de embalses reguladores de caudal, una importación de agua de cuencas vecinas, y/o la reducción de la superficie regada. (Véase nuevamente el cuadro 16.)

iv) Retornos contaminados. Los retornos del agua de riego vuelven a los cuerpos de agua acompañados de los excedentes de sales, fertilizantes y pesticidas, que se les incorporan en las parcelas agrícolas. La concentración de algunos elementos en el agua puede ser nociva para la salud humana y animal, por lo que se requiere conocer y controlar el grado de contaminación de los retornos.

Estos retornos del sector riego se han estimado en 60.6 y 87.5 metros cúbicos por segundo para 1980 y 1990, respectivamente. Resulta imposible

Cuadro 16

NICARAGUA: REQUERIMIENTOS DE TIERRA Y AGUA PARA RIEGO PROYECTADOS PARA 1980 Y 1990

Gran cuenca	Cuenca	Río	1980			1990		
			Superficie a regar (miles de hectáreas)	Caudal requerido (m ³ /s)		Superficie a regar (miles de hectáreas)	Caudal requerido (m ³ /s)	
				Total ^{a/}	Consum-tivo ^{b/}		Total ^{c/}	Consum-tivo ^{b/}
Total nacional			115.4	119.1	58.5	167.4	172.3	84.8
Total vertiente del Atlántico			54.6	56.8	27.8	78.6	80.8	39.8
V ₂ ^{d/}	45 ^{d/}	Coco	3.0	3.1	1.5	4.9	5.0	2.5
X	55	Grande de Matagalpa	1.0	1.0	0.5	1.6	1.6	0.8
AA _I ^{d/}	69 ^{d/}	San Juan	50.6 ^{c/}	52.7	25.8	72.1 ^{e/}	74.2	36.5
Total vertiente del Pacífico			60.8	62.3	30.7	88.8	91.5	45.0
O _{5B} ^{d/}	58 ^{d/}	Negro	1.0	1.0	0.5	1.6	1.6	0.8
O ₆	60, 62	Estero Real y otros	14.0 ^{f/}	13.6	6.7	19.8 ^{f/}	20.5	10.1
Z	64 a 70	Tamarindo y otros	45.8	47.7	23.5	67.4	69.4	34.1

a/ Calculado a razón de 1.04 litros por segundo por hectárea.

b/ Estimado como un 49 por ciento del uso total.

c/ Calculado a razón de 1.03 litros por segundo por hectárea.

d/ Cuenca internacional; los valores corresponden a Nicaragua solamente.

e/ Incluye 3 600 hectáreas de pastos, a regarse de 1973 en adelante.

f/ Incluye 2 000 hectáreas de banano que se riegan en la actualidad.

predecir el grado de contaminación de estos retornos; la magnitud de que se les supone, sin embargo, habrá de requerir atención especial para evitar o prevenir situaciones indeseables.

2. Abastecimiento de agua y desagües

El Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillados (DENACAL) del Ministerio de Salud Pública tiene a su cargo lo relacionado con el suministro de agua y los desagües en el país, y administra varias empresas aguadoras del interior del mismo. En el caso particular de la ciudad capital, es la Empresa Aguadora de Managua la que en forma eficiente se encarga del suministro de agua potable.

A fines de 1970 un 96 por ciento de la población urbana se beneficiaba de los servicios de acueducto, y un 76 por ciento tenía servicio domiciliario; en el ámbito rural, apenas el 16 por ciento de la población tenía acceso a estos servicios y sólo el 8 por ciento gozaba de conexiones domiciliarias. Aproximadamente un 46 por ciento de la población en centros urbanos gozaba de facilidades de alcantarillado sanitario; servicios inexistentes en el campo rural. Las aguas residuales se vierten crudas en ríos, quebradas, lagos y lagunas.

a) Usos actuales del agua

Para calcular la utilización actual del agua por este sector se efectuaron estimaciones de población para cada gran cuenca a base de los cantones en ellas comprendidos; las cifras estimadas aparecen en el cuadro 17. Los requerimientos de agua se basaron en las siguientes dotaciones per cápita:

- a) 100 litros por día en todas las zonas urbanas, excepto para 235 000 habitantes de Managua a los que se asignaron 235 litros diarios,^{9/}
- b) en zonas rurales, 60 litros diarios para el 25 por ciento de la población y 10 litros por día para el 75 por ciento restante.

La utilización estimada sobre estas bases se indica en el cuadro 18, donde se señalan la utilización total y el consumo real. Para este efecto se supuso que los retornos a los cuerpos de agua superficial y

^{9/} Estas dotaciones urbanas incluyen usos domésticos, públicos e industriales.

Cuadro 17

NICARAGUA: ESTIMACIONES DE POBLACION PARA 1970, 1980 Y 1990

(Miles de habitantes)

Gran cuenca	Cuenca	Río	1970			1980			1990		
			Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Total nacional			1 920.7	841.2	1 079.5	2 644.8	1 269.4	1 375.4	3 678.5	1 922.8	1 755.7
Total vertiente del Atlántico			1 496.2	653.1	843.1	2 080.2	1 006.0	1 074.2	2 925.1	1 554.7	1 370.4
V ₂ ^{a/}	45 ^{a/}	Coco o Segovia	201.6	47.2	154.4	262.8	66.1	196.7	345.4	92.4	253.0
W	47 a 53	Wawa, Kukalaya, Prinzapolka	42.1	18.4	23.7	56.0	25.8	30.2	74.7	36.3	38.4
X	55	Grande de Matagalpa	315.6	56.5	259.1	409.3	79.2	330.1	533.0	112.0	421.0
Y	57 a 67	Kurinwas, Escondido y otros	100.0	24.4	75.6	130.5	34.2	96.3	172.0	48.0	124.0
AA ₁ ^{a/}	69 ^{a/}	San Juan	836.9	506.6	330.3	1 221.6	800.7	420.9	1 800.0	1 266.0	534.0
Total vertiente del Pacífico			424.5	188.1	236.4	564.6	263.4	301.2	753.4	368.1	385.3
O _{4B} ^{a/}	58 ^{a/}	Choluteca	8.5	1.0	7.5	11.0	1.4	9.6	14.3	2.0	12.3
O _{5B} ^{a/}	58 ^{a/}	Negro	44.2	6.4	37.8	57.0	8.9	48.1	73.7	12.4	61.3
O ₆	60, 62	Estero Real y otros	36.1	8.0	28.1	47.0	11.2	35.8	61.4	15.7	45.7
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	335.7	172.7	163.0	449.6	241.9	207.7	604.0	338.0	266.0

a/ Cuenca internacional; las cifras corresponden a Nicaragua solamente.

Cuadro 18

NICARAGUA: REQUERIMIENTOS DE AGUA ESTIMADOS PARA SATISFACER NECESIDADES
DOMESTICAS E INDUSTRIALES, 1970, 1980 Y 1990

(Metros cúbicos por segundo)

Gran cuenca	Cuenca	Río	1970		1980		1990	
			Total	Consum tivo	Total	Consum tivo	Total	Consum tivo
<u>Total nacional</u>			<u>1.7</u>	<u>0.5</u>	<u>3.9</u>	<u>1.1</u>	<u>6.1</u>	<u>1.6</u>
<u>Total vertiente del Atlántico</u>			<u>1.5</u>	<u>0.4</u>	<u>3.4</u>	<u>1.0</u>	<u>5.3</u>	<u>1.4</u>
V ₂ ^{a/}	45 ^{a/}	Coco o Segovia	0.1	0.0	0.2	0.1	0.3	0.1
W	47 a 53	Wawa, Kukalaya y Priuzapolka	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
X	55	Grande de Matagalpa	0.1	0.1	0.2	0.1	0.4	0.1
Y	57 a 67	Kurinwas, Escondido y otros	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
AA ₁ ^{a/}	69 ^{a/}	San Juan	1.2	0.3	2.8	0.8	4.4	1.2
<u>Total vertiente del Pacífico</u>			<u>0.2</u>	<u>0.1</u>	<u>0.5</u>	<u>0.1</u>	<u>0.8</u>	<u>0.2</u>
O _{4B} ^{a/}	56 ^{a/}	Choluteca	-	-	-	-	0.0	-
O _{5B} ^{a/}	58 ^{a/}	Negro	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
O ₆	60, 62	Estero Real y otros	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	0.2	0.1	0.5	0.1	0.7	0.2

a/ Cuenca internacional; las cifras corresponden a Nicaragua solamente.

subterránea serían del 75 por ciento de la demanda en los sistemas urbanos, y del 50 por ciento en las zonas rurales. Los resultados indican una utilización total de 1.7 metros cúbicos por segundo, de lo cual el 84 por ciento corresponde a la vertiente atlántica; la utilización consuntiva se calcula en 0.5 metros cúbicos por segundo. La principal cuenca usuaria es la del río San Juan (AA₁), con 1.2 y 0.3 metros cúbicos por segundo de utilización total y consuntiva, respectivamente; ello se debe a que en dicha cuenca está asentada la capital y otras ciudades importantes.

b) Usos proyectados

Para calcular la utilización del agua en 1980 y 1990 por parte de este sector, se efectuaron proyecciones de población por grandes cuencas, tomando en cuenta el crecimiento histórico de los cantones ubicados en ellas. Las cifras estimadas aparecen también en el cuadro 17.

Los porcentajes de retorno del agua servida se supusieron de la misma magnitud que para 1970. Las dotaciones por habitante adoptadas para cada caso fueron las siguientes:

	<u>Litros por día</u>	
	<u>1980</u>	<u>1990</u>
<u>Zonas urbanas</u>		
Ciudad de Managua ^{10/}	330	340
Otras zonas urbanas	150	180
<u>Zonas rurales</u>		
25 por ciento de la población	60	60
75 por ciento de la población	10	10

En esa forma, la demanda total y consuntiva para 1980 sería de 3.9 y 1.1 metros cúbicos por segundo, y en 1990 de 6.0 y 1.7 metros cúbicos por segundo, respectivamente, para todo el país. En ambos casos, la vertiente del Atlántico utilizaría el 87 por ciento de la demanda nacional; la cuenca del río San Juan (AA₁) acusará siempre la mayor demanda entre las grandes cuencas consideradas. (Véase nuevamente el cuadro 18.)

10/ Para 576 000 habitantes en 1980 y 850 000 en 1990.

c) Contaminación del agua

i) Conceptos generales. Las dotaciones originales de agua después de ser disminuidas por utilización consuntiva, retornan a los cuerpos de agua acompañadas de un deterioramiento en su calidad como resultado de la recepción de desechos humanos e industriales. Los retornos urbanos no tratados contaminan directamente los cuerpos de agua superficial a los que desaguan mediante sistemas de alcantarillado; en el ámbito rural, la existencia de tanques sépticos para la colección de desechos da por resultado la contaminación del agua subterránea somera.

Al mezclarse las aguas residuales no tratadas con las de los ríos, (o lagos y lagunas) puede producirse una dilución natural de los desechos al alcanzar la mezcla un nivel mínimo de calidad cuando el caudal o volumen es lo suficientemente amplio. Este nivel ocurre cuando la demanda bioquímica de oxígeno (BOD) del agua permite la vida de los peces y no se producen olores o sabores dañinos para la población; usualmente esta demanda bioquímica de oxígeno se estima en 4.5 partes por millón aun cuando el contenido de bacilos coliformes pueda ser lo bastante alto para impedir el consumo doméstico del agua (22). Los caudales requeridos para que ocurra la dilución natural de las aguas residuales no tratadas pueden estimarse haciendo un balance de oxígeno del agua.

ii) Requerimientos para dilución natural. El análisis efectuado se limitó a los retornos urbanos por ser los del sector rural de limitada magnitud y producirse en forma dispersa, y se basa en las estimaciones siguientes: la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas no contaminadas del país se estimó en 8.5 ppm sobre la base de una temperatura media de 25.6°C y una elevación media de 245 metros sobre el nivel del mar; los retornos urbanos del país actualmente llegan a 1.1 metros cúbicos por segundo, o sea unos 114 litros diarios por habitante. Si se asume que los retornos vienen acompañados de una

/carga de

carga de 46 gramos diarios de desechos por habitante --cifra usual en ciudades similares de México y los Estados Unidos-- ello resulta en una demanda bioquímica de oxígeno de 400 ppm en las aguas residuales.

El balance de oxígeno en esas condiciones indica que actualmente se requiere un caudal de 110 metros cúbicos por segundo en todo el país para que ocurra dilución natural de los retornos contaminados. Cálculos similares indican que para 1980 y 1990 se requerirán caudales nacionales respectivos de 167 y 266 metros cúbicos por segundo. Véase el cuadro 19 donde se incluyen las cifras para las grandes cuencas consideradas.

Particular mención requieren las grandes cuencas O_6 , Z y AA_1 . En las dos primeras los caudales existentes durante el estiaje ya son insuficientes para proveer dilución natural, por lo que sus corrientes están contaminadas, especialmente en la vecindad de los centros urbanos. En la gran cuenca AA_1 del río San Juan, el requerimiento actual para dilución natural representa cerca del 40 por ciento del caudal de estiaje, y en 1990 ya le habrá superado. El lago de Managua, en el que prácticamente descarga el total de los retornos contaminados, posee un volumen superior ^{11/} al requerimiento de dilución; sin embargo, las cargas contaminantes están concentradas en la parte sur del lago, razón por la que ocurre una notable y evidente contaminación. En estas cuencas es evidente e imperativa la necesidad de tratar artificialmente las aguas residuales antes de verterlas en los cuerpos de agua.

11/ Estimado en unos 10 000 millones de metros cúbicos.

Cuadro 19

NICARAGUA: RETORNOS URBANOS CONTAMINADOS Y CAUDALES REQUERIDOS PARA DILUCION NATURAL, 1970 A 1990

(Metros cúbicos por segundo)

Gran cuenca	Cuenca	Río	1970		1980		1990	
			Retorno urbano	Requerimiento de dilución <u>b/</u>	Retorno urbano	Requerimiento de dilución <u>c/</u>	Retorno urbano	Requerimiento de dilución <u>c/</u>
<u>Total nacional</u>			<u>1.10</u>	<u>110.5</u>	<u>2.55</u>	<u>167.0</u>	<u>4.07</u>	<u>266.2</u>
<u>Total vertiente del Atlántico</u>			<u>0.94</u>	<u>94.0</u>	<u>2.21</u>	<u>144.3</u>	<u>3.59</u>	<u>234.8</u>
V ₂ ^{a/}	45 ^{a/}	Coco o Segovia	0.94	4.0	0.08	5.2	0.12	7.8
W	47 a 53	Wawa, Kukalaya y Prinzapolka	0.01	1.0	0.03	2.0	0.05	3.3
X	55	Grande de Matagalpa	0.05	5.0	0.10	6.5	0.15	9.8
Y	57 a 67	Kurinwas, Escondido y otros	0.02	2.0	0.04	2.6	0.06	3.9
AA ₁ ^{a/}	69 ^{a/}	San Juan	0.82	82.0	1.96	128.0	3.21	210.0
<u>Total vertiente del Pacífico</u>			<u>0.16</u>	<u>16.5</u>	<u>0.34</u>	<u>22.7</u>	<u>0.48</u>	<u>31.4</u>
O _{4B} ^{a/}	56 ^{a/}	Choluteca	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0
O _{5B} ^{a/}	58 ^{a/}	Negro	0.00	0.5	0.01	0.7	0.02	1.3
O ₆	60, 62	Estero Real y otros	0.01	1.0	0.01	1.0	0.02	1.3
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	0.15	15.0	0.32	21.0	0.44	28.8

a/ Cuenca internacional; los valores se refieren a Nicaragua únicamente.b/ A base de una razón de dilución de 100 a 1.c/ A base de una razón de dilución de 65 a 1.

3. Hidroelectricidad

La Empresa Nacional de Luz y Fuerza (ENALUF) tiene a su cargo la electrificación del país; ENALUF sirve las principales poblaciones del país mediante su Sistema Interconectado Nacional (SIN), y opera varios pequeños sistemas aislados en toda la República.

Los requerimientos de generación y potencia del SIN variaron de la manera siguiente en los últimos años (23, 24):

	<u>1960</u>	<u>1965</u>	<u>1969</u>
Energía, GWh	104	230	438
Demanda máxima, MW	22	45	78

Las tasas anuales de crecimiento de estos requerimientos para el período arriba mencionado son de 17.5 y 15.7 por ciento para la energía y la potencia respectivamente, siendo las más elevadas del Istmo; se anticipa sin embargo, una disminución de ellas en los años venideros en vista de que ya se ha alcanzado un alto grado de desarrollo (23, 24).

La participación de la hidroelectricidad en el sector eléctrico puede ilustrarse mediante la comparación de cifras estimadas de 1970, año durante el cual de un total de 510 Gigavatios-hora generados, 280 fueron originados en centrales hidroeléctricas (55 por ciento del total); la potencia instalada era de 121 Megavatios, de los cuales 50 correspondían a plantas hidráulicas (41 por ciento del total). (25)

a) Potencial hidroeléctrico del país

Se efectuó una evaluación del potencial hidroeléctrico teórico del país, dividido en sus grandes cuencas, a base de los valores de caudales superficiales obtenidos en el capítulo anterior, y en las elevaciones medias de las grandes cuencas obtenidas mediante planimetrado de áreas entre curvas sucesivas de nivel del mapa topográfico del país, cuya reducción y generalización aparece en la lámina 4. También se estimó provisionalmente el potencial hidroeléctrico práctico como una fracción del potencial teórico.

Para calcular el potencial hidroeléctrico teórico se empleó la siguiente fórmula:

$$Et = \frac{QH}{367}$$

en donde Et es la energía teórica disponible, en Gigavatios-hora; Q, el volumen escurrido anualmente, en millones de metros cúbicos; y H, la elevación media de la cuenca, en metros sobre el nivel del mar.

Se calcularon valores del potencial teórico utilizando los valores de caudales medios y de caudal 95 por ciento, indicados en el cuadro 10; los primeros podrían considerarse representativos para cuencas con amplias posibilidades de regulación que permitan aprovechar la totalidad de los caudales, y los segundos de aquellas en las que sólo fuese posible aprovechar los caudales de estiaje.

De acuerdo con los cálculos realizados cuyos resultados aparecen en el cuadro 20, el potencial hidroeléctrico teórico de Nicaragua a base de los caudales medios, es de unos 100 020 Gigavatios-hora; de ellos 96 320 GWh pertenecen a la vertiente del Caribe y 3 700 a la del Pacífico. Para caudales de estiaje el potencial teórico nacional sería de 24 460 GWh de los cuales el 99 por ciento pertenece a cuencas de la vertiente del Atlántico.

Para la estimación del potencial hidroeléctrico práctico se hizo uso de coeficientes empíricos derivados de la experiencia de algunos países europeos (26). Se supuso que el potencial práctico equivale a un 20 por ciento del valor teórico, lo que se traduce en cifras de 20 020 Gigavatios-hora si se utilizan los caudales medios y de 4 900 GWh para caudales de estiaje. De acuerdo con las estimaciones a base de caudales medios y suponiendo utilización constante de las centrales, Nicaragua cuenta con una potencia media práctica de 2 285 Megavatios y una potencia continua media unitaria de 17.6 kilovatios por kilómetro cuadrado de superficie.^{12/} (Véase nuevamente el cuadro 20.)

En términos de potencial absoluto Nicaragua sólo supera a El Salvador y posee el más bajo potencial unitario de los países del Istmo Centroamericano.

^{12/} Dado que en la vertiente atlántica, a la que corresponde el más alto potencial, las más altas precipitaciones no coinciden con los desniveles mayores, estas cifras pudiesen estar ligeramente sobreestimadas.

Cuadro 20

NICARAGUA: EVALUACION PROVISIONAL DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO TEORICO Y PRACTICO

Gran cuenca	Cuenca	Rfo	Superficie (miles de km ²)	Caudales disponibles		Elevación media (m)	Energía teórica (TWh) ^{e/}		Energía práctica ^{a/} (TWh) ^{e/}		Potencia práctica (MW) ^{b/}		Potencia media unitaria (kW/km ²)
				Año medio (miles de millones de m ³ /s)	95 por ciento (m ³ /s)		Media	95 por ciento	Media	95 por ciento	Media	95 por ciento	
<u>Total del país</u>			<u>130.00</u>	<u>174.11</u>	<u>564</u>	<u>243</u>	<u>100.02</u>	<u>24.46</u>	<u>20.02</u>	<u>4.90</u>	<u>2 285</u>	<u>558</u>	<u>17.6</u>
<u>Total vertiente del Atlántico</u>			<u>116.63</u>	<u>167.25</u>	<u>552</u>	<u>246</u>	<u>96.32</u>	<u>24.18</u>	<u>19.28</u>	<u>4.84</u>	<u>2 201</u>	<u>552</u>	<u>18.9</u>
V ₂	45	Coco o Segovia	19.89	21.34	24	525	30.52	10.78	6.10	2.16	696	246	35.0
W	47 a 53	Wawa, Kukalaya, Prinzapoitka	24.56	50.43	160	100	13.82	1.37	2.78	0.27	318	31	13.0
X	55	Grande de Matagalpa	19.67	24.03	23	344	22.52	6.78	4.50	1.36	514	155	26.1
Y	57 a 67	Kurinwas, Escondido y otros	25.96	46.57	148	111	14.08	1.41	2.82	0.28	322	32	12.4
AA	69	San Juan	26.58	24.88	197	227	15.38	3.84	3.08	0.77	351	88	13.2
<u>Total vertiente del Pacífico</u>			<u>13.37</u>	<u>6.86</u>	<u>12</u>	<u>219</u> ⁿ	<u>3.70</u>	<u>0.28</u>	<u>0.74</u>	<u>0.06</u>	<u>84</u>	<u>6</u>	<u>6.3</u>
O ₄₈	56	Choluteca	0.54	0.15	1	452	0.18	0.04	0.04	0.01	4	1	7.4
O ₅₈	58	Negro	1.48	0.66	4	395	0.71	0.14	0.14	0.03	16	3	10.8
O ₆	60, 62	Estero Real y otros	4.10	2.46	1	188	1.26	0.02	0.25	-	29	-	7.1
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	7.25	3.59	6	159	1.55	0.08	0.31	0.02	35	2	4.8

^{a/} Estimada como el 20 por ciento de la energía teórica.

^{b/} Equivale a la energía práctica dividida entre 8 760 horas.

^{c/} 1 teravatio-hora (TWh) equivale a 1 000 gigavatios-hora.

^{d/} Cuenca Internacional; los valores corresponden a Nicaragua únicamente.

^{e/} Elevación media de la cuenca (852 m), disminuida en 400 m, que equivale a la elevación aproximada de Choluteca en la frontera con Honduras.

En términos de grandes cuencas, y asumiendo la misma proporción entre potencial práctico y teórico, predominan la V₂ del río Coco o Segovia (696 MW y 35 kW/km²) y la X del río Grande Matagalpa (514 MW y 26 kW/km²), ubicadas ambas en la vertiente atlántica. Las mismas predominan también en el caso de los caudales de estiaje. (Véase nuevamente el cuadro 20.)

b) Usos actuales del agua

Se ha efectuado una estimación de la utilización del agua por las centrales hidroeléctricas existentes en el país, con base en las características propias de cada central, que aparecen en el cuadro 21.

Los volúmenes de agua utilizados para la generación de cada central se calcularon mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 450 E/H$$

en donde Q es el volumen requerido en millones de metros cúbicos; E es la energía generada, en Gigavatios-hora; y H es la carga de la central en metros.

Los valores calculados se muestran en el cuadro 22. En él puede observarse que la utilización total del agua para generación hidroeléctrica es de 10.6 metros cúbicos por segundo para todo el país, correspondiendo la totalidad a la gran cuenca X del río Grande de Matagalpa. En ésta está la planta Centroamérica que utiliza las aguas del río Tuma, almacenadas en el vaso de Apanás, y las desvía hacia la gran cuenca AA₁; esta utilización se considera como consuntiva para la gran cuenca X.

c) Usos proyectados

Los requerimientos del Sistema Interconectado Nacional para los próximos años se detallan a continuación:

	<u>1970</u>	<u>1975</u>	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1990</u>
Energía, GWh	500	890	1 500	2 490	4 133
Demanda máxima, MW	96	171	286	470	772

Las cifras correspondientes al período 1970 a 1985 han sido tomadas directamente de los informes de CEPAL sobre posibilidades de interconexión

Cuadro 21

NICARAGUA: CARACTERISTICAS DE LAS CENTRALES HIDROELECTRICAS EXISTENTES Y EN PROYECTO, 1970 A 1990^{a/}

Gran cuenca	Cuenca	Río	Central o proyecto	1970			1971-1980			1981-1990		
				Potencia (MW)	Energía (GWh)	Carga (m)	Potencia (MW)	Energía (GWh)	Carga (m)	Potencia (MW)	Energía (GWh)	Carga (m)
Total nacional				<u>50</u>	<u>200</u>		<u>150</u>	<u>619</u>		<u>300</u>	<u>1 359</u>	
Total vertiente del Atlántico				<u>50</u>	<u>200</u>		<u>150</u>	<u>619</u>		<u>300</u>	<u>1 359</u>	
X				<u>50</u>	<u>200</u>		<u>100</u>	<u>411</u>		<u>250</u>	<u>1 151</u>	
	55	Tuma	Centroamérica	50	200	271	50	200	271	50	200	271
	55	Grande de Matagalpa	Independencia				50	211	58	50	211	58
	55	Grande de Matagalpa	11 de julio							50	220	45
	55	Grande de Matagalpa	La Esperanza							100	520	49
AA ₁	^{b/}						<u>50</u>	<u>208</u>		<u>50</u>	<u>208</u>	
	69 ^{b/}	Viejo	Santa Bárbara				50	208	200	50	208	200

^{a/} No se incluyen algunas centrales menores existentes.^{b/} Cuenca internacional; los valores corresponden a Nicaragua solamente.

Cuadro 22

NICARAGUA: UTILIZACION ACTUAL Y FUTURA DEL AGUA PARA GENERACION HIDROELECTRICA, 1970, 1980 Y 1990

Gran Cuenca	Cuenca	Río	Central o proyecto	Requerimiento de agua, (m ³ /s)					
				1970		1980		1990	
				Total	No repetitivo	Total	No repetitivo	Total	No repetitivo
<u>Total nacional</u>				<u>10.6</u>	<u>10.6</u>	<u>77.6</u>	<u>77.6</u>	<u>299.2</u>	<u>187.3</u>
<u>Total vertiente del Atlántico</u>				<u>10.6</u>	<u>10.6</u>	<u>77.6</u>	<u>77.6</u>	<u>299.2</u>	<u>187.3</u>
X				<u>10.6</u>	<u>10.6</u>	<u>62.7</u>	<u>62.7</u>	<u>284.3</u>	<u>162.4^{a/}</u>
	55	Tuma	Centroamérica ^{b/}	10.6		10.6		10.6	
	55	Grande de Matagalpa	Independencia			52.1		52.1	
	55	Grande de Matagalpa	11 de julio					69.8	
	55	Grande de Matagalpa	La Esperanza					151.8	
AA ₁ ^{c/}						<u>14.9</u>	<u>14.9</u>	<u>14.9</u>	<u>14.9</u>
	69 ^{c/}	Viejo	Santa Bárbara			14.9		14.9	

^{a/} Proyectos en cascada; dominan Centroamérica y La Esperanza.^{b/} El agua utilizada por esta central es desviada hacia la gran cuenca AA₁.^{c/} Cuenca internacional; los valores se refieren a Nicaragua solamente.

(23, 24), y las incluidas para 1990 se han estimado admitiendo tasas de crecimiento iguales a las de los períodos anteriores.

Para atender esos requerimientos, que son representativos de la demanda nacional, se ha programado la puesta en marcha de una serie de proyectos que serán descritos en los párrafos subsiguientes y cuyas características se incluyen también en el cuadro 21.

1) Entre 1971 y 1980. Para cubrir la demanda, además de instalar algunas plantas térmicas, se pondrán en funcionamiento las centrales hidroeléctricas de Santa Bárbara (50 MW y 208 GWh) ubicada en la gran cuenca AA₁ e Independencia (50 MW y 211 GWh) en la gran cuenca X del río Grande de Matagalpa.

Como se indica en el cuadro 22, la utilización del agua para generación hidroeléctrica en 1980 sería de 77.6 metros cúbicos por segundo, correspondiendo 62.7 a la gran cuenca X y el resto a la AA₁;

ii) Entre 1981 y 1990. En esta década se añadirían los proyectos hidroeléctricos de 11 de julio (50 MW y 220 GWh) y La Esperanza (100 MW y 520 GWh), ambos en la gran cuenca X.

Tal como señala el cuadro 22, la utilización total del agua en 1990 llegaría a 299 m³/s, cerca de 30 veces el valor actual; la gran cuenca de mayor utilización sería la X del río Grande de Matagalpa (284 m³/s). Descontando los usos repetidos,^{13/} la utilización sería de 187 m³/s.

d) Grado de utilización del potencial hidroeléctrico práctico

Con base en los requerimientos actuales y proyectados de generación hidroeléctrica antes descritos, se han determinado los grados de utilización del potencial hidroeléctrico práctico. Esta comparación permite conocer la forma en que avanzará el país en la utilización del potencial práctico de la energía hidroeléctrica media; al comparar los requerimientos con la disponibilidad práctica para caudales de estiaje, puede visualizarse la necesidad de emplear embalses reguladores de caudal. Las comparaciones aparecen en el cuadro 23.

^{13/} Las centrales Independencia, 11 de julio y La Esperanza están ubicadas "en cascada" sobre el río Grande de Matagalpa.

Cuadro 23

NICARAGUA: GRADO DE UTILIZACION ACTUAL Y PROYECTADA DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO PRACTICO

Gran cuenca	Cuenca	Rfo	Energía práctica (TWh)		1970		1980		1990				
			Media	95 por ciento	Porcentaje de uso de la energía		Requerimiento (GWh)	Porcentaje de uso de la energía		Requerimiento (GWh)	Porcentaje de uso de la energía		
					Media	95 por ciento		Media	95 por ciento		Media	95 por ciento	
<u>Total nacional</u>			<u>20.02</u>	<u>4.90</u>	<u>200</u>	<u>1.0</u>	<u>4.1</u>	<u>619</u>	<u>3.1</u>	<u>12.7</u>	<u>1 359</u>	<u>6.8</u>	<u>27.8</u>
<u>Total vertiente del Atlántico</u>			<u>19.28</u>	<u>4.84</u>	<u>200</u>	<u>1.0</u>	<u>4.1</u>	<u>619</u>	<u>3.2</u>	<u>12.8</u>	<u>1 359</u>	<u>7.1</u>	<u>28.2</u>
V ₂ ^{a/}	45 ^{a/}	Coco o Segovia	6.10	2.16									
W	47 a 53	Wawa, Kukalaya, Prinzapolka	2.78	0.27									
X	55	Grande de Matagalpa	4.50	1.36	200	4.4	14.7	411	9.2	30.2	1 151	25.6	84.4
Y	57 a 67	Kurinwas, Escondido y otros	2.82	0.28									
AA ₁ ^{a/}	69 ^{a/}	San Juan	3.08	0.77				208	6.8	27.0	208	6.8	27.0
<u>Total vertiente del Pacífico</u>			<u>0.74</u>	<u>0.06</u>									
O ₄₈ ^{a/}	56 ^{a/}	Choluteca	0.04	0.01									
O ₅₈ ^{a/}	58 ^{a/}	Negro	0.14	0.03									
O ₆	60, 62	Estero Real y otros	0.25										
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	0.31	0.02									

a/ Cuenca Internacional; los valores se refieren a Nicaragua únicamente.

i) 1970. La utilización actual del potencial medio del país, sobre la base de 200 GWh de energía disponible, es de apenas el uno por ciento; la utilización para caudales de estiaje es del 4 por ciento.

En la gran cuenca X, la planta Centroamérica utiliza el 4.4 y el 14.7 por ciento del potencial medio y de estiaje, respectivamente. Esta es la única cuenca en la que se realizan aprovechamientos significativos.

ii) 1980. Los porcentajes de utilización ascenderán a 3.1 y 12.7 por ciento, respectivamente, de los potenciales medio y de estiaje. Los incrementos se deben a la puesta en marcha de los proyectos Santa Bárbara (gran cuenca AA) e Independencia (gran cuenca X). Los grados respectivos de utilización serán de menos de 10 y 30 por ciento. El alto grado de utilización del potencial de estiaje, se explica en el hecho de que los proyectos están ubicados en sólo una fracción de cada cuenca, y no representa fielmente una utilización real del potencial disponible.

iii) 1990. La utilización de la energía media disponible llegará al 7 por ciento para todo el país; el 28 por ciento de la energía para caudales de estiaje sería también utilizado.

La gran cuenca X del río Grande de Matagalpa sobresale con un 26 por ciento de utilización de la energía media, y un 84 de la energía con caudales de estiaje; ello indica que los proyectos sobre ese río deberán tener capacidad reguladora.

Cabe señalar que únicamente se aprovechará parcialmente el potencial hidroeléctrico disponible en las grandes cuencas X y AA₁; en el resto del país, el potencial quedará prácticamente sin aprovechar.

Los proyectos programados para el período analizado serán exclusivamente para generación hidroeléctrica; la necesidad de aprovechar estos caudales para complementar los recursos de cuencas deficitarias, no ha sido considerada. Parece evidente la necesidad de estudiar la posibilidad de desarrollar proyectos hidroeléctricos que, derivando agua hacia otras cuencas, permitan compartir los costos y beneficios con los otros sectores usuarios del agua, especialmente el riego.

4. Otros usos y problemas relacionados con el agua

a) Navegación fluvial

La navegación fluvial ha revestido hasta ahora secundaria importancia ya que es muy reducida su competencia o complementariedad con los otros medios de transporte. El uso de ríos y lagos está relegado al transporte de productos agrícolas y mineros a base de pequeñas y medianas embarcaciones en la vertiente del Atlántico.

Estimaciones provisionales señalan que Nicaragua posee 1 812 kilómetros de canales naturales navegables, lo que se traduce en un índice de navegabilidad de 13.9 metros por kilómetro cuadrado de superficie. De esto, 1 780 kilómetros corresponden a ríos de la vertiente del Atlántico y sólo 32 a ríos que desaguan al Pacífico.

El caudal requerido para navegación mínima se estimó en 104.5 metros cúbicos por segundo para todo el país,^{14/} sobre la base de una sección transversal de 20 metros de ancho en el fondo, 22 metros de ancho en la superficie, un metro de profundidad y una pendiente media de 1:6 000 estimada sobre el mapa topográfico con curvas de nivel cada 20 metros.

La distribución de la longitud navegable y de los caudales requeridos para navegación mínima, por grandes cuencas, se indican en el cuadro 24. Las grandes cuencas de los ríos San Juan (AA₁), Grande de Matagalpa (X) y Coco (V₂) poseen longitudes navegables de alrededor de los 400 kilómetros; las grandes cuencas Y (ríos Kurinwas, Escondido y otros) y W (Wawa, Kukalaya y Prinzapolka) son las de mayor requerimiento de agua para navegación.

El Departamento de Navegación del Ministerio de Obras Públicas tiene planeada la ejecución de importantes proyectos de canalización y mejoras portuarias en los sistemas río San Juan-Lagos Managua y Nicaragua, Puerto Cabezas y ríos Coco y Prinzapolka, y río Grande de Matagalpa y Rama-El Bluff. Estos proyectos contribuirán efectivamente al desarrollo de la vertiente atlántica del país.

^{14/} Este requerimiento permanecerá esencialmente constante en el futuro.

Cuadro 24

NICARAGUA: LONGITUDES DE RIOS NAVEGABLES Y REQUERIMIENTOS DE AGUA
PARA NAVEGACION MINIMA

Gran cuenca	Cuenca	Río	Longitud navegable (km)	Caudal mínimo (m ³ /s)
<u>Total nacional</u>			<u>1 812</u>	<u>104.5</u>
<u>Total vertiente del Atlántico</u>			<u>1 780</u>	<u>95.0</u>
V ₂ ^{a/}	45 ^{a/}	Coco o Segovia	400	9.5
W			250	28.5
	47	Wawa	30	9.5
	49	Kukalaya	30	9.5
	53	Prinzapolka	190	9.5
X	55	Grande de Matagalpa	400	9.5
Y			320	38.0
	57	Kurinwas	50	9.5
	59	Escondido	200	9.5
	65	Kukra	30	9.5
	67	Punta Gorda	40	9.5
AA ₁ ^{a/}	69 ^{a/}	San Juan y Lagos	410	9.5
<u>Total vertiente del Pacífico</u>			<u>32</u>	<u>9.5</u>
06	60	Estero Real	32	9.5

a/ Cuenca internacional.

/b) Recreación

b) Recreación

En los lagos naturales y ríos de corriente permanente se desarrollan espontáneamente diversas formas de recreación; en el caso de lagos artificiales, esta utilización recreativa no puede permitirse cuando el propósito del aprovechamiento es para abastecimiento de agua potable. Esta actividad puede considerarse incipiente en el país, pero dada la existencia de los grandes lagos y otros ríos de importancia, debería adquirir mayor incremento y contribuir significativamente al desarrollo socioeconómico del país.

c) Pesca y caza

El mantenimiento y la propagación de la fauna acuática es otro de los aprovechamientos benéficos en lagos y ríos; sus requerimientos básicos son: profundidades adecuadas, inexistencia de contaminación en el agua, y condiciones ambientales propicias. Esta actividad es reducida a escala nacional en la actualidad, pero podría llegar a constituir una importante fuente de alimentación para la población.

d) Crecidas e inundaciones

Las crecidas de los ríos durante la estación lluviosa resultan en inundaciones de consideración en las regiones de bajo relieve y donde los ríos tienen cauces inestables, y causan serios daños a la agricultura y ganadería y a veces pérdidas de vidas.

La construcción de bordas en las riberas de los ríos brinda alguna protección contra inundaciones, lo mismo que la corrección de los cauces de los ríos; la construcción de presas almacenadoras de caudal resulta en la regularización del flujo de los ríos y en la atenuación de las crecidas con el consiguiente beneficio en la reducción o eliminación de las inundaciones.

e) Erosión y sedimentación

Los ríos acarrean normalmente una carga de sedimentos cuya concentración y magnitud dependen del grado de erosión de los suelos y del tipo y la extensión de la cobertura vegetal de las cuencas.

La tala de los bosques y el cultivo de cereales y otros productos estacionales en las cabeceras de las cuencas y en otras zonas de alta pendiente provocan la erosión, modifican el régimen hidrológico de los ríos, aumentan la concentración de los sedimentos, y disminuyen la infiltración y la recarga a los depósitos subterráneos:

Esta situación se observa en prácticamente todas las cuencas de la vertiente del Pacífico, y en algunas de las del Atlántico, por lo que deberían de tomarse medidas correctivas cuanto antes para evitar el azolvamiento de las obras de aprovechamiento del agua y para mantener las tasas de renovación de los recursos hídricos del subsuelo.

f) Drenaje

Existen en el país, especialmente en la vertiente atlántica, amplias extensiones de tierras de alto potencial agrícola pero que carecen de adecuados sistemas de evacuación de aguas, razón por la cual se encuentran total o parcialmente anegadas. La amplia e intensiva utilización de las tierras del país, requerida para satisfacer la demanda futura de producción agrícola, hace imperativa la rehabilitación y el mejoramiento mediante drenaje de estas tierras.

g) Contaminación del agua

La contaminación de las corrientes y lagos ocurre al descargar en ellos las aguas residuales crudas de los sectores doméstico e industrial y los retornos de riego que vienen acompañados de excedentes de sales, fertilizantes y pesticidas.

La magnitud de la contaminación aumenta en la medida en que se incrementa la utilización del agua; el grado de contaminación de los recursos depende del tipo, magnitud y concentración de los desechos humanos, industriales y agropecuarios.

/Al realizar

Al realizar este trabajo no se contó con información referente al tipo y concentración de los retornos industriales y agropecuarios, y la medida de la contaminación impuesta por el sector doméstico se estableció con base en una demanda bioquímica de oxígeno estimada para los retornos.

Las estimaciones realizadas señalan que la magnitud de retornos contaminados de todos los sectores será de 63 metros cúbicos por segundo en 1980 y de 92 metros cúbicos por segundo en 1990. Para la reoxigenación natural de los retornos domésticos urbanos se requerirán 167 y 266 metros cúbicos por segundo en 1980 y 1990, respectivamente.

Es evidente que el conocimiento del tipo y la concentración de los desechos industriales y agropecuarios, así como el adecuado tratamiento de las aguas residuales de los sectores doméstico e industrial, y el uso racional de fertilizantes y pesticidas, son indispensables para la conservación de la calidad del agua, recurso cuya disponibilidad es constante en contraposición a una demanda siempre creciente.

5. Resumen de los usos y requerimientos de agua

Los usos brutos del agua están representados por la suma aritmética de los requerimientos de cada sector, incluyendo la utilización repetida del recurso. La utilización neta del agua se refiere exclusivamente a la suma de los sectores riego y abastecimiento doméstico e industrial, puesto que los demás sectores no causan consumo real o contaminación dignos de mención. Una parte de los usos netos se pierde para futura utilización (uso real o consuntivo) y los retornos consiguientes vienen acompañados de cierto grado de contaminación (uso contaminante). En el cuadro 25 se muestra la clasificación de los usos nacionales del agua y la participación sectorial en la utilización bruta; en el cuadro 26 se indica la utilización por grandes cuencas.

Cuadro 25

NICARAGUA: CLASIFICACION DE LOS USOS NACIONALES DEL AGUA, 1970, 1980 Y 1990

Uso	Caudales requeridos, m ³ /s		
	1970	1980	1990
<u>Todos los sectores</u>			
Bruto ^{a/}	166.2	305.1	582.1
Neto ^{b/}	61.7	133.6	189.0
Consuntivo ^{c/}	35.4	70.2	97.0
Contaminante ^{d/}	26.3	63.4	92.0
<u>Riego</u>			
Total	49.4	119.1	172.3
Consuntivo	24.3	58.5	84.8
<u>Agua potable e industrial</u>			
Total	1.7	3.9	6.1
Consuntivo	0.5	1.1	1.6
<u>Hidroelectricidad</u>			
	10.6	77.6	299.2
<u>Navegación fluvial</u>			
	104.5	104.5	104.5

a/ Suma aritmética de todos los usos y requerimientos sectoriales del agua.

b/ Suma de usos que resultan en consumo y contaminación.

c/ Disminución real de los caudales disponibles.

d/ Suma de los retornos de riego y agua potable e industrial.

Cuadro 26

NICARAGUA: SUMARIO DE USOS Y DEMANDAS ACTUALES Y PROYECTADAS DEL AGUA, 1970 A 1990

(Metros cúbicos por segundo)

Gran cuenca	Cuenca	Río	1970			1980			1990		
			Bruto	Neto	Consumtivo	Bruto	Neto	Consumtivo	Bruto	Neto	Consumtivo
Total nacional			<u>166.2</u>	<u>61.7</u>	<u>35.4</u>	<u>305.0</u>	<u>133.6</u>	<u>70.2</u>	<u>582.1</u>	<u>189.0</u>	<u>97.0</u>
Total vertiente del Atlántico			<u>122.2</u>	<u>27.7</u>	<u>18.4</u>	<u>232.7</u>	<u>70.8</u>	<u>39.4</u>	<u>480.3</u>	<u>96.7</u>	<u>51.8</u>
V ₂ ^{a/}	45 ^{a/}	Coco o Segovia	10.6	1.1	0.5	12.8	3.3	1.6	14.8	5.3	2.6
W	47 a 53	Wawa, Kukalaya, Prinzapolka	28.5	0.0	0.0	29.6	1.1	0.5	30.2	1.7	0.8
X	55	Grande de Matagalpa	20.2	10.7 ^{b/}	10.7 ^{b/}	72.3	10.8 ^{b/}	10.7 ^{b/}	294.2	11.0 ^{b/}	10.7 ^{b/}
Y	57 a 67	Kurinwas, Escondido y otros	38.1	0.1	0.0	38.1	0.1	0.0	38.1	0.1	0.0
AA _I ^{a/}	69 ^{a/}	San Juan	24.8	15.3	7.2	79.9	55.5	26.6	103.0	78.6	37.7
Total vertiente del Pacífico			<u>44.0</u>	<u>34.5</u>	<u>17.0</u>	<u>72.3</u>	<u>62.8</u>	<u>30.8</u>	<u>101.8</u>	<u>92.3</u>	<u>45.2</u>
O _{4B} ^{a/}	56 ^{a/}	Choluteca	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0
O _{5B} ^{a/}	58 ^{a/}	Negro	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.5	1.6	1.6	0.8
O ₆	60, 62	Estero Real y otros	9.7	0.2	0.1	23.1	13.6	6.7	30.1	20.6	10.1
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	34.3	34.3	16.9	48.2	48.2	23.6	70.1	70.1	34.4

a/ Cuenca internacional; los valores se refieren a Nicaragua solamente.

b/ Incluyen 10.6 m³/s de la planta hidroeléctrica Centroamérica que pasan a la gran cuenca AA₁ y que se consideran como utilización consuntiva.

a) Utilización actual del agua

La utilización bruta actual del agua en el país asciende a 166 metros cúbicos por segundo, que equivalen a 5 225 millones de metros cúbicos anuales. El requerimiento para navegación mínima representa el 63 por ciento de la demanda total; el correspondiente a riego, el 30 por ciento; la demanda para generación hidroeléctrica, el 6 por ciento; y la correspondiente al suministro de agua potable e industrial, el uno por ciento restante.

Los usos netos del país son de 61.7 metros cúbicos por segundo, que se traducen en un volumen anual de 1 940 millones de metros cúbicos. La utilización neta per cápita promedio para el país es de unos 1 000 metros cúbicos anuales. Las grandes cuencas de mayor utilización neta son la Z en el Pacífico y la AA₁ en el Atlántico.

Mediante procesos consuntivos, el país consume un caudal de 35.4 metros cúbicos por segundo, equivalentes a 1 100 millones de metros cúbicos anuales. Las grandes cuencas de mayor consumo son también la Z y la AA₁.

El uso nacional contaminante, estimado por diferencia entre la utilización neta y la consuntiva, es de 26.3 metros cúbicos por segundo. Para que ocurra reoxigenación natural de las aguas residuales del sector urbano --1.1 metros cúbicos por segundo-- se requerirá un caudal de 111 metros cúbicos por segundo.

b) Utilización proyectada para 1980

De acuerdo con los planes de desarrollo descritos, la demanda bruta del agua en el país llegaría en 1980 a 305 metros cúbicos por segundo (9 600 millones de metros cúbicos anuales) lo que implicaría aumentar en un 85 por ciento la utilización actual del agua. La composición porcentual por sector se verá modificada ya que --de la demanda bruta total-- el requerimiento de riego ocupará el 39 por ciento; el correspondiente a navegación fluvial mínima, el 34 por ciento; la demanda para generación hidroeléctrica, un 26 por ciento; y el suministro doméstico e industrial,

el uno por ciento restante. En la vertiente del Atlántico se utilizarán el 80 por ciento de la demanda total; las grandes cuencas AA₁ y X en el Atlántico y la Z en el Pacífico, serán las de más alta utilización.

La utilización neta en el país sería de 133.6 metros cúbicos por segundo (volumen anual de 4 200 millones de metros cúbicos, y uso anual de 1 590 metros cúbicos por habitante). Las grandes cuencas AA₁ en la vertiente atlántica y Z en la del Pacífico, serán las de mayor utilización neta, a causa del riego en gran escala.

El uso consuntivo llegaría a los 70 metros cúbicos por segundo para todo el país, lo cual representa un volumen anual de 2 200 millones de metros cúbicos y es el doble de la cifra actualmente consumida.

Los usos contaminantes del país serían de aproximadamente 63.4 metros cúbicos por segundo, y para que se produzca la reoxigenación natural de los retornos urbanos no tratados (que serán de 2.55 metros cúbicos por segundo) se requerirá un caudal de 167 metros cúbicos por segundo.

c) Utilización proyectada para 1990

De llevarse a cabo los planes de desarrollo descritos, la demanda bruta del agua en el país llegaría en 1990 a los 582 metros cúbicos por segundo (18 400 millones de metros cúbicos al año), que equivale a 3.5 veces el aprovechamiento actual. De dicha cifra, el sector hidroelectricidad ocuparía el 51 por ciento; el de riego, un 30 por ciento; el de navegación fluvial, el 18 por ciento; y el de abastecimiento doméstico e industrial, el restante uno por ciento. El 82 por ciento de esta demanda se concentrará en la vertiente atlántica, especialmente en las grandes cuencas de los ríos Grande de Matagalpa (X) y San Juan (AA₁).

La utilización neta nacional sería de 189 metros cúbicos por segundo, o sea 5 950 millones de metros cúbicos al año y 1 620 metros cúbicos anuales por habitante. Esta demanda neta prevista representa tres veces la cifra actual. Las grandes cuencas AA₁ en el Atlántico y Z en el Pacífico, serían las de mayor utilización neta, al igual que en 1980.

Los usos consuntivos llegarían a los 97 metros cúbicos por segundo o 3 050 millones de metros cúbicos por año; es decir, alrededor de tres veces el consumo actual. Las grandes cuencas de mayor pérdida serán como en el caso del uso neto.

Los retornos contaminados del país alcanzarían a 92 metros cúbicos por segundo; las aguas residuales no tratadas del sector urbano (que llegarían a 4.1 metros cúbicos por segundo) requerirán un caudal de 266 metros cúbicos por segundo para lograr su dilución natural.

6. Comparación de usos y disponibilidades de agua

De la comparación entre las disponibilidades de agua y los usos y requerimientos actuales de la misma se puede deducir el grado actual de aprovechamiento. Una comparación con los requerimientos proyectados para satisfacer las necesidades de la creciente población del país permitiría anticipar posibles conflictos entre sectores usuarios, así como la necesidad de efectuar aprovechamientos con propósitos múltiples y la conveniencia de celebrar tratados bilaterales para la utilización de las aguas internacionales, y prever incluso la insuficiencia del recurso para satisfacer las necesidades al nivel de cuencas. Adicionalmente, la comparación serviría de base para la formulación de una política nacional de aprovechamiento del agua, que permitiera el uso racional y óptimo de los recursos.

Como se señaló en el capítulo anterior, el caudal medio superficial de los ríos es indicativo del posible aprovechamiento en cuencas con amplias posibilidades de regulación de caudales; el caudal disponible el 95 por ciento del tiempo en los ríos señala la posibilidad de efectuar aprovechamientos económicos mediante derivación para riego y abastecimiento doméstico e industrial y de centrales hidroeléctricas a filo de agua. El caudal medio de los ríos durante años secos debe ser tomado en cuenta al proyectar aprovechamientos que requieran embalses de regulación anual.

Por la importancia de estos parámetros hidrológicos, en los párrafos siguientes se aplicarán tanto como patrón de comparación para determinar el grado de utilización de los recursos como para señalar los tipos de aprovechamiento que requieren los desarrollos programados.

/La comparación

La comparación de los usos brutos con el caudal medio revela la eficiencia y complementaridad con que deben utilizarse los recursos; la comparación de los usos netos y consuntivos con el agua disponible permite conocer el grado de utilización efectiva del agua y el grado de disminución real de los recursos respectivamente.

De singular importancia resulta identificar las siguientes eventualidades. Cuando el uso bruto resulte superior al caudal medio superficial se necesitará recurrir a utilizaciones repetitivas por uno o más sectores usuarios. El uso neto anual no podrá exceder del caudal medio a menos que exista reutilización de los retornos, y lo mismo se aplica al caudal del año seco salvo en el caso de que se cuente con embalses cuya capacidad de regulación sea plurianual. El uso neto sólo podrá exceder de las disponibilidades de estiaje en el caso de que se utilicen los retornos, se emplee el agua subterránea y/o se construyan obras de regularización de caudales; el uso consuntivo sólo podrá exceder del caudal 95 por ciento si se construyen embalses de regulación que incrementen el valor actual de este último y/o se haga un uso amplio de los recursos hídricos subterráneos. Si el agua disponible es inferior al requerimiento para dilución natural de las aguas residuales, se precisará tratar artificialmente los efluentes para garantizar la salud del hombre, asegurar la supervivencia de la fauna acuática y permitir la utilización de los retornos.

Debe recordarse que las disponibilidades de agua se refieren al caudal de cada cuenca en la desembocadura de los ríos; en cambio los usos del agua están generalmente concentrados en forma no uniforme dentro de las cuencas, lo cual implica la necesidad de llevar la investigación al nivel de subcuenas cuando se tengan demandas concentradas que representen porcentajes significativos de los caudales disponibles.

a) Grado de utilización actual de los recursos

La utilización bruta del agua en el país es de un 3 por ciento del caudal medio, mientras el grado efectivo de utilización como resultado de los usos netos y el grado de disminución real de los recursos por utilización consuntiva, no sobrepasan del uno por ciento. Tomando como punto de

/comparación

comparación el caudal de estiaje, la utilización efectiva es del 11 por ciento y el consumo real equivale al 6 por ciento de los recursos disponibles.

Evidentemente los grados de aprovechamiento y consumo, a escala nacional, pueden considerarse bajos. Sin embargo, la vertiente del Pacífico y especialmente algunas de sus grandes cuencas, acusan entre moderados a elevados grados de aprovechamiento, sobre todo durante el estiaje cuando se emplea en gran escala el agua subterránea para propósitos de riego. (Véase el cuadro 27.)

Los requerimientos para dilución natural de retornos urbanos no tratados, a nivel nacional, son inferiores a los caudales disponibles a lo largo del año; en algunas grandes cuencas, sin embargo, los caudales de estiaje son insuficientes lo que indica la existencia de corrientes y lagos contaminados y señala la necesidad de tratar artificialmente las aguas residuales, problema que se acentúa en las subcuencas de mayor concentración urbana.

Los recursos de agua subterránea son ampliamente aprovechados, especialmente en la vertiente del Pacífico donde un alto porcentaje del área regada es abastecida con agua de pozos.

b) Grado de utilización proyectado para 1980

A fin de satisfacer la demanda proyectada en 1980 se precisará utilizar el 5.5 por ciento del caudal medio nacional; el grado efectivo de aprovechamiento, como resultado de utilizations netas, sería del 2.4 por ciento del caudal medio, y la disminución de los caudales medios por utilizations consuntivas, del 1.3 por ciento. Con referencia al caudal de estiaje, el grado efectivo de aprovechamiento por utilización neta será del 24 por ciento y el consumo real resultará en una disminución equivalente al 12.4 por ciento. (Véase de nuevo el cuadro 27.)

Los grados de aprovechamiento del agua, a escala nacional, continúan representando bajos porcentajes de los recursos disponibles; en la vertiente del Pacífico, sin embargo, los grados de utilización y consumo especialmente durante el estiaje serán muy altos. Los requerimientos para dilución natural de retornos urbanos no tratados son, a escala nacional, inferiores a las disponibilidades de agua; en algunas grandes cuencas sin embargo, las

/disponibilidades

disponibilidades serán inferiores a dichos requerimientos por lo que ocurrirá contaminación en lagos y corrientes.

Así, los aprovechamientos previstos sólo podrán llevarse a cabo mediante el uso amplio, complementario y repetido del agua superficial y subterránea; mediante la construcción de embalses regularizadores de caudal para incrementar los caudales de estiaje; mediante el tratamiento artificial de retornos urbanos contaminados y el uso racional de fertilizantes y pesticidas en el sector agropecuario, para evitar la contaminación, garantizar la salud humana y animal y permitir la utilización de retornos.

c) Grado de utilización proyectado para 1990

Para satisfacer la demanda nacional de agua en 1990 será preciso utilizar en bruto el 11 por ciento del caudal medio; la utilización efectiva por usos netos será de un 3.4 por ciento, y la disminución de caudales por utilización consuntiva representará el 1.7 por ciento. Tomando el caudal de estiaje como base de comparación, la utilización efectiva sería del 33 por ciento y el consumo real llegaría al 17 por ciento. (Véase de nuevo el cuadro 27.)

Los grados de aprovechamiento del agua a escala nacional continúan siendo bajos en relación con el caudal medio; el aprovechamiento durante la época seca, llegará a valores relativamente altos. En la vertiente del Pacífico y en la gran cuenca AA₁ de la del Atlántico, los grados de empleo efectivo, consumo y contaminación del agua serán elevados.

Se precisará entonces además del amplio, complementario y repetido uso del agua superficial y subterránea, de la construcción de presas almacenadoras que incrementen los flujos de estiaje, de dar un adecuado tratamiento a las aguas municipales servidas y emplear racionalmente los fertilizantes y pesticidas del sector agropecuario, importar aguas sobrantes de cuencas vecinas.

Cuadro 27

NICARAGUA: GRADOS DE UTILIZACIÓN ACTUAL Y PROYECTADA DE LOS RECURSOS DISPONIBLES

Gran cuenca	Cuenca	Rfo	Agua disponible (m ³ /s)		Grado de utilización expresado como porcentaje de:																
			Año		Caudal 95 por ciento	Agua subterránea	1970			1980			1990								
			Normal	Seco			Caudal medio		Caudal 95 por ciento	Caudal medio		Caudal 95 por ciento	Caudal medio		Caudal 95 por ciento						
					Bruto	Neto	Consumitivo	Neto	Consumitivo	Bruto	Neto	Consumitivo	Neto	Consumitivo	Bruto	Neto	Consumitivo	Neto	Consumitivo		
Total nacional			5 519	564	527	2.0	1.1	0.6	10.9	6.3	5.5	2.4	1.3	23.7	12.4	10.6	3.4	1.7	33.4	17.2	
Total vertiente del Atlántico			5 302	552	488	2.3	0.5	0.3	5.0	3.3	4.4	1.3	0.7	12.8	7.1	9.1	1.8	1.0	17.5	9.4	
V ₂	45	Coco o Segovia	676	507	24	22	1.6	0.2	0.1	4.6	2.1	1.9	0.5	0.2	13.7	6.7	2.2	0.8	0.4	22.2	10.9
W	47 a 59	Wawa, Kukalaya, Prinzapolka	1 599	1 199	160	173	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.3	1.9	0.0	0.0	0.1	0.0
X	55	Grande de Matagalpa	762	571	29	31	2.6	1.4	1.4	46.5	46.5	9.5	1.4	1.4	46.8	46.5	38.6	1.4	1.4	47.8	46.5
Y	57 a 67	Kurinwas, Escondido y otros	1 476	1 107	148	123	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.1	0.0
AA ₁	69	San Juan	789	568	197	139	3.2	1.9	0.9	7.8	3.7	10.1	7.0	3.3	28.2	13.5	13.0	10.0	4.8	40.0	19.2
Total vertiente del Pacífico			218	12	39	20.2	15.8	7.8	287.0	141.0	30.3	28.8	14.2	521.0	256.8	46.5	42.3	20.7	768.0	375.0	
O _{4B}	56	Choluteca	5	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	-	0.0	-	
O _{5B}	56	Negro	21	15	4	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	4.8	2.4	25.0	12.5	7.7	7.6	3.8	40.0	20.0
O ₆	60,62	Estero Real y otros	78	55	1	16	12.5	0.2	0.1	20.0	10.0	29.6	17.4	8.6	1360.0	670.0	38.5	26.4	13.0	2 060.0	1 010.0
Z	64 a 70	Tamarindo, Brito y otros	114	77	6	21	30.1	30.1	14.8	572.0	281.0	42.3	42.3	20.7	800.0	393.0	61.4	61.4	30.2	1 170.0	571.0

a/ Cuenca internacional; los valores se refieren a Nicaragua únicamente.

/disponibilidades

7. Análisis de grandes cuencas importantes

Se analizan en seguida algunas cuencas consideradas prioritarias por su alta demanda actual o prevista contrapuesta a limitadas disponibilidades, o por sus altos recursos.

a) Grandes cuencas O₆ y Z

Estas cuencas están ubicadas en la vertiente del Pacífico, abarcan las áreas de drenaje de los ríos comprendidos entre el Estero Real y el Brito, y poseen recursos hídricos limitados, especialmente durante el estiaje. Además encierran cerca del 52 por ciento de la superficie nacional regable y albergan una cuarta parte de la población urbana del país.

La gran cuenca Z es objeto de la mayor utilización y del más elevado consumo (34.3 y 16.9 m³/s respectivamente) del país en la actualidad. Ello representa un grado de aprovechamiento del 30 por ciento del caudal medio y una disminución real del 15 por ciento de los recursos normales; durante la época seca se emplea cerca de 6 veces y se consume casi tres veces el caudal de estiaje, lo cual es posible merced a utilizaciones repetidas y en gran escala del agua subterránea para el riego de cosechas. Las aguas municipales servidas se vierten sin ningún tratamiento en los ríos y los caudales de estiaje son insuficientes para proveer dilución natural de las aguas negras por lo que ocurre contaminación, problema que se agudiza en la vecindad de los centros urbanos.

En la gran cuenca O₆ los volúmenes utilizados y consumidos al presente son bajos (9.7 y 0.1 m³/s, respectivamente); sin embargo, se emplean y consumen significativos porcentajes de los limitados caudales disponibles, especialmente durante la época seca. El caudal de estiaje no es suficiente para diluir naturalmente las aguas residuales del sector urbano por lo que ocurren corrientes contaminadas, problema que se acentúa en los alrededores de los centros urbanos.

Los aprovechamientos previstos para satisfacer las necesidades básicas futuras de la población suponen utilizaciones notables del agua en estas cuencas. En 1990, por ejemplo, la utilización neta será de 21 y 70 metros

/cúbicos

cúbicos por segundo en las grandes cuencas 0₆ y 2, respectivamente; el consumo del agua llegaría a 10 y 34 metros cúbicos por segundo. Esto supone grados efectivos de aprovechamiento y disminución de recursos que representan elevados porcentajes del caudal medio, e insostenibles porcentajes del caudal de época seca. (Véanse de nuevo los cuadros 26 y 27.) La contaminación llegará a proporciones alarmantes ya que los requerimientos de dilución natural de aguas residuales urbanas no tratadas serán muy superiores a las disponibilidades de estiaje; ello implica un grave peligro para la salud humana y animal y supone la imposibilidad de utilizar los retornos.

En resumen, se prevé un elevado grado de utilización de los recursos disponibles que será imposible de realizar a menos que --además de emplear amplia, complementaria y repetidamente los recursos hídricos superficiales y del subsuelo, de construir presas almacenadoras de caudal que incrementen las disponibilidades de estiaje, de tratar artificialmente las aguas residuales urbanas, y de emplear racionalmente los fertilizantes y pesticidas agropecuarios-- se efectúen importaciones de agua desde cuencas vecinas para incrementar las disponibilidades actuales y/o se traslade parte de la superficie regada a otras cuencas de más alto potencial hidráulico.

La gran cuenca AA₁ del río San Juan podría proveer las alternativas antes señaladas.

b) Gran cuenca AA₁ del río San Juan

La porción nicaragüense de esta cuenca abarca un 20 por ciento de la superficie del país, y posee el 14 por ciento de los recursos nacionales de agua superficial y el 26 por ciento de los del subsuelo; en ella están incluidos los grandes lagos de Managua y Nicaragua, y reviste carácter de internacional por ser su cuenca total compartida con Costa Rica. Esta cuenca alberga el 44 por ciento de la población total y el 60 por ciento de la población urbana del país; además posee el 42 por ciento de la superficie nacional regable.

La utilización bruta actual en la cuenca es de 24.8 metros cúbicos por segundo; de ello, 15.3 m³/s representan utilización efectiva por riego y agua potable e industrial, y 7.2 m³/s se pierden mediante procesos

consuntivos. Al presente esta gran cuenca es la segunda en utilización y consumo en el país. Las aguas negras de la ciudad de Managua se vierten sin ningún tratamiento en el lago del mismo nombre.

Los grados actuales de aprovechamiento y consumo representan reducidos porcentajes de los caudales disponibles (véase de nuevo el cuadro 27). Los requerimientos para dilución natural de aguas residuales urbanas no tratadas son una fracción de los caudales y los volúmenes disponibles; sin embargo, dado que las descargas de aguas negras están concentradas en la parte sur del lago Managua y otras corrientes vecinas, ocurre notable contaminación con el consiguiente peligro para la salud humana y animal por lo que se imposibilita la reutilización de sus aguas.

En 1980 la utilización efectiva del agua llegará a los 55.5 metros cúbicos por segundo, y el uso consuntivo a los 26.6; en 1990, estas cifras llegarán a 79 y 38 metros cúbicos por segundo, respectivamente.

De acuerdo con el cuadro 27 los porcentajes de utilización efectiva y de consumo serán relativamente bajos en relación con el caudal medio, pero significativos al referirse al caudal de estiaje. Aun más, dado que las demandas previstas estarán concentradas principalmente aguas arriba del lago Nicaragua, donde las disponibilidades de agua son menores, los porcentajes reales de aprovechamiento serán altos. Los requerimientos para dilución natural de retornos urbanos no tratados llegarán a exceder al caudal de estiaje en 1990, situación muy grave si se recuerda que la mayor parte de las cargas contaminantes descargan directamente al lago de Managua.

Se prevé entonces un alto grado de utilización, consumo y contaminación que resultaría en conflictos entre sectores usuarios y en situaciones nocivas a la salud. Los planes previstos sólo podrían llevarse a cabo si todos los recursos son empleados en forma eficiente, escalonada, repetida y complementaria por todos los sectores; si se da el adecuado tratamiento artificial a los efluentes urbanos contaminados y se emplean racionalmente los fertilizantes y pesticidas en el sector agropecuario, y si se hace un uso inteligente de embalses naturales y artificiales del agua o se importa agua de cuencas vecinas.

/Ello es

Ello es especialmente cierto si se toma en cuenta que los recursos de esta gran cuenca serían utilizados para suplementar las limitadas disponibilidades de la vertiente del Pacífico, como se señalara anteriormente.

c) Otras grandes cuencas

Las demás cuencas del país acusan utilizaciones y consumos que representan bajos porcentajes de los recursos disponibles, y la contaminación de sus aguas está dentro de límites aceptables. Esta situación prevalecerá casi inalterable hasta 1990, ya que los amplios recursos disponibles no serán empleados o contaminados en grado significativo.

Una excepción a lo anterior lo constituye la cuenca del río Grande de Matagalpa (gran cuenca X), la cual será objeto de un amplio aprovechamiento de sus recursos hidroeléctricos. En la actualidad, la planta Centroamérica desvía aguas hacia la gran cuenca AA₁ del río San Juan. Debe investigarse la posibilidad de desarrollar proyectos hidroeléctricos que efectúen mayores derivaciones hacia la cuenca del San Juan, para propiciar el riego en su parte intermedia.

Los programas de desarrollo previstos hasta 1990 dejarán casi intactos los amplios recursos de las grandes cuencas V₂ (río Coco), W (ríos Wawa, Kukalaya, Prinzapolka) e Y (Kurinwas, Escondido y otros).

III. ASPECTOS ECONOMICOFINANCIEROS Y LEGALES E INSTITUCIONALES

Después de estimar las disponibilidades y los usos actuales del agua y los requerimientos futuros de la misma, se analizan los aspectos económico-financieros y legales e institucionales de los organismos estatales y privados que tienen a su cargo la investigación y el aprovechamiento del recurso, para conocer las posibilidades de llevar a cabo los desarrollos programados y señalar los problemas que impiden o restringen el desarrollo racional y óptimo del recurso.

1. Aspectos económico-financieros

Se examina inicialmente la situación económico-financiera de cada uno de los sectores usuarios del agua, presentándose al final un resumen de este aspecto a escala nacional.

a) Acueductos y alcantarillados

Como ya se señaló, en Nicaragua el Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillados (DENACAL) del Ministerio de Salud Pública es el encargado de planear, construir y operar sistemas de suministro de aguas y desagües, y administra además los sistemas de varias empresas aguadoras municipales del interior del país; en la capital, la Empresa Aguadora de Managua tiene a su cargo el suministro de agua potable; algunas industrias privadas poseen sistemas propios de abastecimiento y evacuación de aguas.

Al 31 de diciembre de 1970, las inversiones en operación para el suministro y evacuación de agua ascendían a aproximadamente 18.5 millones de dólares; de dicha cantidad 15.9 millones correspondían a acueductos y 2.6 millones a alcantarillados. Adicionalmente se habían invertido 652 000 dólares en estudios y diseños. (Véase el cuadro 28.) Estas inversiones se han financiado con préstamos externos a largo plazo y bajo interés (4.4 millones), aportes estatales (6.7 millones) y aportes privados y generación interna de efectivo (8.0 millones).

Cuadro 28

NICARAGUA: ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS; INVERSIONES
 AL 31 DE DICIEMBRE DE 1970

Organismo	Inversión (miles de dólares)			Suministro de agua (MLD)	Población beneficiada (miles)
	Total	Obras	Estudios		
<u>Total nacional</u>	<u>19 117</u>	<u>18 465</u>	<u>652</u>		
Acueductos	16 221	15 858	363		
Alcantarillados	2 896	2 607	289		
<u>Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillados (DENACAL)</u>	<u>8 941</u>	<u>8 289</u>	<u>652</u>		
Acueductos (114 sistemas)	6 045	5 682	363	20	725
Alcantarillados (3 sistemas)	2 896	2 607	289	-	398
<u>División de Saneamiento Ambiental, MSP</u>	<u>41</u>	<u>41</u>	-	<u>4</u>	<u>62</u>
Acueductos; pozos					
<u>Empresa Aguadora de Managua</u>	<u>10 135</u>	<u>10 135</u>	-	<u>67</u>	<u>246</u>
Acueductos					

El programa de inversiones para el quinquenio 1971 a 1975 asciende a más de 29 millones de dólares y comprende los programas de la Aguadora de Managua para ampliar y mejorar el sistema de suministro de la capital, y los del DENACAL para introducir sistemas urbanos y rurales de agua, complementar el sistema de alcantarillado de Managua y construir el de 9 ciudades del interior. (Véase el cuadro 29.) Para su financiamiento se requerirá de préstamos externos por valor de 17.4 millones de dólares, aportes estatales por 7.6 millones, y generación interna de efectivo y otros aportes por valor de 4.4 millones. Los aportes estatales en 1971 para este sector son de 1 060 000 dólares.

Los resultados económicos de la Empresa Aguadora de Managua indican una rentabilidad superior al 4 por ciento, lo que le permite financiar parcialmente las inversiones programadas. No se obtuvo información referente a los sistemas operados por DENACAL.

El personal dedicado a este sector por el DENACAL, la Empresa Aguadora de Managua, la División de Saneamiento Ambiental, y algunas empresas aguadoras del interior, en 1971, suman 956 personas de las cuales 58 son profesionales; el presupuesto de funcionamiento de la inversión era de 2.6 millones de dólares. (Véase el cuadro 30.)

b) Riego y avenamiento

La acción del sector público para impulsar el riego que requiere el país ha sido limitada en comparación con la del sector privado; además, los esfuerzos del sector público están divididos entre varios organismos y no parecen seguir una política o lineamientos definidos.

A fines de 1970 las inversiones en obras de riego --acompañadas a veces de obras conexas de avenamiento y conservación de suelos-- y en estudios, alcanzaban 14.4 millones de dólares aproximadamente, de los cuales sólo el 35 por ciento correspondía a inversión estatal. Las inversiones en obras en operación sumaban 12.87 millones de dólares, que representan un costo promedio de 300 dólares por hectárea regada. (Véase el cuadro 31.)

Cuadro 29

NICARAGUA: ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS; PROGRAMA DE INVERSIONES,
1971 A 1975

E/CN.12/OCE/SC.5/74
Pág. 94

Organismo	Inversión programada (miles de dólares)			Financiamiento externo (miles de dólares)	Suministro de agua (millones de litros diarios)	Población beneficiada (miles)
	Total	Obras	Estudios			
<u>Total nacional</u>	<u>29 364</u>	<u>28 123</u>	<u>1 241</u>	<u>17 378</u>		
Acueductos	18 409	18 023	386	10 005		
Alcantarillados	10 955	10 100	855	7 373		
<u>Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillados (DENACAL)</u>	<u>18 437</u>	<u>17 196</u>	<u>1 241</u>	<u>11 935</u>		
Acueductos	7 482	7 096	386	4 562	82	745
Alcantarillados ^{a/}	10 955	10 100	855	7 373	-	240
<u>Empresa Aguadora de Managua</u>	<u>10 927</u>	<u>10 927</u>	-	<u>5 443</u>	...	476
Acueductos						

a/ Para completar el sistema de Managua y de otras nueve ciudades.

Cuadro 30

NICARAGUA: ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, PERSONAL Y PRESUPUESTO
 DE FUNCIONAMIENTO, 1971

Organismo y actividad	Personal		Presupuesto (miles de dólares)
	Total	Profesional	
<u>Total nacional</u>	<u>956</u>	<u>58</u>	<u>2 636</u>
Administración y dirección	209	21	
Planeamiento y diseño	191	26	
Operación y mantenimiento	556	11	
Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillados (DENACAL)	<u>305</u>	<u>40</u>	<u>254</u>
Administración y dirección	65	11	
Planeamiento y diseño	185	22	
Operación y mantenimiento	55	7	
Empresa Aguadora de Managua	<u>390</u>	<u>15</u>	<u>2 315</u>
Administración y dirección	144	10	
Planeamiento y diseño	4	2	
Operación y mantenimiento	242	3	
División de Saneamiento Ambiental	<u>41</u>	<u>2</u>	<u>67</u>
Planeamiento y diseño	2	2	
Operación y mantenimiento	39	-	
Empresas Aguadoras del DENACAL	<u>220</u>	1	...
Operación y mantenimiento			

Cuadro 31

NICARAGUA: RIEGO Y AVENAMIENTO, INVERSIONES AL
31 DE DICIEMBRE DE 1970

Organismo y sistema	Inversiones (miles de dólares)			Superficie regada (hectáreas)
	Total	Obras	Estudios	
<u>Total nacional</u>	<u>14 411</u>	<u>12 865</u>	<u>1 546</u>	<u>43 287</u>
Banco Nacional de Nicaragua (Proyecto de riego de León)	2 820	2 520	300	3 780
Instituto Agrario de Nicaragua (IAN)	26	23	3	77
Ministerio de Agricultura	<u>85</u>	<u>85</u>	-	<u>230</u>
Proyecto Adelante	61	61	-	150
La Galera	24	24 ^{a/}	-	80
INFONAC	1 577	1 577	-	<u>4 800</u>
Programa del banano				2 000
Otros programas				2 800
Empresa de riego de Rivas	260	200 ^{b/}	60	500
Servicio Acológico Nacional	1 183	-	1 183	-
Estudios de agua subterránea				
Particulares	<u>8 460</u>	<u>8 460</u>		<u>33 900</u>
Ingenio San Antonio	4 080	4 080 ^{a/}	-	13 600
Central Ingenio Azucarero	960	960 ^{a/}	-	3 200
Varios proyectos	600	600 ^{c/}	-	3 000
Programa de arroz del Banco Nacional	2 700	2 700	-	13 500
Tipitapa (pastos)	120 ^{c/}	120 ^{c/}	-	600

a/ Estimado a 300 dólares por hectárea.

b/ Estimado a 400 dólares por hectárea.

c/ Estimado a 200 dólares por hectárea.

/Estas inversiones

Estas inversiones han sido realizadas mediante aportes de particulares por valor de 9.2 millones de dólares, un préstamo externo por 2.1 millones, préstamos nacionales por 1.8 millones y el resto con aportes estatales.

Las inversiones programadas para el quinquenio 1971 a 1975 comprenden un total de 8 126 000 dólares, a base de las que se pondrían bajo riego unas 16 000 hectáreas adicionales. Dicho programa incluye la terminación del Proyecto de León, créditos a particulares por parte de INFONAC, y otras inversiones de menor cuantía. (Véase el cuadro 32.) Estas obras serían financiadas mediante un crédito externo, ya obtenido, por valor de 5.9 millones de dólares, aportes estatales por 1.7 millones, y otras fuentes.

El presupuesto de funcionamiento de las entidades estatales para el sector llegaba a 1.1 millones de dólares en 1971; un total de 163 personas, de las cuales 22 eran profesionales, estaban dedicadas a estas actividades en forma permanente dentro de estos organismos. (Véase el cuadro 33.)

c) Hidroelectricidad

La Empresa Nacional de Luz y Fuerza (ENALUF) y varias empresas privadas de servicio público, han efectuado inversiones en centrales para generación hidroeléctrica.

A fines de 1970 las inversiones totales en este sector alcanzaban 33.6 millones de dólares. Las inversiones en obras en funcionamiento ascendían a 20.6 millones, las referentes a obras en construcción eran de 11.9 millones y se había invertido 1 092 000 dólares en estudios. (Véase el cuadro 34.) Dichas cifras señalan una inversión unitaria de 410 dólares por kilovatio instalado, un 99 por ciento de lo cual corresponde a centrales de ENALUF. Estas inversiones se financiaron mediante préstamos del exterior, a largo plazo y bajo interés, por valor de 23 millones de dólares, aportes estatales por 8.9 millones, y generación interna de efectivo y otros aportes.

Cuadro 32

NICARAGUA: RIEGO Y AVENAMIENTO. PROGRAMA DE INVERSIONES, 1971 A 1975

Organismo y sistema	Inversiones programadas (miles de dólares)			Superficie a regar (hectáreas)
	Total	Obras	Estudios	
<u>Total nacional</u>	<u>8 126</u>	<u>7 722</u>	<u>404</u>	<u>16 080</u>
Banco de Nicaragua (Proyecto de riego de León)	6 380	6 180	200	9 720
Instituto Agrario de Nicaragua	42	42	-	110
INFONAC	1 500	1 500	-	6 250
Servicio Geológico Nacional (Estudios de agua subterránea)	204	-	204	-
Particulares	...	...	...	...

Cuadro 33

NICARAGUA: RIEGO Y AVENAMIENTO. PERSONAL Y PRESUPUESTO
 DE FUNCIONAMIENTO, 1971

Organismo y actividad	Personal		Presupuesto (miles de dólares)
	Total	Profesional	
<u>Total nacional</u>	<u>163</u>	<u>22</u>	<u>1 107</u>
Administración y dirección	16	5	
Planeamiento y diseño	60	15	
Operación y mantenimiento	87	2	
<u>Banco de Nicaragua (Proyecto riego de León)</u>	<u>36</u>	<u>11</u>	<u>357</u>
Administración y dirección	2	1	
Planeamiento y diseño	34	10	
<u>Ministerio de Agricultura y Ganadería</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>14</u>
Planeamiento y diseño			
<u>INFONAC</u>	<u>23</u>	<u>4</u>	<u>110</u>
Planeamiento y diseño			
<u>Empresa de riego de Rivas</u>	<u>101</u>	<u>6</u>	<u>116</u>
Administración y dirección	14	4	
Operación y mantenimiento	87	2	

Cuadro 34

NICARAGUA: HIDROELECTRICIDAD. INVERSIONES AL 31 DE DICIEMBRE DE 1970

Organismo y proyecto	Inversiones (miles de dólares)			Potencia instalada (kW)
	Total	Obras	Estudios	
<u>Total nacional</u>	<u>33 627</u>	<u>32 535</u>	<u>1 092</u>	<u>50 517</u>
<u>Empresa Nacional de Luz y Fuerza</u>	<u>33 549</u>	<u>32 457</u>	<u>1 092</u>	<u>50 000</u>
Central Centroamérica	20 550	20 550	-	50 000
Proyecto Santa Bárbara ^{a/}	12 445	11 907	538	-
Proyecto Nicaragua	554	-	554	-
<u>Otras empresas</u>	<u>78</u>	<u>78^{b/}</u>	-	<u>517</u>

a/ En construcción.

b/ Calculado a razón de 150 dólares por kW instalado.

ENALUF planea invertir 5 660 000 dólares en el quinquenio 1971-75 para finalizar la construcción de la central hidroeléctrica de Santa Bárbara (50 MW), no existiendo otras inversiones programadas. (Véase el cuadro 35.) Dicha inversión se financiaría mediante un préstamo del exterior, ya obtenido, por valor de 4.1 millones y el resto mediante recursos propios de ENALUF.

El presupuesto de funcionamiento de ENALUF para hidroelectricidad era en 1971 de 399 000 dólares; 73 personas, incluyendo 4 profesionales, estaban dedicadas a estas actividades. No se conocen las cifras correspondientes a las otras empresas. (Véase el cuadro 36.)

d) Navegación fluvial

El planeamiento y la ejecución de obras de navegación fluvial corresponde al Departamento de Navegación del Ministerio de Obras Públicas,

Las inversiones realizadas en este rubro hasta fines de 1970 ascendieron a 139 000 dólares aproximadamente, y comprendían una serie de estudios y el mejoramiento del muelle de Bluefields. (Véase el cuadro 37.) El gobierno central financió totalmente estas inversiones.

El Departamento de Navegación ha elaborado un ambicioso programa para el quinquenio 1971 a 1975, por valor de 11.7 millones de dólares; con ello se pretende realizar los estudios, la canalización y la construcción de obras portuarias en los sistemas río San Juan-lago Nicaragua-lago Managua, Puerto Cabezas-río Coco-río Prinzapolka, Rama-El Bluff-río Grande de Matagalpa. (Véase el cuadro 38.) Dichas obras serían financiadas mediante préstamos del exterior por valor de 8.2 millones y aportes estatales por 3.5 millones.

El presupuesto de funcionamiento del Departamento de Navegación alcanzaba en 1971 cifras de 417 000 dólares; 73 personas, siete de las cuales eran profesionales, se dedicaban a las actividades propias del sector. (Véase el cuadro 39.)

Cuadro 35

NICARAGUA: HIDROELECTRICIDAD, PROGRAMA DE INVERSIONES, 1971 A 1975

Organismo y proyecto	Inversión programada (miles de dólares)			Potencia a instalar (kW)
	Total	Obras	Estudios	
<u>Total nacional</u>	5 660	5 660	-	<u>50 000</u>
Empresa Nacional de Luz y Fuerza				
Proyecto Santa Bárbara	5 660	5 660 ^{a/}	-	50 000

a/ Inversión requerida para completar la central y obras conexas.

Cuadro 36

NICARAGUA: HIDROELECTRICIDAD, PERSONAL Y PRESUPUESTO
 DE FUNCIONAMIENTO, 1971

Organismo	Personal		Presupuesto (miles de dólares)
	Total	Profesional	
<u>Total nacional</u>	<u>73</u>	<u>4</u>	<u>399</u>
Empresa Nacional de Luz y Fuerza			
Planificación	4	2	19
Operación y mantenimiento	69	2	380
Otras empresas	...	...	...

Cuadro 37

NICARAGUA: NAVEGACION FLUVIAL. INVERSIONES AL 31 DE DICIEMBRE DE 1970

Organismo y sistema	Inversiones (miles de dólares)			Longitud navegable (kilómetros)
	Total	Obras	Estudios	
<u>Total nacional</u>	<u>139</u>	<u>60</u>	<u>79</u>	
<u>Departamento de Navegación del Ministerio de Obras Públicas</u>	<u>139</u>	<u>60</u>	<u>79</u>	
Mejoramiento del sistema de transporte lago Nicaragua	10	-	10	
Complejo portuario Rama-El Bluff	69	-	69	
Construcción muelle en Bluefields	60	60	-	

Cuadro 38

NICARAGUA: NAVEGACION FLUVIAL. PROGRAMA DE INVERSIONES, 1971 A 1975

Organismo y sistema	Inversión programada (miles de dólares)			Longitud navegable (kilómetros)
	Total	Obras	Estudios	
<u>Total nacional</u>	<u>11 696</u>	<u>9 906</u>	<u>1 790</u>	
<u>Departamento de Navegación del Ministerio de Obras Públicas</u>				
Canalización y obras portuarias en el sistema río San Juan y lagos Nicaragua y Managua	6 209	4 696	1 513	...
Canalización y obras portuarias en el sistema Puerto Cabezas y ríos Coco y Prinzapolka	769	563	206	230
Canalización y obras portuarias en el sistema Rama, El Bluff, río Grande de Matagalpa	4 718	4 647	71	120

Cuadro 39

NICARAGUA: NAVEGACION FLUVIAL, PERSONAL Y PRESUPUESTO DE
FUNCIONAMIENTO, 1971

Organismo	Personal		Presupuesto (miles de dólares)
	Total	Profesional	
<u>Total nacional</u>	<u>73</u>	<u>7</u>	<u>417</u>
Departamento de Navegación del Ministerio de Defensa			
Dirección y administración	27	5	83
Planeamiento y diseño ^{a/}	46	2	334

a/ Incluye mejoramiento de puertos lacustres y complejo portuario Rama-El Bluff.

e) Hidrología y meteorología

Las actividades básicas de hidrología y meteorología son realizadas por la Empresa Nacional de Luz y Fuerza y el Servicio Meteorológico del Ministerio de Defensa; adicionalmente, la Oficina de Catastro y Recursos Naturales realiza evaluaciones con propósito fiscal, y la Comisión Nacional del Algodón, opera una amplia red termopluviométrica. Existe un Comité Coordinador de Recursos Hidráulicos para coordinar todas las actividades relacionadas con la medición, evaluación y aprovechamiento del agua; su efectividad ha sido muy limitada.

Las inversiones en estas actividades hasta el 31 de diciembre de 1970 alcanzaban 1 345 000 dólares; se encontraban funcionando 35 estaciones hidrométricas, 9 estaciones meteorológicas principales (tipo A), 46 estaciones meteorológicas ordinarias (tipo B) y unas 353 pluviométricas (tipo C). (Véase el cuadro 40.) La cobertura promedio era insuficiente, especialmente en la vertiente atlántica, a pesar de las fuertes inversiones. Estas se habían financiado mediante aportes estatales por 499 000 dólares, préstamos externos por valor de 437 000, y aportes del PNUD y otras fuentes por 409 000 dólares.

Las inversiones programadas para el próximo quinquenio 1971-75 llegan a los 572 000 dólares, sin contar la posible realización de una segunda fase del Proyecto Hidrometeorológico, con lo cual se espera mejorar la cobertura de la red básica de estaciones. (Véase el cuadro 41.) Estas inversiones se llevarían a cabo principalmente mediante aportes estatales, donaciones del PNUD y recursos propios de ENALUF.

De acuerdo con el presupuesto de 1971, para el funcionamiento de estas actividades se gastaban 391 000 dólares, y se ocupaban a 179 personas de las cuales 23 eran profesionales.^{15/} (Véase el cuadro 42.)

15/ Se excluyen los observadores de estaciones que trabajan a tiempo parcial.

Cuadro 40

NICARAGUA: HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA; INVERSIONES AL
 31 DE DICIEMBRE DE 1970

Organismo	Inversiones (miles de dólares)			Número de estaciones			
	Total	Hidrología	Meteorología	Hidro métri cas	Meteorológicas		
					Tipo A	Tipo B	Tipo C
<u>Total nacional</u>	<u>1 345</u>	<u>779</u>	<u>566</u>	<u>35</u>	<u>9</u>	<u>46</u>	<u>353</u>
Empresa Nacional de Luz y Fuerza	68	44	24	26	3	26	76
Servicio Meteorológico Nacional	20	-	20	-	3	4	15
Comisión Nacional del Algodón	10	-	10	-	-	16	210
Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano ^{a/}	357	205	152	-	-	-	-
Oficina de Catastro y Recursos Naturales	879	520 ^{b/}	359	7	3	-	-
Universidad Centroamericana ^{c/}	10	10	-	-	-	-	-
Particulares	1	-	1	-	-	-	52

^{a/} Aportaciones del PNUD para asesoría, equipos y otros rubros.

^{b/} Incluye gastos por 101 000 dólares en perforación de pozos.

^{c/} Inversión para el canal de calibración de molinetas, en construcción.

Cuadro 41

NICARAGUA: HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA, PROGRAMA DE INVERSIONES, 1971 A 1975

Organismo	Inversión programada (miles de dólares)			Número de estaciones			
	Total	Hidro logía	Meteoro logía	Hidro métri cas	Meteorológicas		
					Tipo A	Tipo B	Tipo C
<u>Total nacional</u>	<u>572</u>	<u>471</u>	<u>101</u>	<u>16</u>	<u>4</u>	<u>29</u>	<u>110</u>
Empresa Nacional de Luz y Fuerza	69	45	24	15	3	25	80
Servicio Meteorológico Nacional	6	-	6	-	1	4	30
Proyecto Hidrometeoroló- gico Centroamericano (PNUD/OMM) <u>a/</u>	91	50	41	-	-	-	-
Oficina de Catastro y Recursos Naturales	376	346 ^{b/}	30	-	-	-	-
Universidad Centroame- ricana <u>c/</u>	30	30	-	1	-	-	-

a/ Aportes estimados de PNUD/OMM en 1971 y 1972 solamente; no incluye la segunda fase.

b/ Inversiones en pozos y estudios hidrogeológicos.

c/ Inversiones para completar la construcción del canal de calibración de molinetes.

Cuadro 42

NICARAGUA: HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA, PERSONAL Y PRESUPUESTO DE
 FUNCIONAMIENTO EN 1971

Organismo y actividad	Personal		Presupuesto
	Total	Profesional	(miles de dólares)
<u>Total nacional</u>	<u>179</u>	<u>23</u>	<u>391</u>
Planeamiento y estudio	41	16	
Operación y mantenimiento	138	7	
<u>Empresa Nacional de Luz y Fuerza</u>	<u>49</u>	<u>9</u>	<u>176</u>
Planeamiento y diseño	5	2	
Operación y mantenimiento	44	7	
<u>Servicio Meteorológico Nacional</u>	<u>104</u>	<u>5</u>	<u>121</u>
Planeamiento y estudio	10	5	
Operación y mantenimiento	94	-	
<u>Oficina de Catastro y Recursos Naturales</u>	<u>26</u>	<u>9</u>	<u>94</u>
Planeamiento y estudios ^{a/}			

a/ Hidrología e Hidrogeología solamente.

f) Sumario de aspectos económico-financieros

Al 31 de diciembre de 1970, las inversiones acumuladas en la medición y el aprovechamiento del agua en el país, alcanzaban cifras de 68.6 millones de dólares (36 dólares por habitante) correspondiendo el 76 por ciento a obras en operación y el resto a construcciones en proceso y estudios. El total de las inversiones estaba distribuido por sectores de la siguiente manera:

	<u>Porcentaje</u>
Hidroelectricidad	49.0
Acueductos y alcantarillados	27.8
Riego y avenamiento	21.0
Hidrología y meteorología	2.0
Navegación fluvial	0.2

Las inversiones en obras en operación del sector público representan el 76 por ciento del total, proporción que se mantiene en todos los sectores excepto en el riego donde la participación del sector privado es notable.

Las obras han sido financiadas mediante préstamos a largo plazo, aportes del estado y aportes privados y de otras fuentes. Los primeros han contribuido con el 46 por ciento del costo total de las inversiones, y de la suma total prestada el 94 por ciento es de origen externo, a largo plazo y bajo interés. El gobierno central ha contribuido a través de su presupuesto al financiamiento de las obras con cerca del 25 por ciento del total invertido, correspondiendo los mayores aportes a los sectores de hidroelectricidad y acueductos y alcantarillados. El sector privado ha participado ampliamente en las inversiones, especialmente en riego. (Véase el cuadro 43.)

El sector público ha elaborado un programa de inversiones para el quinquenio 1971 a 1975 por valor de 55.4 millones de dólares, con

Cuadro 43

NICARAGUA: INVERSIONES TOTALES ACUMULADAS EN LA UTILIZACION DEL AGUA HASTA 1970

(Miles de dólares)

Concepto	Total todos los sectores	Acueductos y alcantarillados	Hidroelectricidad	Riego y avenamiento	Navegación fluvial	Hidrología y meteorología
Inversiones	<u>68 639</u>	<u>19 117</u>	<u>33 627</u>	<u>14 411</u>	<u>139</u>	<u>1 345</u>
Fijas en operación	52 615	18 465	20 628	12 865	60	596
Sector público	39 860	18 465	20 628	111	60	596
Sector privado	12 755	-	-	12 754	-	1
En construcción	11 917	-	11 907	-	-	10
Estudios y otros	4 107	652	1 092	1 546	79	738
Deudas a largo plazo	<u>31 721</u>	<u>4 360</u>	<u>23 018</u>	<u>3 906</u>	-	<u>437</u>
Extranjera	29 880	4 360	23 018	2 065	-	437
Nacional	1 841	-	-	1 841	-	-
Patrimonio	<u>36 918</u>	<u>14 757</u>	<u>10 609</u>	<u>10 505</u>	<u>139</u>	<u>908</u>
Aportes del gobierno	17 542	6 727	8 880	1 297	139	499
Otros aportes	19 376	8 030	1 729	9 208	-	409

lo cual casi se duplicarían las inversiones actuales. En dicho presupuesto la participación que corresponde a acueductos y alcantarillados es del 53 por ciento; la de navegación fluvial, el 21 por ciento; la de riego, un 15 por ciento; la de hidroelectricidad, el 10 por ciento, y la de hidrología y meteorología el uno por ciento restante. Para financiar el costo de estas inversiones se utilizarán: 1) préstamos de agencias financieras internacionales por valor de 35.7 millones (64 por ciento del total), un 70 por ciento de lo cual ha sido ya negociado; 2) aportes del gobierno central por 13.1 millones (24 por ciento del total); 3) recursos propios provenientes de generación interna de efectivo por valor de 6.4 millones (11 por ciento); y, 4) otras fuentes. Los aportes del estado en 1971 ascendieron a 3 065 000 dólares aproximadamente. (Véase el cuadro 44.)

Según los presupuestos de 1971, los gastos de funcionamiento en el sector aguas ascienden a 4 950 000 dólares, lo que representa un 7.2 por ciento de las inversiones acumuladas por el sector hasta 1970. En 1971, un total de 1 444 personas se dedicaban al planeamiento, aprovechamiento y medición del agua en el país, 114 de los cuales eran profesionales. (Véase el cuadro 45.)

2. Aspectos legales e institucionales^{16/}

a) Breve descripción del derecho de aguas

1) Formulación de la política de aguas. La ley de 1958 sobre aprovechamiento de recursos naturales no incluye al agua, y no existe una formulación unitaria sobre política de aguas ni se han previsto los mecanismos para que el Poder Ejecutivo la establezca. Los instrumentos legales vigentes favorecen una pluralidad de políticas e incluso pueden dar lugar a actividades contradictorias o conflictivas en el aprovechamiento y manejo del recurso.

^{16/} Este capítulo es un resumen del documento (E/CN.12/CCE/SC.5/74/Add.4; TAO/LAT/104/Nicaragua), y toma en cuenta también un informe de la FAO, elaborado en 1968. (25)

Cuadro 44

NICARAGUA: COSTO Y FINANCIAMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE UTILIZACION DEL AGUA, 1971 A 1975

(Miles de dólares)

Concepto	Total todos los sectores	Acueductos y alcantarillados	Hidroelectricidad	Riego y avenamiento	Navegación fluvial	Hidrología y meteorología
Costo del programa	<u>55 418</u>	<u>29 364</u>	<u>5 660</u>	<u>8 126</u>	<u>11 696</u>	572
Financiamiento						
Préstamos	<u>35 710</u>	<u>17 378</u>	<u>4 139</u>	<u>5 952</u>	<u>8 221</u>	<u>20</u>
Exterior, obtenidos	25 368	12 184	4 139	5 910	3 115	20
Exterior, a obtener	10 300	5 194	-	-	5 106	-
Nacionales	42	-	-	42	-	-
Aportaciones de capital	<u>19 708</u>	<u>11 986</u>	<u>1 521</u>	<u>2 174</u>	<u>3 475</u>	<u>552</u>
Del gobierno	13 141	7 608	-	1 676	3 475	382
Recursos propios	6 378	4 378	1 521	400	-	79
Otros	189	-	-	98	-	91
Aportes gubernamentales en 1971	3 065	1 060	-	930	1 000	75

Fuente: Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Presupuesto General de Ingresos y Egresos de la República, 1971, y otras fuentes.

Cuadro 45

NICARAGUA: PERSONAL Y COSTO DE FUNCIONAMIENTO EN LA
UTILIZACION DEL AGUA, 1971

Concepto	Total todos los sectores	Acueductos y alcantarillados	Riego y avenamiento	Hidroelectricidad	Navegación fluvial	Hidrología y meteorología
<u>Presupuesto, miles de dólares</u>	<u>4 950</u>	<u>2 636</u>	<u>1 107</u>	<u>399</u>	<u>417</u>	<u>391</u>
<u>Personal total</u>	<u>1 444</u>	<u>956</u>	<u>163</u>	<u>73</u>	<u>73</u>	<u>179</u>
Administrativo y directivo	252	209	16	-	27	-
Planeamiento y diseño	342	191	60	4	46	41
Operación y mantenimiento	850	556 ^{a/}	87	69	-	138
Personal profesional ^{b/}	<u>114</u>	<u>58</u>	<u>22</u>	4	<u>7</u>	<u>23</u>

a/ No incluye personal de las aguadoras municipales.

b/ Ya incluido en personal total.

11) Planificación, programación y coordinación del uso del agua. El organismo que tiene a su cargo la planificación del desarrollo del país parece no haber tenido en cuenta la unidad del ciclo hidrológico, la interdependencia de los sectores económicos que resulta de la comunidad física del recurso, la necesidad de concentrar y difundir la información básica que se necesita para formular una política de desarrollo hidráulico, ni la debida coordinación en el aprovechamiento del agua.

El Comité Nacional Coordinador de Recursos Hidráulicos se creó en 1968 para coordinar los programas que en materia de aguas cumplen diversos organismos. Otro comité coordina el catastro e inventario de recursos naturales, y existe un comité interministerial para coordinar las actividades relativas al riego. Su funcionalidad y efectividad es sólo relativa.

No existe un organismo único que centralice, estudie y difunda la información hidrológica y meteorológica básica que requiere la programación del desarrollo, sino que varios organismos estatales y autónomos realizan estas tareas.

No existe tampoco un organismo nacional que coordine el aprovechamiento y la conservación del agua del país; cada sector desarrolla independientemente sus proyectos de aprovechamiento.

iii) Propiedad de las aguas y cosas conexas. La Constitución incorpora todas las aguas al dominio estatal, exceptuando aquéllas que han sido adquiridas por los particulares; falta sin embargo, una ley secundaria que establezca las normas respectivas para su aprovechamiento y concesión.

El Código Civil declara públicos los ríos y sus lechos, los lagos y lagunas, los canales y corrientes navegables o flotables, las fuentes públicas y puentes construidos y mantenidos por la administración general o municipal.

El mismo Código Civil declara comunes a las corrientes no navegables ni flotables que, atravesando terrenos públicos y privados, desemboquen en el mar o en corrientes flotables; lo mismo se aplica en el caso de lagos y lagunas ubicados en terrenos municipales y departamentales, y de estanques y fuentes o pozos construidos a costa de las municipalidades.

iv) Derecho al aprovechamiento y uso de las aguas. Las aguas privadas por derecho adquirido antes de la norma constitucional, pueden ser explotadas libremente por sus propietarios aunque el Estado podría reglamentar tal derecho sin afectarlo.

El aprovechamiento del agua puede efectuarse de las siguientes maneras: a) aprovechamiento por el Estado; b) aprovechamiento común; c) aprovechamiento especial por imperio de ley, y d) aprovechamiento especial mediante concesión o permiso.

La Constitución autoriza al Estado para aprovechar las aguas, pero no se ha dictado la ley reglamentaria de dicho aprovechamiento.

Por imperio de ley puede disponer del agua de un predio donde haya una fuente natural, quien haya construido un pozo brotante, aljibe o presa para retener aguas pluviales en su propio fundo. El concesionario de exploración o explotación de minas puede utilizar racionalmente las aguas que halle en terrenos nacionales dentro del área de su concesión; el concesionario de explotación de riquezas naturales puede utilizar las aguas que corran por cauces naturales para uso doméstico y para las operaciones objeto de la concesión.

Salvo lo dispuesto en materia energética, como se verá más adelante, no se ha legislado el otorgamiento de permisos o concesiones; se entiende que dicho otorgamiento incumbe al Poder Ejecutivo. Resulta indispensable establecer las normas reglamentarias del uso y aprovechamiento de las aguas, tal como señala la Constitución, mediante un código sobre la materia que haga imperativa la concesión o permiso para todo aprovechamiento.

/v) Desmembramientos.

v) Desmembramientos, limitaciones y gravámenes al dominio en interés del aprovechamiento y conservación de las aguas. A fin de facilitar la conservación y el aprovechamiento de las aguas, el derecho establece relaciones a favor de las mismas, su beneficiario o el objeto beneficiado y bienes ajenos; dichas relaciones pueden ser de imposición legal, judicial, administrativa o voluntaria.

De acuerdo con las primeras, los predios inferiores deben soportar las aguas que naturalmente fluyan de los superiores; el propietario del predio superior no puede hacer obras que agraven esa obligación. Los dueños de predios en que existan obras de defensa contra el agua están obligados a repararlas o a tolerar que lo hagan los propietarios perjudicados. La ribera y una zona de tres metros de las riberas de los ríos están sometidas a servidumbre de uso público para navegación, flotación, pesca y salvamento.

Los propietarios de fincas que desean usar aguas pueden constituir judicialmente servidumbre de acueducto. Aquellos que tengan derecho a derivar aguas pueden establecer apoyo o esclusas sobre las orillas y constituir servidumbre de estribo de presa.

El Ministerio de Obras Públicas puede imponer a favor de las obras hidroeléctricas, servidumbres de acueducto, electroducto, de líneas telefónicas y telegráficas, de instalaciones de radio y televisión y de paso.

Los propietarios de terrenos pueden establecer voluntariamente sobre ellos las servidumbres que deseen.

Sería conveniente proyectar la legislación de la servidumbre de paso y restringir el uso y goce de tierras para la protección de los mismos.

vi) Creación, modificación, transformación y extinción de derechos por acción de las aguas. En el caso de que cambie el cauce de un río, el cauce abandonado beneficia a los ribereños; el cauce nuevo de un río navegable y flutable pasa a ser del dominio público.

Las islas que se formen en ríos navegables o flotables pasan a ser propiedad del Estado; las islas formadas por acumulación en los ríos benefician al ribereño más próximo, o por partes iguales a ribereños equidistantes.

Las inundaciones extraordinarias o la disminución del nivel de estanques o lagunas no altera el dominio de los ribereños.

b) Normas especiales para los distintos aprovechamientos del agua

i) Abastecimiento doméstico y urbano y alcantarillados. No existen disposiciones especiales para el agua destinada al abastecimiento de poblaciones.

Un organismo estatal, el Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillados (DENACAL) del Ministerio de Salud Pública, tiene a su cargo la construcción y administración de los sistemas urbanos de acueductos y alcantarillados; en la capital, la Empresa Aguadora de Managua tiene a su cargo el servicio.

La Empresa Aguadora de Managua rige sus actividades mediante un reglamento, que incluye además regulaciones referentes a la contaminación de las aguas.

El Código Penal califica como delito arrojar en fuentes, cisternas o corrientes de agua potable, cualquier objeto que la haga nociva para la salud.

ii) Energía. El Instituto Nacional de Energía Eléctrica, creado en agosto de 1969, tiene como finalidades el desarrollo, coordinación, regulación y vigilancia del sistema nacional de electrificación; el Instituto absorbió todas las atribuciones y facultades señaladas a la extinta Comisión Nacional de Energía, tanto en su ley de creación como en la ley sobre la industria eléctrica.

La Empresa Nacional de Luz y Fuerza (ENALUF) es el organismo nacional autónomo encargado de realizar el plan de electrificación del país, de acuerdo con su ley de creación de 1954.

La Ley 531 de 1960 declara de utilidad pública determinadas obras hidroeléctricas. La Ley de Industria Eléctrica de 1957 señala inicialmente la preferencia para las obras hidroeléctricas, pero posteriormente las subordina a la satisfacción de otras necesidades.

Requieren concesión los aprovechamientos de agua destinados a generar energía para servicio público, lo mismo que el establecimiento de plantas hidráulicas para uso particular cuya capacidad sea superior a 100 kilovatios. Estas concesiones las otorga el Poder Ejecutivo, previo dictamen del Instituto Nacional de Energía Eléctrica, por períodos de 5 a 50 años. Para aprovechamientos de 5 a 100 kilovatios, se requiere permiso del Instituto. Estas concesiones o permisos caducan si no se realizan las obras o si se altera su finalidad.

iii) Agricultura. No existen disposiciones especiales para el uso agrícola del agua ni se ha previsto un régimen para el otorgamiento de concesiones o permisos para ese fin.

En el área de Rivas, se creó en 1961 la Empresa de Riego de Rivas para implantar un sistema de riego.

Las obras necesarias para la realización de proyectos cuyo objeto sea el aprovechamiento del agua con fines de riego en beneficio colectivo de los habitantes del país, o de una determinada región, son de utilidad pública sin perjuicio de terceros. Los proyectos pueden ser emprendidos por particulares organizados en empresas de servicio público, autorizadas por el Poder Ejecutivo cuando su importancia tenga carácter general, o por organismos especializados creados en virtud de ley; su funcionamiento y administración se regirán mediante reglamentación especial dictada por el Poder Ejecutivo.

/iv) Navegación

iv) Navegación. El Código de Comercio, en sus artículos 735 a 1 046 rige las relaciones jurídicas privadas derivadas de la navegación marítima, pero no se refiere a las aguas en sí mismas; supletoriamente podría aplicarse a los efectos de derecho privado de la navegación fluvial.

El Código Civil establece que no pueden usarse las aguas o riberas de modo que se impida o entorpezca la navegación.

v) Pesca. La ley 316 de 1958 establece que al igual que las demás riquezas naturales, los peces pertenecen al Estado. La ley 557 de 1951 rige la explotación de la pesca.

De acuerdo con el Código Civil constituye un aprovechamiento común la pesca en aguas públicas y comunes, y en arroyos, estanques, lagunas o charcos particulares sin cercos ni cultivos; en otros casos, es menester solicitar el permiso de los particulares. Para ejercer la pesca comercial se requiere licencia del Ministerio de Economía; para la doméstica, permiso del Departamento de Caza y Pesca del Ministerio de Agricultura.

La ley de explotación de la pesca prohíbe pescar algunas especies y hacerlo en algunas épocas, impedir la navegación, contaminar las aguas con sustancias nocivas a los peces y emplear sustancias venenosas o tóxicas y explosivos para la pesca.

La policía pesquera es ejercida por los inspectores del Departamento de Caza y Pesca, los inspectores forestales y los inspectores de la Dirección General de Recursos Naturales del Ministerio de Economía. Su acción no es concurrente sino que se ejerce sobre distintas materias o regiones.

vi) Minería. El Código de Minería establece que el concesionario minero puede efectuar instalaciones para abastecimiento de agua y lavado de minerales, así como construir canales y puertos; debe asimismo usar racionalmente las aguas que encuentre en terrenos nacionales

dentro del área de su concesión. Prohíbe la contaminación de aguas naturales con los desechos del proceso de minas.

Para la explotación de oro que se encuentre en el lecho de los ríos se requiere licencia de la Dirección General de Recursos Naturales del Ministerio de Economía. Los concesionarios de exploración o explotación petrolera deben proporcionar a dicha Dirección General información geológica y deben permitir el uso de puertos y canales construidos por ellos a otros concesionarios de riquezas naturales.

c) Normas especiales para distintas clases de agua

La única disposición legal en materia de agua subterránea está contenida en el Código Civil, y exime de indemnizar a quien priva de agua a un tercero mediante pozo abierto en el terreno. Desde 1967 se está llevando a cabo un proyecto de investigación de aguas subterráneas en la costa del Pacífico, con ayuda del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, uno de cuyos objetivos es el de revisar y ampliar la legislación de aguas vigente.

No se ha legislado sobre la acción del hombre sobre las aguas meteóricas ni el aprovechamiento de aguas ya caídas.

Parece indispensable solventar estas deficiencias en la legislación nicaragüense en un corto plazo, dados los considerables grados previstos de desarrollo de los recursos.

d) Acción contra los efectos nocivos y el deterioro de las aguas

i) Defensa contra inundaciones. El dueño de un predio donde hubiesen obras defensivas contra el agua está obligado a repararlas o a permitir que terceros lo hagan; los costos de esas obras se imponen en proporción a los beneficios.

ii) Avenamiento. El avenamiento no está expresamente legislado. El Código Civil señala que en caso de oposición a la desecación de un

pantano por quien tuviese derecho a su agua, y si por los trabajos necesarios que demandaran un gasto proporcional a su objeto no se pudieran conciliar sus intereses, se autoriza su desecación indemnizando al oponente.

iii) Conservación. No existen disposiciones para prevenir la intrusión salina en los acuíferos subterráneos cercanos al mar, y sólo existen disposiciones aisladas que previenen la contaminación del recurso.

e) Aguas de interés internacional

Las aguas del río San Juan pertenecen a Nicaragua; las bahías de San Juan del Norte y Salinas son comunes. Costa Rica tiene derecho perpetuo a la navegación comercial desde la desembocadura del San Juan hasta tres millas antes del Castillo Viejo; las embarcaciones de cada país pueden atracar indistintamente en las riberas del otro. Ambos gobiernos se comprometen a defender solidariamente el río San Juan.

Nicaragua puede realizar dentro de su propio territorio obras de mejora que no resulten en la ocupación, inundación o daño en territorio costarricense, o que impidan o deterioren la navegación del río San Juan.

La frontera con Honduras corre por el "thalweg" del río Coco y el de su afluente el Poteca, de acuerdo con el Laudo Arbitral del Rey de España en 1906.

f) Estructura administrativa

En los acápites anteriores se ha hecho referencia a las distintas agencias o sectores de la administración pública que intervienen en el manejo de las aguas y formulan recomendaciones para conservarlas.

Se examina a continuación el complejo administrativo relacionado con las aguas --como un todo y no por componentes-- con la idea de

/apreciar su

apreciar su vinculación con el resto de la administración pública y las interrelaciones que existen entre esos componentes.

El gráfico 2 contiene el organigrama de la administración pública relacionado con el sector agua. En el cuadro 46 se incluyen las actividades de todos los organismos que se ocupan específica o genéricamente, directa o indirectamente del sector; y señala los principales sujetos afectados por ellas. En el cuadro 47 se indican los alcances de las distintas actividades que realiza la administración pública sobre las aguas; su división en casilleros tiene por objeto identificar los distintos sectores de la administración pública relacionados con las aguas, a partir de su actividad.

La lectura en sentido horizontal del cuadro 47 indica que a pesar de la unidad del ciclo hidrológico, los distintos problemas que resultan del agua por su uso, localización o estado, son atendidos por sectores diferentes de la administración pública. La lectura en sentido vertical señala que en general los sectores que construyen las obras también las planean, programan y financian.

No existe por lo tanto una adecuada coordinación en el planeamiento del uso y conservación del agua, y se producen duplicaciones de funciones en el desarrollo de estas actividades. Este problema impide un desarrollo óptimo y racional del recurso, y la urgente necesidad de satisfacer ordenada y económicamente las crecientes demandas de agua impone un ordenamiento de la estructura administrativa.

Desde el punto de vista del uso del recurso, lo más sencillo sería concentrar horizontalmente lo más posible las distintas dependencias que se ocupan del agua; sin embargo, a pesar de que la concentración horizontal es necesaria para su planificación integral, podría obstaculizarse su funcionamiento y perjudicarse indirectamente la actividad que se pretende racionalizar. La concentración vertical, sin embargo, sólo puede hacerse con limitaciones porque dichas

actividades exigen una estrecha interacción entre las generales y sintéticas señaladas en la parte superior del cuadro 47 y las particulares analíticas diferenciadas en la base.

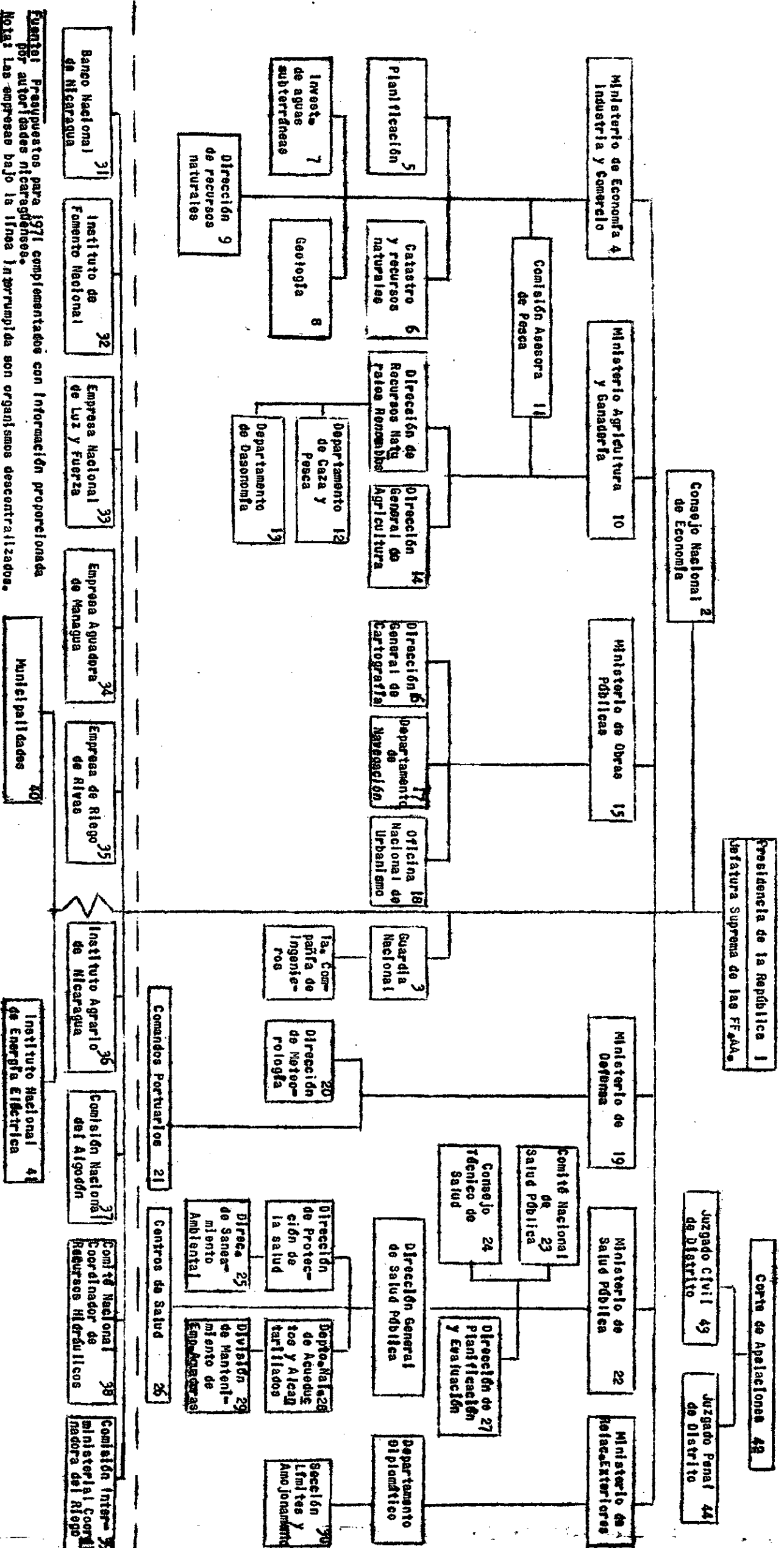
Parecería lógico en consecuencia, crear un organismo centralizador que se integrase con los distintos sectores relacionados con el agua, como primer paso para una programación coordinada del aprovechamiento del recurso; en él se centralizarían las actividades básicas comunes de medición y evaluación, concesión y vigilancia y coordinación del aprovechamiento del agua, asegurándose su distribución racional y óptima. Las actividades de uso y conservación del agua continuarían en manos de cada organismo sectorial especializado.

A esta misma autoridad de aguas convendría asignarle atribuciones que le permitieran resolver los conflictos administrativos que se planteasen sobre la materia, así como su intervención preventiva y represiva, delegando funciones de vigilancia en las autoridades de cuenca o región si ello fuese conveniente.

Los aspectos comunes del aprovechamiento de las aguas, como la operación de obras de propósito múltiple, podrían ser atendidos por el organismo sectorial que se considerase más conveniente en cada caso, o podrían crearse organismos especiales para administrar algunas obras pero sometidos a las directrices de la autoridad de aguas.

La participación privada en el manejo y administración de aguas y obras podría implantarse a base de un moderno régimen de cooperación de los usuarios. Un régimen legal aseguraría su viabilidad, pero su adecuado funcionamiento dependería de que se lograra una educación especial del usuario, razón por la cual la legislación tendría que prever la colaboración estatal para apuntalar su funcionamiento y suplir sus deficiencias.

NICARAGUA: ESTRUCTURA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA RELACIONADA CON LAS AGUAS



Fuentes: Presupuestos para 1971 complementados con información proporcionada por autoridades nicaragüenses.

Nota: Las empresas bajo la línea interrumpida son organismos descentralizados.

Cuadro 46

NICARAGUA: ACTIVIDADES DE LA ADMINISTRACION PUBLICA RELATIVAS AL AGUA

Institución	Actividades	Principales sujetos afectados
1 PE Presidencia de la República	Legislar en materia de desarrollo, bienestar social, salud pública, agricultura, economía, etc., durante el receso legislativo y reglamentar las leyes. Autorizar el funcionamiento de empresas de servicio público para que emprendan proyectos de riego.	Todos Empresas de servicio público de riego
2 CNE Consejo Nacional de Economía	Asesorar al Presidente en materia de política económica. Elaborar planes de desarrollo económico y social de mediano y largo plazo, proyectos específicos sectoriales o regionales, conocer y coordinar los programas y proyectos elaborados por otros sectores del estado, revisar y evaluar la ejecución de programas. Determinar el campo de capacitación a que deben orientarse los becarios del estado. Evaluar el desarrollo económico y social del país y formular los lineamientos de su desarrollo en el período 1969-73. Cooperar para organizar un sistema nacional coordinado de implementación, evaluación y control de programas y proyectos específicos. Resolver los recursos contra la ERR por la fijación de tarifas.	Administración Pública central y descentralizada
3 GN Guardia Nacional	Realizar obras de abastecimiento de agua para pequeños núcleos poblados. Lo hace la Primera Campaña de Ingenieros.	Poblaciones rurales
4 MEI y C Ministerio de Economía, Industria y Comercio	Formular, dirigir y aplicar la política económica. Vigilar la explotación de los recursos naturales. Otorgar licencias de pesca y aprehensión comercial de especies de la fauna y flora acuática. Ejecutar el programa de estudios de la tabla de aguas del sector Occidental.	Usuarios de agua
5 OP Oficina de Planificación	Actuar como organismo ejecutivo del Consejo Nacional de Economía.	

Cuadro 46 (Continuación)

Institución	Actividades	Principales sujetos afectados
6 CRN Catastro e Inventario de Recursos Naturales	Coordinar y supervisar la ejecución del Catastro e Inventario de Recursos Naturales.	
7 IAS Investigación de aguas subterráneas	Cumplir programas de estudios del agua subterránea en un área central de la costa del Pacífico para abastecimiento de poblaciones e irrigación con la colaboración del Fondo para el Desarrollo (ONU). Colaborar en la realización del Catastro de recursos naturales.	
8 GEO Geología y aguas subterráneas	Inventariar los pozos existentes y volcarlos en un catastro. Perforar pozos exploratorios fuera del área cubierta por el proyecto de Naciones Unidas. Realizar un catastro de la información básica geológica, geomorfológica e hidrológica necesaria para estudios de suelos y aguas subterráneas.	Propietarios de pozos
9 DRN Dirección de Recursos Naturales	Tramitar solicitudes de concesión o licencias para explotar o explorar riquezas naturales.	Solicitantes
10 MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería	Vigilar el cumplimiento de las disposiciones que rigen la aprehensión de especies de la flora y fauna acuáticas. Reglamentar la defensa, control e incremento de los peces y especies de la fauna y flora acuáticas.	Pescadores
11 CAP Comisión Asesora de Pesca	Uniformar la política gubernativa referente a la pesca.	MA y G, MEI y C.

Cuadro 46 (Continuación)

Institución	Actividades	Principales sujetos afectados
12 DCP Departamento de Caza y Pesca	Fijar épocas, zonas y tamaños de peces vedados. Vigilar la racional explotación de la fauna y flora acuáticas para asegurar su defensa y protección. Otorgar licencias de pesca doméstica, deportiva y científica y permiso de pesca comercial por grupos familiares y permisos para introducir especies exóticas. Conservar, desarrollar, organizar, fomentar y proteger la fauna acuática. Cultivar y repoblar aguas.	Pescadores
13 DD Departamento de Dasonomía	Reforestar y conservar cuencas.	
14 DGA Dirección General de Agricultura	Gestionar el cumplimiento del programa de riego "Adelante" con la cooperación de la AID.	
15 MOP Ministerio de Obras Públicas	Propiciar la navegación y realizar obras de mejoramiento a ese fin. Tomar medidas y realizar obras necesarias para facilitar la navegación fluvial y lacustre. Estudiar el desarrollo del transporte en los lagos Managua, Nicaragua y sus tributarios.	Navegantes
16 DGC Dirección General de Cartografía	Levantar y confeccionar cartas hidrográficas y la red de nivelación y precisión en todo el territorio.	
17 DN Departamento de Navegación	Planear y construir obras de navegación y puertos	
18 ONU Oficina Nacional de Urbanismo	Elaborar planes reguladores, urbanos, de alcantarillado sanitario, agua potable y control de aluviones.	
19 MD Ministerio de Defensa	Vigilar la navegación fluvial y lacustre.	

Cuadro 46 (Continuación)

Institución	Actividades	Principales sujetos afectados
20 DM Dirección de Meteorología	Instalar equipos meteorológicos y suministrar información sobre el clima.	
21 CP Comandos Portuarios	Llevar registro de Marina y vigilar la navegación fluvial.	Navegantes
22 MSP Ministerio de Salud Pública.	Dirigir los servicios de higiene y estudiar e investigar en materia sanitaria.	
23 CNSP Comité Nacional de Salud Pública	Asesorar al Ministerio de Salud Pública.	
24 CTSP Consejo Técnico de Salud	Asesorar al Ministerio de Salud Pública.	
25 DSA División de Saneamiento Ambiental	Asesorar sobre el mejor uso del agua y su estado sanitario.	Usuarios de agua para fines domésticos
26 CS Centros de Salud	Inspeccionar el estado sanitario de las aguas.	Usuarios de agua para fines domésticos
27 DPES Dirección de Planificación y Evaluación de la Salud	Planificar la salud pública.	

Cuadro 46 (Continuación)

Institución	Actividades	Principales sujetos afectados
<p>28. DENACAL Departamento Nacional de Acueductos y Alcantarillados</p>	<p>A requerimiento de las Municipalidades, planear y diseñar obras de abastecimiento de agua potable y alcantarillado. Estudiar, construir, mantener y operar (en algunos casos) acueductos y alcantarillados urbanos y sus efluentes de aguas negras. Reglamentar la construcción, mantenimiento y operación de esas obras. Aprobar las obras que se realizan con fondos privados. Vigilar su funcionamiento aun cuando dependan de autoridades locales.</p>	Poblaciones urbanas
<p>29 DMEA División de Mantenimiento de Empresas Aguadoras</p>	<p>Vigilar el buen funcionamiento de las empresas aguadoras. (Se excluye a la Empresa Aguadora de Managua y los Municipios que gocen de préstamos internacionales para el establecimiento u operación de sus servicios de agua potable.)</p>	Empresas aguadoras
<p>30 MRE Ministerio de Relaciones Exteriores (Sección límites y amojonamiento)</p>	<p>Estudiar y asesorar al Presidente y al MRE en todo lo relativo a límites y su demarcación.</p>	
<p>31 BNN Banco Nacional de Nicaragua</p>	<p>Prestar asistencia técnica y financiera a ganaderos (dentro del Programa de Desarrollo Ganadero financiado por el BID). Prestar fondos para adquisición de bombas para agua, construir presas, pozos, canales y obras de riego a ganaderos.</p>	Ganaderos
<p>32 INFONAC Instituto de Fomento Nacional</p>	<p>Ejecutar programas de fomento de la producción, prestar asistencia técnica, fomentar la producción agropecuaria y las actividades que permiten aprovechar los recursos naturales. Auspiciar la formación de empresas necesarias para el desarrollo económico.</p>	Productores agropecuarios

Cuadro 46 (Continuación)

Institución	Actividades	Principales sujetos afectados
3 ENALUF Empresa Nacional de Luz y Fuerza	Producir y suministrar luz y fuerza eléctrica y prestar servicios similares o complementarios para uso público y privado.	Usuarios de Electricidad
4 EAM Empresa Aguadora de Managua	Suministrar agua potable a la ciudad de Managua.	Usuarios de agua potable de la ciudad de Managua
5 ERR Empresa de Riego de Rivas	Preparar planos y especificaciones, construir y administrar las obras de riego de Rivas.	Campesinos
6 IAN Instituto Agrario de Nicaragua	Adoptar medidas para hacer que se aprovechen las aguas para el riego conveniente de las tierras y se extienda el uso de la energía eléctrica en el campo.	Campesinos
7 CNA Comisión Nacional del Algodón	Investigar sobre todos los aspectos de la producción para lo cual mantiene una red de estaciones meteorológicas en la región del Pacífico.	
8 CNCRH Comité Nacional Coordinador de Recursos Hidráulicos	Coordinar las actividades relacionadas con el presente programa, el estudio del PNUD sobre las aguas subterráneas de la región costera central del Pacífico y el proyecto de ampliación y mejoramiento de los servicios meteorológicos en el Istmo Centroamericano.	Administración Pública relacionada con aguas
9 CICR Comité Interministerial Coordinador del Riego	Coordinar las actividades de los sectores de la Administración Pública que se ocupan del riego.	Administración Pública relacionada con el riego

Cuadro 46 (Conclusión)

Institución	Actividades	Principales sujetos afectados
40 MUNIC Municipalidades	Reglamentar baños públicos y el funcionamiento de empresas municipales aguadoras y de luz y fuerza.	Poblaciones urbanas
41 INEE Instituto Nacional de Energía Eléctrica	Desarrollar, coordinar, regular y vigilar el sistema nacional de electrificación.	Usuarios de la electricidad
42 CA Corte de Apelaciones	Resolver los recursos interpuestos contra la caducidad de concesiones hidroeléctricas.	Concesionarios de generación
43 JCD Juzgado Civil de Distrito	Resolver respecto a la distribución de aguas pertenecientes a varios dueños y conducidos por el mismo cauce.	Usuarios de agua
44 JPD Juzgado Penal de Distrito	Investigar y castigar la comisión de delitos con relación a las aguas	Todos

NICARAGUA: ACTIVIDADES Y SECTORES CUBIERTOS POR LA ADMINISTRACION PUBLICA, 1971

Actividad	Aspectos generales	Aprovechamientos										Distintas clases de aguas			Mejoramiento o conservación	Avenamiento
		Múltiples	Doméstico y urbano	Navegación	Energía	Agricultura	Ganadería	Pesca	Industria	Minería	Recreación	Subterráneas	Termales o minerales	Meteorológicas		
Programación	2 CNE		18 ONU 27 DPES 28 DENACAL	17 DN	41 INEE										18 ONU	
Estudios, investigación o recopilación de información básica	6 CRN 16 DGC		22 MSP 28 DENACAL	15 MOP	33 ENALUF							4 MEIG 7 IAS 8 GEO		20 OM 38 CNA	22 MSP	
Reglamentación	1 PR	1 PR	1 PR 28 DENACAL 40 MUN	1 PR	1 PR	1 PR	1 PR	1 PR	1 PR	1 PR	1 PR	1 PR	1 PR	1 PR	1 PR	1 PR
Autorización, concesión o reserva	9 DRN		28 DENACAL		41 INEE	1 PR						4 MEIC 12 DCP				
Policía, supervisión o vigilancia	4 MEIC		26 CS 28 DENACAL 29 DMEA 40 MUN	19 MD 21 CD	40 MUN 41 INEE							10 MAG 12 DCP			26 CS 40 MUN	
Protección de derechos	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	42 CA 43 JCD 44 JPD	2 CNE 43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD	43 JCD 44 JPD
Asignación de cargas, tarifas o precios					41 INEE	2 CNE 35 ERR										
Construcción, mantenimiento, operación o explotación			3 GN 28 DENACAL 34 EAM	15 MOP	33 ENALUF	35 ERR 36 IAN		12 DCP				3 GN 7 IAS			13 DD	
Financiación	32 INFONAC	32 INFONAC	32 INFONAC	32 INFO	32 INFO	31 BNN 32 INFO	31 BNN 32 INFO	32 INFO	32 INFO	32 INFO	32 INFO	31 BNN 32 INFO	32 INFO	32 INFO	32 INFO	32 INFO
Asesoramiento	2 CNE		23 CNSP 24 CTSP 25 OSA			35 ERR 36 IAN	31 BNN	12 DCP							23 CNSP 24 CTSP	

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se resumen a continuación las conclusiones del estudio sobre los recursos hidráulicos de Nicaragua que incluye la estimación de los usos actuales y proyectados del agua, y el análisis de los aspectos economicofinancieros y legales e institucionales, así como la identificación de los problemas que impiden o restringen el racional desarrollo de los recursos. Se presentan asimismo recomendaciones que permitirían mejorar la situación actual en materia de disponibilidad de información básica y de adaptación de los instrumentos legales e institucionales, como medida indispensable para satisfacer la demanda futura del agua.

I. Conclusiones

a) Recursos disponibles

1) Nicaragua cuenta con un caudal medio superficial de 5 519 metros cúbicos por segundo, el 96 por ciento del cual desagua hacia el Atlántico; esta disponibilidad se traduce en 90 800 metros cúbicos anuales por habitante (1970) y en 42,5 litros por segundo por kilómetro cuadrado de superficie. Se ha estimado que durante un año seco, con recurrencia de una vez en diez años, el caudal superficial oscila entre el 68 y el 75 por ciento del valor normal. El caudal superado el 95 por ciento del tiempo, o caudal de estiaje, se estima en unos 564 metros cúbicos por segundo que equivalen al 10 por ciento del caudal medio. Estimaciones provisionales indican que el rendimiento seguro de los depósitos de agua subterránea del país es de unos 527 metros cúbicos por segundo, caudal parcialmente incluido en la cifra citada del caudal de superficie.

2) Por lo que respecta a grandes cuencas, las de más elevados recursos de agua son la W de los ríos Wawa, Kukalaya y Prinzapolka (1 599 metros cúbicos por segundo), y la Y de los ríos Kurinwas, Escondido y otros (1 476 metros cúbicos por segundo), así como la AA₁ del río San Juan (789 metros cúbicos por segundo). El mayor potencial

/hidráulico

hidráulico corresponde indudablemente a las cuencas de la vertiente atlántica, donde las demandas y utilizaciones del agua son menores.

3) Del caudal total disponible en el país, el 27 por ciento tiene implicaciones internacionales por escurrir en ríos cuyas cuencas de drenaje son compartidas con países vecinos.

4) Nicaragua posee aproximadamente 391 600 hectáreas de tierras de primera calidad, aptas para la agricultura intensiva de cultivos anuales, en las que podría aumentarse la producción agrícola a base de riego durante la estación seca.

5) El potencial hidroeléctrico práctico del país, a base de utilización continua de las centrales, se estima en 2 285 megavatios, o su equivalente de 20 020 gigavatios-hora de energía. La potencia media unitaria es de 17.6 kilovatios por kilómetro cuadrado de superficie. Las grandes cuencas de más alto potencial son la V₂ del río Coco (696 MW); la X del río Grande de Matagalpa (514 MW); y las W (ríos Wawa, Kukalaya, Prinzipolka), y (Kurinwas, Escondido y otros), y AA₁ (San Juan) con potenciales superiores a 300 MW.

6) Sólo una fracción del territorio nacional posee una adecuada cobertura hidrométrica y meteorológica, lo que dificulta la evaluación del potencial y el desarrollo de los recursos existentes.

7) En general puede afirmarse que la zona de mayor densidad demográfica y de mayor demanda de agua para el consumo, corresponde a la región de menores recursos de agua. Asimismo, debe señalarse que las zonas de más alta elevación y pendiente no coinciden con la de mayores precipitaciones, lo que afecta adversamente el potencial hidroeléctrico.

b) Utilización actual del agua

1) En la actualidad (1970) se riegan en el país unas 43 300 hectáreas, lo cual supone utilizaciones neta y consuntiva del agua de 49.4 y 24.3 metros cúbicos por segundo, respectivamente. Esta superficie representa alrededor del 11 por ciento de la extensión regable en el país.

2) El sector doméstico e industrial acusa una utilización total y consuntiva que se estima en 1.7 y 0.5 metros cúbicos por segundo,

/respectivamente.

respectivamente. Los retornos urbanos contaminados del sector urbano, alcanzan cifras de 1.1 metros cúbicos por segundo; para lograr un nivel mínimo de oxígeno disuelto en el agua, se requerirá un caudal diluyente de 111 metros cúbicos por segundo.

3) En la generación de energía eléctrica se emplean 10.6 metros cúbicos por segundo. La capacidad instalada actual en plantas hidroeléctricas es de 50.5 megavatios, lo que representa solo el 2.2 por ciento del potencial práctico estimado.

4) Nicaragua posee un total de 1 812 kilómetros de canales naturales navegables; los requerimientos de agua para navegación fluvial mínima mediante pequeñas y medianas embarcaciones, son de 104.5 metros cúbicos por segundo.

5) La utilización nacional bruta del agua --obtenida como la suma aritmética de todos los usos y requerimientos sectoriales-- es de 166 metros cúbicos por segundo. La utilización neta o efectiva, que comprende los usos que resultan en consumo y contaminación, es de 62 metros cúbicos por segundo. La utilización consuntiva es de 35.4 metros cúbicos por segundo. El uso contaminante, obtenido por diferencia entre usos netos y consuntivos, es de 26.3 metros cúbicos por segundo.

6) En términos nacionales la utilización bruta del agua requiere el empleo de sólo el 3 por ciento de los caudales de un año normal; la utilización efectiva basada en los usos netos, representa el 1.1 por ciento del caudal medio y el 10.9 por ciento del flujo de estiaje; la disminución de los recursos por efecto de utilidades consuntivas llega al 0.6 por ciento del caudal normal y al 6.3 del de estiaje; los requerimientos para dilución natural de las aguas residuales no tratadas del sector urbano son menores que las disponibilidades de agua superficial. Ello indica que, a escala nacional, se efectúa un aprovechamiento relativamente bajo de los recursos disponibles y que la reoxigenación de las aguas residuales municipales podría realizarse por dilución natural.

7) A escala de gran cuenca, sin embargo, merecen especial mención la O_6 (ríos Estero Real y otros), la Z (ríos Tamarindo, Brito y otros) y la AA_1 del río San Juan, que acusan las mayores utilidades netas del país y

/cuyos grados

cuyos grados de aprovechamiento y consumo de los recursos son altos, especialmente durante el estiaje. Adicionalmente, la descarga de aguas residuales no tratadas en los ríos de estas cuencas y en el lago Managua ocasionan serios problemas de contaminación, ya que no existe caudal suficiente para lograr dilución natural en los primeros, y en el segundo las descargas contaminantes se concentran sólo en el extremo sur.

c) Utilización proyectada del agua

1) La disponibilidad de agua por habitante se verá disminuida a 66 200 metros cúbicos anuales en 1980 y a 47 300 en 1990, como resultado del crecimiento demográfico estimado.

2) Sobre la premisa de autoabastecimiento de la demanda interna de alimentos básicos y de mantenimiento del volumen actual de exportaciones que van fuera del área centroamericana, se estima que será preciso tener bajo riego 115 400 hectáreas en 1980 y 163 400 hectáreas en 1990. En el sector de suministro de agua potable e industrial se atenderían las necesidades de la creciente población urbana y rural. Buscando un mayor grado de autoabastecimiento energético y tomando en cuenta los planes provisionales de ENALUF, se estima que la potencia instalada en centrales hidroeléctricas será de 150 megavatios en 1980 y de 300 en 1990. Se estimaron también los requerimientos de agua para diluir naturalmente los retornos municipales no tratados, sobre la base de lograr un nivel mínimo de calidad en las aguas que permita la reutilización de retornos y garantizar la salud.

3) Para satisfacer la demanda estimada de 1980, los requerimientos de agua llegarían a los 305 metros cúbicos por segundo, lo que implica incrementar en un 85 por ciento la demanda actual; de dicha demanda nacional, el 39 por ciento corresponde al sector riego, un 34 por ciento al requerimiento para navegación fluvial mínima, el 26 por ciento a generación hidroeléctrica, y el restante uno por ciento al suministro de agua potable e industrial. La utilización neta del agua alcanzaría los 134 metros cúbicos por segundo, lo que implica un uso anual per cápita de 1 590 metros cúbicos. Los usos consuntivos serán de 70 metros cúbicos por segundo, y el requerimiento para dilución natural de aguas urbanas residuales llegará a los 167 metros cúbicos por segundo.

4) La satisfacción

4) La satisfacción de las necesidades de 1990 implicará una utilización bruta de 582 metros cúbicos por segundo, lo cual más que triplica el aprovechamiento actual; de dicha cifra, un 51 por ciento corresponderá a generación hidroeléctrica, el 30 por ciento a irrigación, el 18 al requerimiento para navegación fluvial mínima, y el uno por ciento a abastecimiento doméstico e industrial. La utilización neta llegará a los 189 metros cúbicos por segundo y el consumo real será de 97, lo que implica triplicar las cifras actuales. El requerimiento para dilución natural de los retornos municipales no tratados será de 266 metros cúbicos por segundo.

5) Para abastecer esos requerimientos en 1990 se precisará una utilización bruta relativamente baja de los recursos nacionales, que llegaría al 11 por ciento del caudal medio; durante el estiaje, sin embargo, la utilización nacional efectiva y el consumo real llegarán a representar el 33 y el 17 por ciento de los caudales disponibles, respectivamente. La disponibilidad de aguas será, en todo tiempo, inferior al requerimiento nacional para dilución natural de aguas residuales urbanas no tratadas.

6) Dado que las zonas de mayor demanda, consumo y contaminación coinciden con áreas de menores recursos hídricos, en las grandes cuencas de la vertiente del Pacífico y en la del río San Juan, será necesario emplear muy altos porcentajes de los recursos disponibles, especialmente durante la época seca durante la cual no existirá además disponibilidad suficiente para diluir los retornos municipales no tratados.

Por ello será menester hacer un uso eficiente, escalonado, repetido y complementario de los recursos hídricos superficiales y subterráneos; dar un adecuado tratamiento artificial a las aguas municipales residuales y emplear racionalmente los pesticidas y fertilizantes para controlar la contaminación, permitir la utilización de los retornos y garantizar la salud; construir embalses almacenadores del caudal y llevar a cabo intercambios de agua entre cuencas, a fin de incrementar oportunamente las disponibilidades y poder satisfacer adecuadamente las demandas.

d) Aspectos economicofinancieros

1) Las inversiones acumuladas en la investigación y utilización del recurso agua ascendían a fines de 1970 a 68.6 millones de dólares, lo que equivale a 36 dólares por habitante. El total de las inversiones estaba distribuido por sectores de la manera siguiente: hidroelectricidad, 49 por ciento; acueductos y alcantarillados, 28 por ciento; riego y avenamiento, 21 por ciento; hidrología y meteorología, 2 por ciento.

2) Las inversiones en obras en operación del sector público representan el 76 por ciento del total, proporción que se mantiene en todos los sectores excepto en el de riego en que la participación del sector privado supera la del público. Las inversiones han sido financiadas mediante préstamos a largo plazo, aportes estatales y aportes privados y de otras fuentes. Los préstamos han contribuido con el 46 por ciento del costo total de las obras, y del total prestado un 94 por ciento es de origen externo a largo plazo y bajo interés. El gobierno ha contribuido con un 25 por ciento del costo de las obras, siendo los sectores de hidroelectricidad y acueductos y alcantarillados los más beneficiados.

3) Para el quinquenio 1971 a 1975, el sector público ha elaborado un programa de inversiones por valor de 55.4 millones de dólares. En dicho programa el sector acueductos y alcantarillados absorbería el 53 por ciento del total; la navegación fluvial, el 21 por ciento; el riego, un 15 por ciento; la generación hidroeléctrica, el 10 por ciento, y la meteorología e hidrología el uno por ciento. Se pretende financiar estas inversiones mediante préstamos de agencias crediticias internacionales por valor de 35.7 millones de dólares (el 64 por ciento del total), un 70 por ciento de lo cual ya ha sido negociado; aportes gubernamentales por 13.1 millones (24 por ciento); recursos propios provenientes de generación interna de efectivo, y otras fuentes. Los aportes del gobierno en 1971 ascendieron a 3.1 millones de dólares.

4) De acuerdo con los presupuestos de 1971, los gastos de financiamiento del sector aguas eran de 4 950 000 dólares, el 7.2 por ciento de las inversiones acumuladas hasta 1970. En ese año, un total de 1 444 personas se dedicaban al planeamiento, aprovechamiento y medición del agua en el país, 114 de las cuales son profesionales.

/e) Aspectos

e) Aspectos legales e institucionales

El examen de la estructura administrativa relacionada con el agua revela que:

1) A pesar de la unidad del ciclo hidrológico los distintos problemas que resultan del agua por su uso, localización o estado, son atendidos por sectores diferentes de la administración pública.

2) En la planificación general del desarrollo de la nación, parece no tenerse en cuenta la unidad del ciclo hidrológico, ni la interdependencia de los sectores económicos que resulta de la comunidad física del recurso, ni la coordinación de su aprovechamiento o la necesidad de concentrar y difundir la información básica que se requiere para formular y aplicar una política de desarrollo hidráulico.

3) Las actividades básicas de medición y evaluación, concesión y vigilancia del agua son realizadas independientemente por diversos organismos estatales y autónomos.

4) Los organismos sectoriales llevan a cabo independientemente todas las etapas de los proyectos individuales de desarrollo, con lo cual pueden presentarse conflictos de intereses. El sector riego no cuenta con un organismo estatal centralizado que defina su política de desarrollo y que impulse efectivamente planes definidos a mediano y largo plazo.

El análisis del régimen legal en vigencia en materia de agua indica que:

1) Se carece de una formulación unitaria de política sobre aprovechamiento de las aguas; los instrumentos legales en vigor pueden dar lugar a actividades contradictorias o conflictivas.

2) La Constitución establece que todas las aguas son del dominio estatal; no existe aún, sin embargo, una ley secundaria que establezca las normas para su aprovechamiento y concesión.

3) El régimen de preferencias no está claramente establecido, y no están regulados los usos domésticos y urbanos, agrícolas, pecuarios e industriales.

4) No existe previsión legal adecuada para el aprovechamiento de las aguas subterráneas y meteóricas, ni para el de las aguas precipitadas;

/tampoco

tampoco existe legislación precisa sobre el avenamiento ni para impedir la intrusión salina en los acuíferos costeros o la contaminación de las aguas en general.

5) Los tratados existentes no permiten un aprovechamiento adecuado y la conservación de las aguas de interés internacional, aspectos ineludibles para la satisfacción de las necesidades futuras del país.

2. Recomendaciones

a) Política general

1) Debe considerarse el recurso agua como un bien de producción indispensable para el desarrollo del país.

2) Por la relación e interdependencia que existe entre las aguas superficiales y las subterráneas, deben considerarse un recurso único, y sujetarse su aprovechamiento a normas similares.

3) Será necesario formular una política nacional de desarrollo hidráulico que se base en el aprovechamiento racional y óptimo de los recursos de cada cuenca, a base del control de los caudales de los ríos y el amplio aprovechamiento de las aguas superficiales y del subsuelo, y a través de aprovechamientos múltiples, escalonados y repetidos del agua, además de establecer adecuadas prioridades en el uso para lograr los más amplios beneficios económicos y sociales.

4) Habrá de señalarse la debida prioridad a los programas de investigación, aprovechamiento, manejo y conservación del recurso agua, fortaleciendo y brindando el apoyo económico indispensable a los organismos encargados de dichas tareas.

5) Convendrá señalar prioridad a las actividades y obras que tiendan a la conservación de suelos y a la reforestación de cuencas, porque aumentan la retención de las aguas precipitadas, proporcionan tasas elevadas de infiltración y de recarga de los depósitos subterráneos, y evitan la erosión de los suelos y el azolvamiento de las obras de aprovechamiento del agua; asimismo, convendrá fomentar las obras de protección contra crecidas en los ríos, y de avenamiento de tierras, que tienden a evitar o reducir los

/daños causados

daños causados por las inundaciones y permiten poner bajo producción intensiva extensiones que se encuentran actualmente anegadas.

6) Deberán aportarse los medios necesarios para conocer con precisión la cantidad y calidad actuales del agua, y conservarlas en la medida que se juzgue necesaria para todos los propósitos de aprovechamiento.

7) Deberá procederse al tratamiento de las aguas residuales urbanas y emplearse racionalmente los fertilizantes y pesticidas en el sector agrícola y pecuario, para evitar la contaminación de las aguas, fomentar la utilización repetida de las mismas y garantizar la salud.

b) Estudios a realizar

Se recomienda:

1) Realizar un estudio que, utilizando la información amplia y actualizada que puede obtenerse de una red de estaciones de la densidad adecuada, permita conocer las características hidrometeorológicas generales del país, y las disponibilidades firmes --en cantidad y calidad, y su variación en el tiempo y en el espacio-- del agua de superficie en las grandes cuencas de mayor demanda y/o potencial de desarrollo. Para ello convendría extender la duración del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano y ampliar sus actuales objetivos dentro de una segunda fase, capitalizando así los resultados obtenidos y logrando el enfoque regional del problema.

2) Realizar un estudio para definir pormenorizadamente el rendimiento seguro (en cantidad y calidad) y los posibles esquemas de aprovechamiento de los recursos de agua subterránea en las cuencas de mayor demanda y potencial del país. Para ello podría ampliarse la duración y los objetivos del Proyecto de Investigación de Agua Subterránea en la Zona Costera Central del Pacífico (PNUD/ONU), aprovechando así la organización existente y la experiencia adquirida.

3) Llevar a cabo un inventario permanente de las utilidades del agua por todos los sectores usuarios y realizar proyecciones detalladas de demandas sectoriales que permitan prever posibles problemas de insuficiencia de agua y utilización conflictiva.

/4) Realizar

4) Realizar un estudio sobre posibilidades de aprovechamiento del agua con énfasis en proyectos de propósito múltiple y complementación de recursos, en las siguientes cuencas prioritarias: O₆ (ríos Estero Real y otros) y Z (ríos Tamarindo, Brito y otros), X (Grande de Matagalpa) y AA₁ (río San Juan). Su propósito sería definir un calendario de ejecución de proyectos a realizar que asegurase la utilización integral y óptima de los recursos, teniendo en cuenta las posibilidades de traspaso de agua entre cuencas para complementar sus disponibilidades.

5) Elaborar un código general de aguas que tenga presentes todos los aspectos del aprovechamiento y conservación de los recursos, y que presente en forma congruente y resumida todas las disposiciones actualmente desperdigadas por las leyes de cada sector. Para ello habría de prestarse la debida atención a las recomendaciones generales y específicas que se incluyen en el anexo correspondiente de este documento.

c) Aspectos institucionales

Se recomienda asimismo:

1) Crear un Consejo Nacional de Aguas integrado por los funcionarios de más alto nivel de todos los organismos que tuviesen relación con el recurso agua. Este organismo consultivo recibiría las mayores atribuciones del Poder Ejecutivo para: a) recomendar la política de aprovechamiento hidráulico de la nación; b) coordinar los programas y planes sectoriales de investigación, aprovechamiento, manejo y conservación de los recursos; c) impulsar la elaboración del inventario nacional centralizado de las aguas; d) dictaminar sobre impuestos, tasas y contribuciones relativas al aprovechamiento del agua, así como sobre las medidas necesarias para fomentar su conservación y controlar la contaminación; y e) impulsar la promulgación del Código Nacional de Aguas y de las leyes de aprovechamiento sectorial.

2) Crear una Dirección Ejecutiva del Consejo de Aguas para que lleve a la práctica las decisiones o lineamientos de política que emanen del organismo consultivo. Algunas de sus atribuciones podrían ser: a) realizar el inventario permanente de la cantidad y calidad de las aguas

/nacionales

nacionales y de interés internacional; b) elaborar el proyecto del Código Nacional de Aguas y recomendar cualquier reforma administrativa que pueda precisarse para el mejor cumplimiento de los programas de desarrollo y conservación de las aguas, así como las reglamentaciones respectivas; c) otorgar concesiones y permisos para el aprovechamiento del agua, llevar un registro catastral de los derechos constituidos y ejercer la policía de todas las aguas; d) establecer las prioridades para el otorgamiento y ejercicio de las concesiones y decidir sobre el establecimiento o supresión de reservas hídricas.

3) Dar el apoyo institucional requerido para impulsar adecuadamente las obras de riego y avenamiento.

d) Aspectos internacionales

En esta materia se recomienda:

1) Concertar acuerdos bilaterales específicos con Costa Rica y Honduras para el aprovechamiento coordinado, con propósitos múltiples, y para la conservación de las aguas de interés internacional.

2) Coordinar las disposiciones del código de aguas con las de otros países de la región para integrar en la mejor forma posible los regímenes legales, y facilitar los acuerdos mencionados en el punto anterior.

3) Fomentar y continuar la participación en proyectos regionales relacionados con la investigación y el aprovechamiento de las aguas.

BIBLIOGRAFIA

1. Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano. Rol de estaciones hidrológicas y meteorológicas en el Istmo Centroamericano. PNUD/OMM. San José, Costa Rica, 1968
2. Herbert Hudson. Fuentes de abastecimiento de agua para Managua. Hazen and Sawyer, Engineers, New York, 1964
3. Fernando Soto V. Estudio preliminar sobre los recursos de agua subterránea del sureste de León. Servicio Geológico Nacional, Managua, 1966
4. Fernando Soto V. Resultados del programa de perforación de pozos exploratorios, y análisis de ensayos de bombeo en Telica y León. Servicio Geológico Nacional. Managua, 1968
5. A. McBirney y H. Williams. Volcanic History of Nicaragua. University of California, Publications in geological sciences, Vol. 55. Berkeley, 1965
6. U.S. Corps of Engineers. Inventory of Physical Resources: Nicaragua. USAID Resources Inventory Center. Washington, D. C., 1966
7. Department of Oceanography and Meteorology. Research on Tropical Rainfall Patterns and Associated Meso-scale Systems. Report No. 7, Texas A & M University. College Station, 1965
8. Eduardo Basso. Variación de las precipitaciones en el Istmo Centroamericano. Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, publicación 58. San José, 1969
9. Roberto Jovel. Estimación preliminar de la magnitud de la pluviosidad durante años secos y húmedos en el Istmo Centroamericano. Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano. San José, 1970
10. Roberto Jovel. Rainfall-run off Relation and Annual Discharge, Santa Alicia Experimental Watershed. Comisión de Aguas Subterráneas del Río Grande de San Miguel. San Salvador, 1962
11. David Wozab et al. Final Report, Ground Water Exploratory Project, Lower Basin of Río Grande de San Miguel. UN-FAO. Rome, 1964
12. Leif Ahlgren et al. Estudio hidrológico de la cuenca del río Virilla. Proyecto Investigación de Aguas Subterráneas en Costa Rica y Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano. San José, 1968
13. Roberto Jovel. Estudio hidrológico de tres cuencas seleccionadas en Costa Rica. Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, publicación 50. San José, 1970

14. Harry Blaney and Wayne Criddle. Determining Consumptive Use for Planning Water Developments. In: Methods for estimating evapotranspiration. American Society of Civil Engineers, New York, 1966
15. Leif Ahlgren, Eduardo Basso and Roberto Jovel. 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
16. Committee on Groundwater. Ground Water Basin Management. American Society of Civil Engineers, Manual No. 40, New York, 1961
17. Roberto Jovel. Evapotranspiración. En: Evaluación preliminar del balance de aguas en el Istmo Centroamericano. Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, publicación No. 18, San José, 1968
18. Charles V. Plath. Uso potencial de la tierra: Nicaragua. Informe UNDP-FAO AT-2234. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica, 1965
19. Bruno Ferrari-Bono. Comunicación especial. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1971
20. Batelle Memorial Institute. Projections of Supply and Demand for Selected Agricultural Products in Central America through 1980. Informe para el US Department of Agriculture. Jerusalén, Israel, 1969
21. Food and Agriculture Organization. Production Yearbook, 1969, Rome, Italy, 1970
22. G.M. Fair and J. Ch. Geyer. Water Supply and Waste Disposal, John Wiley and Sons, Inc., New York, N. Y. 1963
23. Misión Centroamericana de Electrificación y Recursos Hidráulicos. La interconexión eléctrica en el Istmo Centroamericano: evaluación de interconexiones para sistemas eléctricos combinados; Guatemala-El Salvador, El Salvador-Honduras, Nicaragua-Costa Rica, Costa Rica-Panamá. Comisión Económica para América Latina (CEPAL/MEX/69/20), México, D. F., 1969
24. Ernesto Richa. Alternativas de interconexión de los sistemas eléctricos nacionales de Nicaragua y Costa Rica. Misión Centroamericana de Electrificación y Recursos Hidráulicos, Comisión Económica para América Latina. (GRIE/GT-N-CR/II/2; TAO/LAT/103). México, D. F., 1970
25. Comisión Económica para América Latina. Istmo Centroamericano: Reseña de actividades en el sector eléctrico; segundo semestre de 1970. (CEPAL/MEX/71/6). México, D. F., 1971

26. Economic Commission for Europe. The Hydroelectric Potential of Europe's Water Resources (SR/ECE/EP/39). New York, N. Y. 1968
27. Dante Caponera. Informe sobre política, administración y legislación de los recursos hidráulicos a los gobiernos de América Central. Informe AT-2603. Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación. Roma, 1968.