REVISTA ENERGETICA

AÑO 8
6/84

Noviembre - Diciembre/84
November - December/84

olade

Organización Latinoamericana de Energía

Latin American Energy Organization

INTEGRACION ENERGETICA LATINOAMERICANA RECIBIO DECISIVO IMPULSO DURANTE GESTION DE EX - SECRETARIO EJECUTIVO DE OLADE olade LATIN AMERICAN ENERGY INTEGRATION RECEIVED DECISIVE BOOST DURING ADMINISTRATION OF - EX EXECUTIVE SECRETARY OF OLADE olade EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL: INFORME PRELIMINAR olade EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL: PRELIMINARY REPORT olade MINICENTRALES: MILAGRO PARA LOS PUEBLOS OLVIDADOS olade MINI POWER STATIONS: A MIRACLE FOR THE FORGOTTEN PEOPLES olade ESTUDIA EL IRHE Y OLADE POTENCIAL GEOTERMICO EN PANAMA olade IRHE AND OLADE STUDY GEOTHERMAL POTENTIAL IN PANAMA olade UNA APLICACION DE LA TEORIA ESTADISTICA A LA RESOLUCION DE PROBLEMAS DE INFORMACION ENERGETICA EN PAISES EN VIAS DE DESARROLLO: ENCUESTA DE ESTACIONES DE SERVICIO olade APPLICATION OF THE STATISTICAL THEORY OF ENERGY INFORMATION PROBLEM - SOLVING IN DEVELOPING COUNTRIES: SERVICE STATION SURVEYS

Organización Latinoamericana de Energía

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL INFORME PRELIMINAR

PROGRAMA REGIONAL HIDROENERGIA
OLADE

1. INTRODUCCION

Latinoamérica posee un potencial hidroeléctrico muy importante, del cual sólo se aprovecha un pequeño porcentaje. Los altos precios del petróleo y la insuficiencia de recursos de petróleo y gas para cubrir la demanda energética hacia fines del año 2000, han permitido que la hidroenergía se constituya como una de las principales alternativas energéticas para América Latina.

La hidroenergía es uno de los mayores recursos energéticos que dispone Latinoamérica y El Caribe, cuya importancia es aún mayor con respecto a los recursos energéticos utilizables para la generación eléctrica. El potencial hidroeléctrico instalable total es de unos 806.000 MW, del cual sólo se aprovecha un 12.8%.

Si se proyecta al año 2000 la tendencia histórica del desarrollo del sector eléctrico, asumiendo que para ese mismo año el 70% de la capacidad instalada de generación sería de origen hidráulico, en los próximos 20 años sería necesario instalar más de 260.000 MW adicionales en plantas hidroeléctricas, lo que significa incrementar cinco veces la capacidad instalada actual.

Este desarrollo masivo de la hidroenergía definido para mantener la tasa de crecimiento histórico del sector eléctrico incrementando la participación de la hidroenergía, demandará inversiones superiores a 260 x 10^9 dólares durante los próximos 20 años.

La región en su conjunto está en capacidad de plantearse un desarrollo intensivo de la hidroenergía, si consideramos que la tecnología requerida es ampliamente conocida y que en diferentes países latinoamericanos existen experiencia y capacidades de ingeniería de proyectos y construcción, así como la infraestructura necesaria para la fabricación de equipamientos para centrales hidroeléctricas.

El desarrollo hidroenergético creará condiciones favorables para promover actividades productivas orientadas al suministro de materiales y equipos, así como a una apreciable capacidad de generar empleo durante los procesos de construcción. Como efectos "hacia adelante" en la economía, el desarrollo eléctrico intensivo y el mayor empleo de una fuente renovable de energía, contribuirá a la creación de condiciones favorables para la electrificación del transporte y de la industria.

Para una acción planificada en el desarrollo de un recurso energético de tan grande importancia como es la hidroelectricidad, es necesario tener una imagen confiable de su magnitud. Es por esto que OLADE ha tomado enorme interés en que los países de la región realicen la evaluación de sus recursos hidroenergéticos.

El conocimiento del potencial hidroeléctrico de una cuenca evoluciona gradualmente, haciéndose cada vez más preciso, a medida que las informaciones sobre sus características físicas se hacen disponibles y conforme se hacen estudios de gabinete y de campo, que permitan la definición de divisiones de caídas y aprovechamientos a lo largo de sus ríos.

Dado el costo que representa la obtención de in-

formación de campo, el nivel de esa información se va profundizando a base de un sistemático proceso de priorización. Como consecuencia, el nivel de información de los recursos hidroenergéticos es muy variado, de manera que para obtener valores totales del potencial energético es necesario un proceso de evaluación del recurso que incorpore los valores obtenidos de los diferentes niveles de conocimientos de esos recursos, según las etapas de trabajo que a continuación se indican: estimación, inventario, factibilidad, diseño básico, diseño de ejecución, construcción y operación.

La estimación o evaluación de gabinete es la primera apreciación del potencial y definición de alcances, costos y plazos de los estudios de inventario a realizar. La etapa de inventario es la de definición del potencial energético aprovechable de la cuenca hidrográfica mediante el estudio de la división de caídas y estimación preliminar del costo de cada aprovechamiento.

Dentro de este contexto, OLADE con la cooperación de expertos de algunos de sus países miembros, ha elaborado una metodología que pretende proporcionar a los países de América Latina y El Caribe un instrumento que les facilite un mejor conocimiento del potencial hidroenergético que poseen, conocimiento que los ayudará en la planificación de sus programas de desarrollo. Asimismo, proporcionará a los países una visión comprensiva del potencial hidroeléctrico regional y de las implicaciones que podrá tener un desarrollo en un marco de cooperación regional.

En este documento se presenta una reseña de la metodología y del trabajo realizado por OLADE y por las instituciones competentes de los países miembros, para ejecutar una primera evaluación de los recursos hidroenergéticos regionales.

Se ha tomado como insumo únicamente la información básica disponible en los países, no contemplándose el levantamiento de nueva información; sino más bien, el procesamiento de datos existentes o la transformación de evaluaciones hidroenergéticas realizadas con anterioridad.

Se ha tratado de obtener los valores totales de la magnitud del recurso, con un grado de precisión dependiente de los distintos niveles de conocimiento que del mismo se tuvo. En este trabajo se han establecido tanto los potenciales de cuencas o ríos sobre los cuales no se hicieron estudios específicos, como los correspondientes a cuencas o ríos inventariados, así como también aprovechamientos específicos estudiados, en construcción o en operación.

Los formularios que sintetizan la información de la evaluación han sido llenados por cada país según el nivel de conocimiento de sus recursos hidroenergéticos y por OLADE a nivel de consolidación.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

Considerando que una mayor utilización de los recursos hidroenergéticos disponibles y en consecuencia una reducción significativa del consumo de hidrocarburos para fines de generación de energía eléctrica, es una meta que debe ser alcanzada y que, por otra parte, la planificación del empleo de la hidroenergía requiere de un conocimiento razonablemente preciso de los recursos disponibles, se confirma la importancia de realizar, en forma sistemática y con bajos costos, el levantamiento de dichos recursos.

En este sentido, OLADE preparó una metodología con el fin de realizar la evaluación de los recursos hidroenergéticos regionales, para lo cual reunió un Grupo de Trabajo y un Grupo Asesor con expertos de los países miembros. Esta metodología fue analizada y perfeccionada en el I Seminario Latinoamericano de Hidroenergía organizado por OLADE; de las conclusiones prácticas que se derivaron de su aplicación sobre muestras en un número reducido de países, se contó con elementos suficientes para proceder a su revisión y perfeccionamiento final.

Con la metodología definitiva y ejemplos de aplicación práctica que prepararon Brasil, Perú y Venezuela, se realizó una edición suficientemente amplia de la metodolodía de evaluación, para que pueda ser de conocimiento no sólo de las instituciones responsables del suministro de la información a OLADE, sino también

de las diversas instituciones que eventualmente participen en el proceso de evaluación en cada país.

Las actividades de ejecución tuvieron como punto de partida los contactos que realizó la Secretaría Permanente de OLADE con los gobiernos de los países miembros, los que fueron informados de las actividades previstas, ubicadas en el contexto del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética — PLACE.

Acompañando al envío del documento definitivo de la metodología debidamente perfeccionada, la Secretaría de OLADE propuso a nivel ministerial, el desarrollo de la evaluación inicial de recursos hidroenergéticos en cada país, se sugirieron plazos de ejecución, se solicitó la designación de la contraparte nacional y se anunció el envío de misiones de corta duración, formadas por expertos de la región, para coordinar los detalles de la ejecución de la evaluación, realizar aclaraciones e identificar eventuales necesidades de asistencia técnica.

La distribución inicial de los documentos estuvo seguida de conferencias en varios países, sobre la aplicación de la metodología, en las cuales participaron funcionarios de alto nivel y profesionales de los ministerios e instituciones responsables. Las conferencias se realizaron como parte de las actividades de las visitas para promover y coordinar la ejecución de la evaluación en cada país.

Durante la realización de las visitas fue posible identificar los diferentes grados de información básica disponible, necesaria para la evaluación de los recursos hidroenergéticos y, principalmente, la disponibilidad de cuadros técnicos nacionales capaces de realizarla. Después de este diagnóstico se estableció cuales países estarían aptos para suministrar asistencia técnica y cuáles la requerían. OLADE manifestó a las instituciones responsables del trabajo, que ante cualquier solicitud de éstas a través de los respectivos ministerios, podía coordinar el envío de técnicos de los países que se encuentran en niveles más adelantados de desarrollo relativo a evaluación de recursos hídricos hacia aquellos países con mayores limitaciones.

Como ejemplo de cooperación regional en el marco del PLACE, cabe destacar la asistencia técnica solicitada por Bolivia, la misma que bajo la coordinación y financiamiento de OLADE ha sido proporcionada por la Empresa Nacional de Electrificación del Perú - ELECTROPERU a ENDE en Bolivia con el fin de realizar la evaluación de sus recursos hidroenergéticos.

En los países miembros, OLADE ha realizado la difusión de la metodología de evaluación mediante la presentación de conferencias a entidades responsables del trabajo, establecimiento de compromisos señalando programas y plazos de ejecución, organización de contrapartes nacionales y coordinación de detalles para ejecutar la evaluación.

OLADE ha recibido la evaluación de 16 países, la misma que ha sido realizada por las instituciones nacionales designadas como contraparte; la mayoría de ellas ha presentado su trabajo en forma completa de acuerdo a la metodología propuesta por esta Organización. Para aquellas evaluaciones que no han estado totalmente definidas, OLADE ha realizado un trabajo complementario con el fin de presentar este informe preliminar tratando de dar una visión más objetiva de la realidad en cuanto a recursos hidroenergéticos en Latinoamérica y El Caribe.

3. METODOLOGIA DE EVALUACION

3.1 Criterios empleados

En esta evaluación se consideró que los parámetros más relevantes para determinar las perspectivas hidroenergéticas son la ENERGIA FIRME, la ENERGIA MEDIA y la POTENCIA INSTALABLE.

La ENERGIA FIRME de un sistema interconectado o de una central hidroeléctrica, es el recurso hidroenergético con el cual se puede efectivamente contar.

La ENERGIA MEDIA se define como el promedio aritmético de la energía generable durante todo el período considerado para la serie estadística hidrológica; es en general superior a la energía firme, dado que no todos los años son tan secos como el correspondiente al período crítico.

La POTENCIA INSTALABLE es el potencial de equipamiento de un aprovechamiento hidroeléctrico; limita la máxima producción de energía.

La producción energética de un sistema interconectado o de una central hidroeléctrica está siempre referida al período de generación, en consecuencia, tanto la energía firme como la energía media pueden ser expresadas en forma equivalente a potencia. De esta manera es posible utilizar tanto la unidad "Megavatio medio" $\overline{MW}$, como "GWh/año". La conversión de un valor expresado en la primera unidad para la segunda, se hace multiplicando el valor de la primera por 8.76.

En los formularios que se presentan en este informe preliminar, la energía firme y media se han expresado en unidades de "Megavatios medios" $\overline{MW}$ o de "GWh/año"; de los países que han enviado su información, el Brasil es el único que adopta la unidad "Megavatio Medio" $\overline{MW}$.

3.2 Formularios y cuadros empleados

La información se organizó en distintos cuadros resumen o formularios de acuerdo al nivel de conocimiento que se tuvo de cada cuenca, tramo de río, aprovechamiento aislado o sistema de generación.

En este resumen de la metodología de evaluación se presentan esquemas de los cuadros y fórmulas empleados por los países en la ejecución de su evaluación hidroenergética.

Para las etapas más elementales del conocimiento del potencial, esto es para las estimaciones o evaluaciones de gabinete, se utilizó uno de los cuatro primeros formularios de acuerdo a la información disponible para cada caso. En esta situación están todas las cuencas o tramos de río, en los cuales aún no se ha realizado el inventario hidroenergético, en consecuencia se utilizaron procedimientos alternativos para estimar indirectamente la energía firme, energía media y la potencia instalable, utilizando los datos existentes y mediante cálculos matemáticos simples.

El cuadro número 1 se utilizó en aquellas cuencas en las cuales la única información disponible fue el potencial teórico bruto de escurrimiento superficial.

El cuadro 2 se utilizó en aquellas cuencas o tramos de ríos en los cuales la mejor información disponible fue el potencial bruto lineal.

En aquellos tramos de ríos en que no se dispuso de su perfil y que por lo tanto no se han individualizado los aprovechamientos potenciales, se utilizó el cuadro número 3.

Se ha adoptado como criterio general el ser más conservador en la medida en que la información disponible fue menos precisa. Esto es válido tanto en los aspectos energéticos como en los de costos. Para niveles de conocimiento más rudimentarios, se subestimaron las energías y sobreestimaron los costos, mejorando su apreciación para los niveles superiores de conocimiento.

Finalmente, en aquellos tramos de ríos en los cuales no se han realizado estudios de inventario, pero sobre los cuales se conoció su perfil identificándose preliminarmente los aprovechamientos potenciales, se utilizó el cuadro número 4.

Para aquellas cuencas, tramos de río y aprovechamientos aislados o integrados que se encuentran en un nivel de estudios de inventario o en etapas más avanzadas: factibilidad, diseño básico, diseño de ejecución, construcción u operación, se utilizó el cuadro número 5, cuya estructura es más compleja.

Como anexo a los resultados de estos formularios, algunos países presentan mapas topológicos de cada cuenca estudiada, con el objeto de indicar la localización relativa de la información.

Los tres formularios siguientes (cuadros 6, 7 y 8), permiten resumir la información de los cinco primeros e indican el potencial hidroenergético expresado como potencia instalable en MW (cuadro 6,) la energía firme en $\overline{MW}$ y GWh/año (cuadro 7), y finalmente la energía media en $\overline{MW}$ y GWh/año (cuadro 8).

Los formularios restantes (cuadros 9, 10 y 11), son semejantes a los cuadros mencionados en el párrafo anterior, pero se refieren a la información recibida de cada país, y han sido llenados por OLADE, como consolidado regional.

CUADRO N° 1

POTENCIAL HIDROENERGETICO ESTIMADO BASADO EN EL POTENCIAL BRUTO SUPERFICIAL DE ESCURRIMIENTO

País : _____

Referencia: _____

CUENCA	RIO	POTENCIAL BRUTO SUPERFICIAL EBS		POTENCIAL HIDROENERGETICO ESTIMADO				
				ENERGIA MEDIA EMED		ENERGIA FIRME EFIR		POTENCIA INSTALABLE PINS
		$\overline{MW}$	$\frac{GWh}{año}$	$\overline{MW}$	$\frac{GWh}{año}$	$\overline{MW}$	$\frac{GWh}{año}$	MW

$EFIR = K_1 \times \beta \times EBS$; [GWh/año]
donde:
EBS en GWh/año

$EFIR = K_1 X \beta \times EBS$; [$\overline{MW}$]
donde:
EBS en $\overline{MW}$

K_1 = Coeficiente que relaciona la energía media con la energía media anual bruta superficial de escurrimiento

β = Relación típica estimada entre la energía firme y la energía media

$EMED = EFIR/\beta$: [GWh/año]
donde:
EFIR en GWh/año

$EMED = EFIR/\beta$; [$\overline{MW}$]
donde:
EFIR en $\overline{MW}$

$PINS = EMED/8.76 \times FC$; [MW]
donde:
EMED en GWh/año

$PINS = EMED/FC$; [MW]
donde:
EMED en $\overline{MW}$

FC = Factor de capacidad

CUADRO Nº 2

POTENCIAL HIDROENERGETICO ESTIMADO BASADO EN EL POTENCIAL BRUTO LINEAL.

País : _____

Referencia: _____

CUENCA	RIO	POTENCIAL BRUTO LINEAL EBL		POTENCIAL HIDROENERGETICO ESTIMADO.				
				ENERGIA MEDIA EMED		ENERGIA FIRME EFIR		POTENCIA INSTALABLE PINS
		$\overline{MW}$	$\frac{GWh}{año}$	$\overline{MW}$	$\frac{GWh}{año}$	$\overline{MW}$	$\frac{GWh}{año}$	MW

$EFIR = K_2 \times \beta \times EBL$; [GWh/año]
donde:
EBL en GWh/año

$EFIR = K_2 \times \beta \times EBL$; [$\overline{MW}$]
donde:
EBL en $\overline{MW}$

K_2 = Coeficiente que relaciona la energía media con la energía bruta lineal

POTENCIAL HIDROENERGETICO ESTIMADO NO INDIVIDUALIZADO

CUADRO Nº 3

País : _____

Referencia : _____

CUENCA	RIO	COTA msnm SUPERIOR	COTA msnm INFERIOR	CAUDAL MEDIO EN LA COTA FINAL QMED m³/s	CAUDAL REGULARIZADO QREG m³/s	ENERGIA FIRME EFIR MW	ENERGIA FIRME EFIR GWh/año	ENERGIA MEDIA EMED MW	ENERGIA MEDIA EMED GWh/año	POTENCIA INSTALABLE PINS MW	OBSERVACIONES

EFIR = 0.0219 x QREG x ΔZ; [GWh/año]

EFIR = 0.0025 x QREG x ΔZ; [MW]

POTENCIAL HIDROENERGETICO ESTIMADO INDIVIDUALIZADO

CUADRO Nº 4

País : _____

Referencia : _____

CUENCA	RIO	UBICACION	COTAS DEL APROVECHAMIENTO msnm SUPERIOR	COTAS DEL APROVECHAMIENTO msnm INFERIOR	AREA DE DRENAJE km²	CAUDAL MEDIO QMED m³/s	CAUDAL REGULARIZADO QREG m³/s	CAIDA BRUTA MAXIMA HMAB m	ENERGIA FIRME EFIR MW	ENERGIA FIRME EFIR GWh/año	ENERGIA MEDIA EMED MW	ENERGIA MEDIA EMED GWh/año	POTENCIA INSTALABLE PINS MW	OBSERVACIONES

EFIR = 0.0631 x QREG x HMAB; [GWh/año]

EFIR = 0.0072 x QREG x HMAB; [MW]

POTENCIAL HIDROENERGETICO INVENTARIADO

CUADRO Nº 5

País : _____

Referencia : _____

CUENCA	RIO	APROVECHAMIENTO	AREA DE DRENAJE Km²	PERIODO HIDROLOGICO MES Y AÑO DEL INICIO Y FIN UTILIZADO	PERIODO HIDROLOGICO MES Y AÑO DEL INICIO Y FIN CRITICO	CAUDAL m³/s MEDIO QMED	CAUDAL m³/s GARANTIZADO 95 % QG95	CAUDAL m³/s MEDIO DEL PERIODO CRITICO QCAT	CAUDAL m³/s REGULARIZADO QREG	VOLUMEN (10⁶ m³) TOTAL VTOT	VOLUMEN (10⁶ m³) UTIL VU	VOLUMEN (10⁶ m³) UTIL AGUAS ARRIBA VUA	NIVEL m MAXIMO MAXIMORUM NMAX	NIVEL m MAXIMO NORMAL NMAN	NIVEL m MINIMO NORMAL NMIN	NIVEL m DE RESTITUCION NRES	NIVEL m MEDIO NMED	NIVEL m DE REFERENCIA NREF	NIVEL m TOPOGRAFICO NTP

CAIDA MAXIMA m BRUTA HMAB	CAIDA MAXIMA m NETA HMAN	CAIDA MEDIA NETA m HMED	AREA INUNDADA Km² MAXIMA AMAX	AREA INUNDADA Km² MAXIMA OPERACION AMAO	AREA INUNDADA Km² MINIMA OPERACION AMIN	ENERGIA FIRME DEL APROVECHAMIENTO EFIR MW	ENERGIA FIRME DEL APROVECHAMIENTO EFIR GWh/año	ENERGIA MEDIA DEL APROVECHAMIENTO EMED MW	ENERGIA MEDIA DEL APROVECHAMIENTO EMED GWh/año	POTENCIA INSTALABLE MW PINS	FACTOR DE CAPACIDAD FC	Nº DE UNIDADES	INVERSION ESTIMADA 10⁶ US$	INVERSION UNITARIA US$/KW	NIVEL DE CONOCIMIENTO	ENTRADA EN OPERACION	OBSERVACIONES

CUADRO Nº 6.

POTENCIAL HIDROELECTRICO

POTENCIA INSTALABLE EN MW

Referencia : _____

CUENCA	INVENTARIADO					ESTIMADO (6)	TOTAL GENERAL (7)=(5)+(6)	DISPONIBLE (8)=(4)+(6)	% APROVECHADO (3)/(7) x 100
	APROVECHADO			NO APROVECHADA (4)	TOTAL INVENTARIADO (5)=(3)+(4)				
	EN OPERACION (1)	EN CONSTRUCC. (2)	TOTAL APROVECHAD. (3=1+2)						

CUADRO Nº 7

POTENCIAL HIDROELECTRICO

ENERGIA FIRME

País : _____

Referencia : _____

CUENCA	INVENTARIADO										ESTIMADO (6)		TOTAL GENERAL (7)=(5)+(6)		DISPONIBLE (8)=(4)+(6)		% APROVECHADO (3)/(7) x 100
	APROVECHADO						NO APROVECHADO (4)		TOTAL INVENTARIADO (5)=(3)+(4)								
	EN OPERACION (1)		EN CONSTRUCCION (2)		TOTAL APROVECHADO (3)=(1)+(2)												
	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	

CUADRO Nº 8

POTENCIAL HIDROELECTRICO

ENERGIA MEDIA

País : _____

Referencia : _____

CUENCA	INVENTARIADO										ESTIMADO (6)		TOTAL GENERAL (7)=(5)+(6)		DISPONIBLE (8)=(4)+(6)		% APROVECHADO (3)/(7) x 100
	APROVECHADO						NO APROVECHADO (4)		TOTAL INVENTARIADO (5)=(3)+(4)								
	EN OPERACION (1)		EN CONSTRUCCION (2)		TOTAL APROVECHADO (3)=(1)+(2)												
	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	

CUADRO Nº 9

POTENCIAL HIDROELECTRICO DE AMERICA LATINA

POTENCIA INSTALABLE EN MW

Referencia : _____

CUENCA	INVENTARIADO					ESTIMADO (6)	TOTAL GENERAL (7)=(5)+(6)	DISPONIBLE (8)=(4)+(6)	% APROVECHADO $\frac{(3)}{(7)} \times 100$
	APROVECHADO			NO APROVECHADO (4)	TOTAL INVENTARIADO (5)=(3)+(4)				
	EN OPERACION (1)	EN CONSTRUC. (2)	TOTAL APROVECHA. (3=1+2)						

CUADRO Nº 10

POTENCIAL HIDROELECTRICO DE AMERICA LATINA

ENERGIA FIRME

Referencia: _____

PAIS	INVENTARIADO										ESTIMADO (6)		TOTAL GENERAL (7)=(5)+(6)		DISPONIBLE (8)=(4)+(6)		% APROVECHADO $\frac{(3)}{(7)} \times 100$
	APROVECHADO						NO APROVECHADO (4)		TOTAL INVENTARIADO (5)=(3)+(4)								
	EN OPERACION (1)		EN CONSTRUCCION (2)		TOTAL APROVECHADO (3)=(1)+(2)												
	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	

CUADRO Nº 11

POTENCIAL HIDROELECTRICO DE AMERICA LATINA

ENERGIA MEDIA

Referencia : _____

PAIS	INVENTARIADO										ESTIMADO (6)		TOTAL GENERAL (7)=(5)+(6)		DISPONIBLE (8)=(4)+(6)		% APROVECHADO $\frac{(3)}{(7)} \times 100$
	APROVECHADO						NO APROVECHADO (4)		TOTAL INVENTARIADO (5)=(3)+(4)								
	EN OPERACION (1)		EN CONSTRUCCION (2)		TOTAL APROVECHADO (3)=(1)+(2)												
	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	

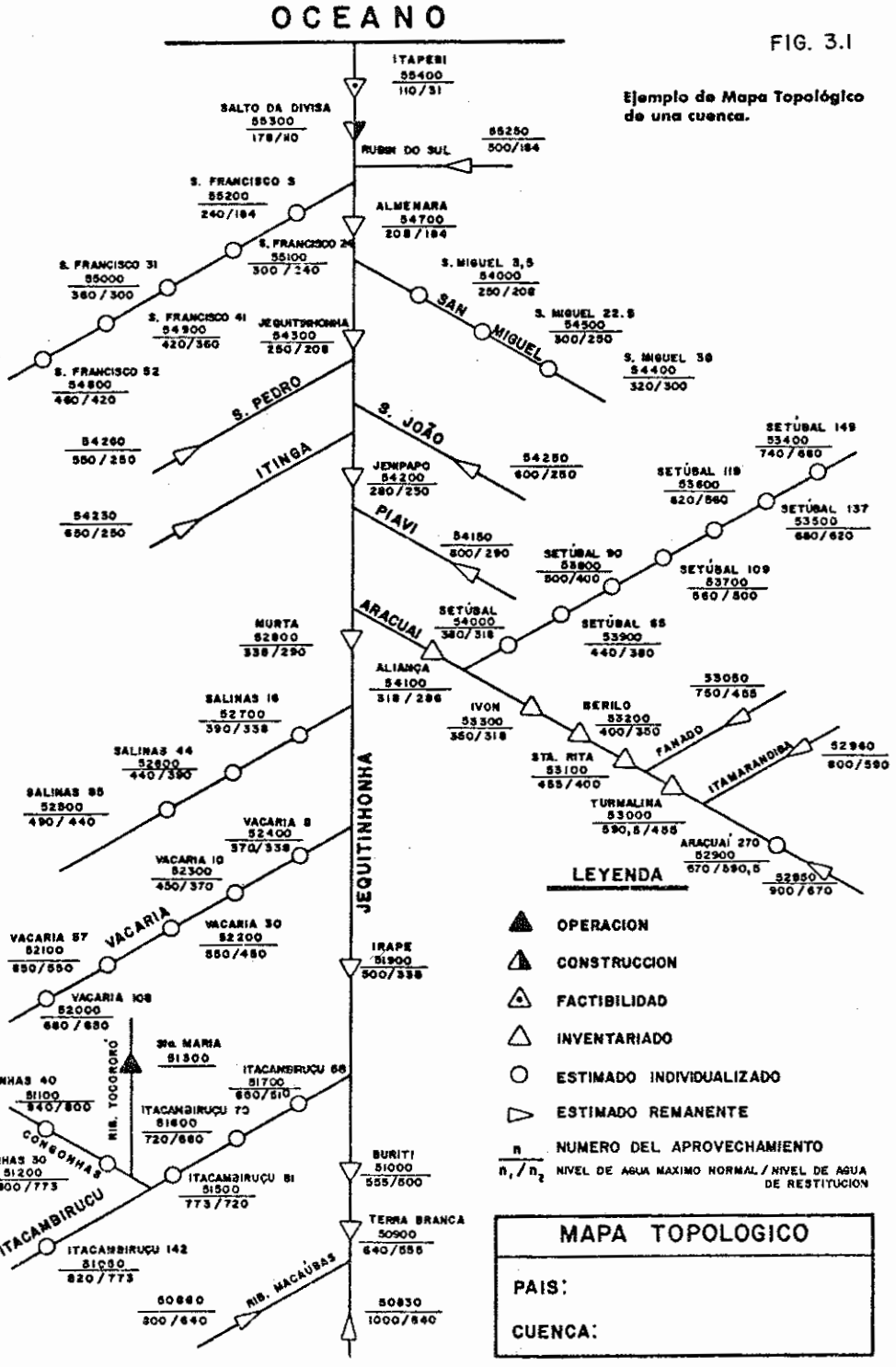


FIG. 3.1

Ejemplo de Mapa Topológico de una cuenca.

4. RESULTADOS PARCIALES DE LA PRIMERA EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

CUADRO Nº 9

HOJA 1 DE 1

POTENCIAL HIDROELECTRICO DE AMERICA LATINA

POTENCIA INSTALABLE EN MW

FECHA : AGOSTO 1984

PAIS	INVENTARIADO					ESTIMADO (6)	TOTAL GENERAL (7)=(5)+(6)	DISPONIBLE (8)=(4)+(6)	% APROVECHADO (3)/(7) x 100
	APROVECHADO			NO APROVECHADO (4)	TOTAL INVENTARIADO (5)=(3)+(4)				
	EN OPERACION (1)	EN CONSTRUC. (2)	TOTAL APROVECHA. (3=1+2)						
1. ARGENTINA	3.620	4.517	8.137	38.650	46.787	-----	46.787	38.650	17.4
2. BARBADOS									
3. BOLIVIA	304	7	311	10.704	11.015	28.842	39.857	39.546	0.8
4. BRASIL	31.765	19.512	51.277	81.675	132.952	80.200	213.152	161.875	23.4
5. COLOMBIA	3.834	4.921	8.755	87.365	96.120	23.880	120.000	111.245	7.3
6. COSTA RICA	620	96	716	7.514	8.230	-----	8.230	7.514	8.7
7. CUBA									
8. CHILE	1.736	520	2.256	18.737	20.993	881	21.874	19.618	10.3
9. ECUADOR	322	686	1.008	26.183	27.191	42.762	69.953	68.945	1.4
10. EL SALVADOR	232	180	412	1.220	1.632	218	1.850	1.438	22.3
11. GRENADA									
12. GUATEMALA	164	300	464	3.989	4.453	5.189	9.642	9.178	4.8
13. GUYANA									
14. HAITI									
15. HONDURAS									
16. JAMAICA									
17. MEXICO	6.500	2.160	8.660	19.214	27.874	36.932	64.806	56.146	13.7
18. NICARAGUA	100		100	2.826	2.926	2.229	5.155	5.055	1.9
19. PANAMA	246	300	546	1.917	2.463	4.683	7.146	6.600	7.6
20. PARAGUAY									
21. PERU	1.809	497	2.315	59.927	62.242	13.139	75.381	73.066	3.1
22. REP. DOMINICANA	188	54	242	683	925	1.087	2.012	1.770	12.1
23. SURINAM									
24. TRINIDAD Y TOBAGO									
25. URUGUAY	2.400	-----	2.400	282	2.682	-----	2.682	282	91.7
26. VENEZUELA	3.170	8.314	11.484	40.116	51.600	31.877	83.477	71.993	13.8
TOTAL PAISES EVALUADOS	57.010	42.064	99.074	401.000	500.074	271.926	772.000	672.926	12.8

CUADRO Nº 9.1

POTENCIAL HIDROELECTRICO DE AMERICA LATINA

HOJA 1 DE 1

POTENCIA INSTALABLE EN % DEL TOTAL

FECHA : AGOSTO 1984

PAIS	INVENTARIADO %					% ESTIMADO (6)	MW TOTAL GENERAL (7)=(5)+(6)	% DISPONIBLE (8)=(4)+(6)	% APROVECHADO (3)/(7) x 100
	APROVECHADO			NO APROVECHADO (4)	TOTAL INVENTARIADO (5)=(3)+(4)				
	EN OPERACION (1)	EN CONSTRUC. (2)	TOTAL APROVECHA. (3=1+2)						
ARGENTINA	7.74	9.65	17.39	82.61	100		46.787	82.61	17.39
BOLIVIA	0.76	0.02	0.78	26.86	27.64	72.36	39.857	99.22	0.80
BRASIL	14.90	9.15	24.05	38.32	62.37	37.63	213.152	75.95	24.05
COLOMBIA	3.19	4.10	7.29	72.80	80.09	19.90	120.000	92.70	7.29
COSTA RICA	7.53	1.17	8.70	91.30	100		8.230	91.30	8.70
CHILE	7.94	2.38	10.32	85.66	95.97	4.03	21.874	89.68	10.32
ECUADOR	0.46	0.98	1.44	37.43	38.87	61.13	69.953	98.56	1.44
EL SALVADOR	12.54	9.73	22.27	65.94	88.21	11.79	1.850	77.73	22.27
GUATEMALA	1.70	3.11	4.81	41.36	46.18	53.82	9.642	95.19	4.81
MEXICO	10.00	3.33	13.33	29.65	42.98	56.99	64.806	86.64	13.33
NICARAGUA	1.94		1.94	54.82	56.76	43.24	5.155	98.06	1.90
PANAMA	3.44	4.20	7.64	26.83	34.47	65.53	7.146	92.36	7.64
PERU	2.40	0.66	3.06	79.50	82.56	17.44	75.372	96.94	3.06
REP. DOMINICANA	9.34	2.68	12.03	33.95	45.97	54.03	2.012	87.98	12.10
URUGUAY	89.49	----	89.49	10.51	100	- --	2.682	10.51	91.70
VENEZUELA	3.80	9.96	13.76	48.06	61.81	38.19	83.477	86.24	13.80
TOTAL PAISES EVALUADOS	7.38	5.45	12.83	51.94	64.78	35.22	772.000	87.16	12.8

POTENCIAL HIDROELECTRICO DE AMERICA LATINA

ENERGIA FIRME

CUADRO Nº 10
HOJA 1 DE 1

FECHA : AGOSTO 1984

PAIS	INVENTARIADO										ESTIMADO (6)		TOTAL GENERAL (7)=(5)+(6)		DISPONIBLE (8)=(4)+(6)		% APROVECHADO (3)/(7) x 100
	APROVECHADO						NO APROVECHADO (4)		TOTAL INVENTARIADO (5)=(3)+(4)								
	EN OPERACION (1)		EN CONSTRUCCION (2)		TOTAL APROVECHADO (3)=(1)+(2)												
	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	
1. ARGENTINA	1.192	10.439	872	7.639	2.064	18.078	9.156	80.206	11.220	98.284			11.220	98.284	9.156	80.206	18.4
2. BARBADOS																	
3. BOLIVIA	148	1.300	2	17	150	1.317	4.633	40.585	4.783	41.902	7.494	65.650	12.277	107.551	12.127	106.235	1.2
4. BRASIL	16.024	140.370	10.502	91.998	26.526	232.368	39.951	349.971	66.477	582.339	40.099	351.267	106.576	933.606	80.050	701.238	24.9
5. COLOMBIA	1.587	13.904	186	16.313	3.449	30.217	35.961	315.021	39.411	345.238	9.729	85.228	49.140	430.466	45.690	400.249	7.0
6. COSTA RICA	313	2.745	40	350	353	3.095	2.625	22.999	2.978	26.094			2.978	26.094	2.625	22.999	11.9
7. CUBA																	
8. CHILE	490	4.290	223	1.954	713	6244	9.097	79.688	9.810	85.932	510	4.465	10.319	90.397	9.606	84.153	6.9
9. ECUADOR	187	1.636	319	2.791	505	4.427	13.510	118.350	14.016	122.777	11.954	104.716	25.970	227.494	25.464	223.067	1.9
10. EL SALVADOR	112	984	60	526	172	1.510	260	2.276	432	3.787	63	550	495	4.336	323	2.827	34.8
11. GRENADA																	
12. GUATEMALA	36	312	123	1.077	159	1.389	1.045	9.155	1.204	10.544	1.757	15.394	2.961	25.939	2.802	24.549	5.3
13. GUYANA																	
14. HAITI																	
15. HONDURAS																	
16. JAMAICA																	
17. MEXICO	1.984	17.390	515	4.527	2.499	21.917	4.256	37.289	6.755	59.206	7.711	67.480	14.466	126.686	11.967	104.769	17.3
18. NICARAGUA	33	288			33	288	981	8.593	1.014	8.881	502	4.394	1.516	13.275	1.483	12.987	2.2
19. PANAMA	97	854	169	1.476	266	2.330	691	6.051	957	8.381	1.664	14.573	2.620	22.954	2.417	20.624	10.1
20. PARAGUAY																	
21. PERU	947	8.295	260	2.275	1.207	10.570	27.152	237.855	28.359	248.425	7.176	62.866	35.536	311.291	34.329	300.721	3.4
22. REP. DOMINICANA	51	448	27	234	78	682	150	1.311	228	1.993	390	3.419	618	5.412	540	4.731	12.6
23. SURINAM																	
24. TRINIDAD Y TOBAGO																	
25. URUGUAY	813	7.121			813	7.121	76	668	889	7.789			889	7.789	76	668	91.4
26. VENEZUELA	1.055	9.240	3.961	34.701	5.013	43.941	13.737	120.336	18.753	164.277	11.105	97.288	29.858	261.565	24.842	217.624	16.7
TOTAL PAISES EVALUADOS	25.070	219.615	18.936	165.878	44.006	385.493	163.283	1'430.354	207.289	1'815.849	100.147	877.290	307.436	2'693.138	263.431	2'307.650	14.3

MW = Megavatio medio

CUADRO Nº 11

HOJA 1 DE 1

POTENCIAL HIDROELECTRICO DE AMERICA LATINA

ENERGIA MEDIA

FECHA : AGOSTO 1983

PAIS	INVENTARIADO										ESTIMADO		TOTAL GENERAL		DISPONIBLE		% APROVECHADO (3)/(7) x 100
	APROVECHADO						NO APROVECHADO		TOTAL INVENTARIADO								
	EN OPERACION (1)		EN CONSTRUCCION (2)		TOTAL APROVECHADO (3) = (1) + (2)		(4)		(5) = (3) + (4)		(6)		(7) = (5) + (6)		(8) = (4) + (6)		
	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	MW	GWh/año	
1. ARGENTINA	1.594	13.962	2.270	19.883	3.864	33.845	1.967	148.628	20.830	182.473	-	-	20.830	182.473	16.967	148.628	18.4
2. BARBADOS																	
3. BOLIVIA	172	1.507	2	21	174	1.528	5.731	50.200	5.905	51.728	14.415	126.272	20.320	178.000	20.146	176.472	0.8
4. BRASIL													136.400	1'194.864			
5. COLOMBIA	2.255	19.754	2.243	19.647	4.498	39.401	58.156	509.446	62.654	548.847	11.940	104.594	78.000	683.280	70.096	614.040	5.8
6. COSTA RICA	376	3.290	59	515	435	3.805	3.811	33.385	4.246	37.190	-	-	4.246	37.190	3.811	33.385	10,2
7. CUBA																	
8. CHILE	937	8.205	361	3.160	1.297	11.365	12.404	108.656	13.701	120.12	637	5.583	14.338	125.604	13.040	114.230	9
9. ECUADOR	213	1.864	524	4.588	737	6.452	16.114	141.155	16.850	147.607	21.382	187.303	38.232	334.910	37.495	328.458	1,9
10. EL SALVADOR	148	1.300	86	757	235	2.057	371	3.253	606	5,310	90	786	696	6.096	461	4.039	41.3
11. GRANADA																	
12. GUATEMALA	60	527	205	1.798	265	2.325	1.417	12.417	1.690	14,802	3.215	28.160	4.904	42.962	4.639	40.637	5.4
13. GUYANA																	
14. HAITI																	
15. HONDURAS																	
16. JAMAICA																	
17. MEXICO	2.828	24.843	735	6.468	3.563	31.311	6.083	53.266	9.646	84.577	11.009	96.454	20.655	181.031	17.092	149.720	17.3
18. NICARAGUA	39	345	-	-	39	345	1.143	10.017	1.183	10.362	1.114	9.762	2.297	20.124	2.258	19.779	1.7
19. PANAMA	136	1.190	176	1.543	312	2.733	1.225	10.730	1.537	13.463	3.009	26.355	4.545	39.817	4.233	37.085	6.9
20. PARAGUAY																	
21. PERU	1.213	10.624	394	3.452	1.607	14.076	44.457	389.442	46.064	403.518	10.422	91.300	56.486	494.818	54.879	480.742	2.8
22. REP. DOMINICANA	68	600	34	298	102	898	229	2.009	332	2.909	571	5.000	903	7.909	800	7.011	11.3
23. SURINAM																	
24. TRINIDAD Y TOBAGO																	
25. URUGUAY	1.068	9.351	-	-	1.068	9.351	139	1.227	1.207	10.578	-	-	1.207	10.578	139	1.227	88.4
26. VENEZUELA	1.754	15.363	5.333	46.717	7.087	62.080	20.900	183.109	27.990	245.189	15.855	138.890	43.845	384.079	36.755	321.999	16.1
TOTAL PAISES EVALUADOS													447.915	3'923.735			

MW = Megavatio medio

FIG. 4.1

olade

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

INFORME PRELIMINAR

POTENCIAL HIDROELECTRICO REGIONAL PARCIAL

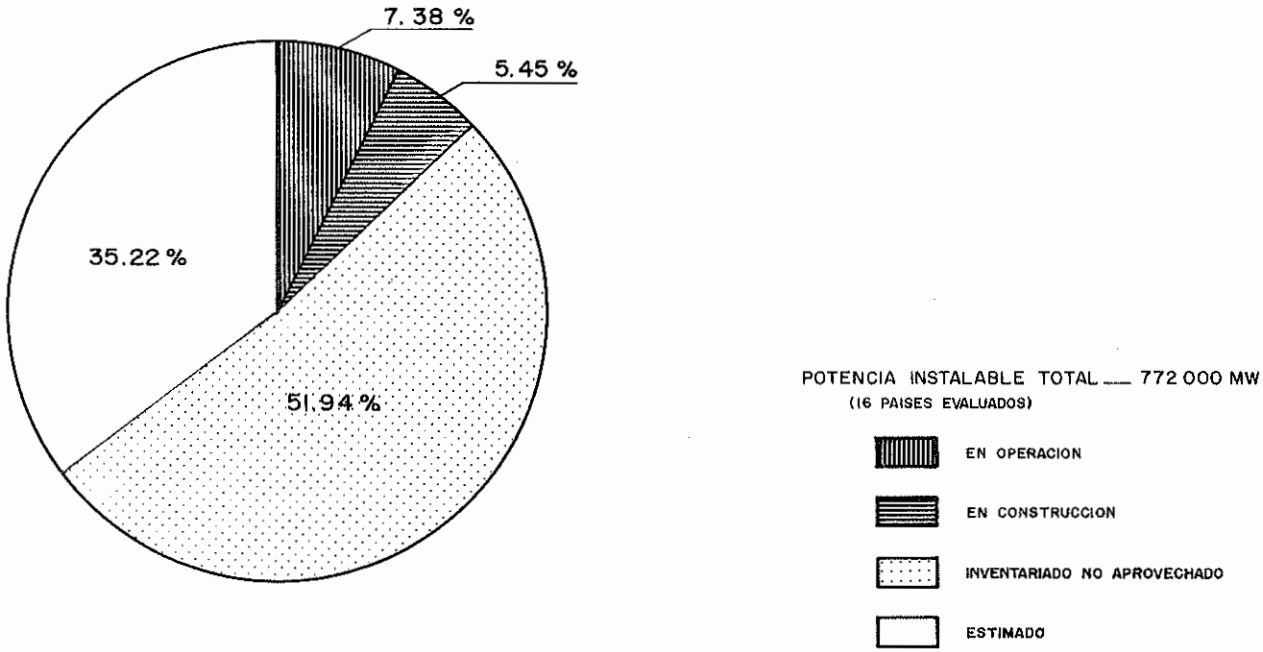


FIG. 4.2

olade

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

INFORME PRELIMINAR

POTENCIAL HIDROELECTRICO REGIONAL PARCIAL

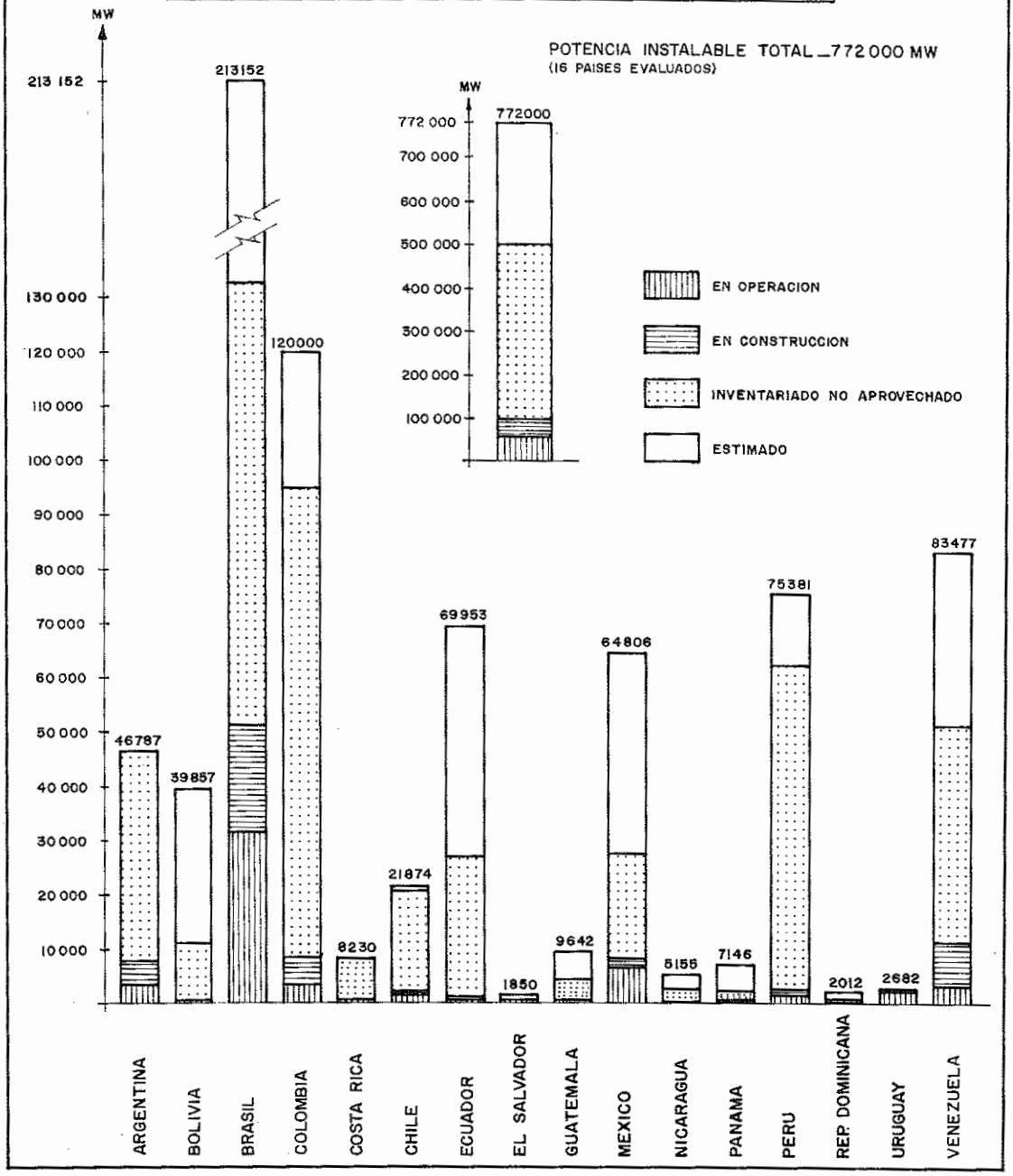


FIG. 4.3

olade

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

INFORME PRELIMINAR

POTENCIAL HIDROELECTRICO REGIONAL PARCIAL

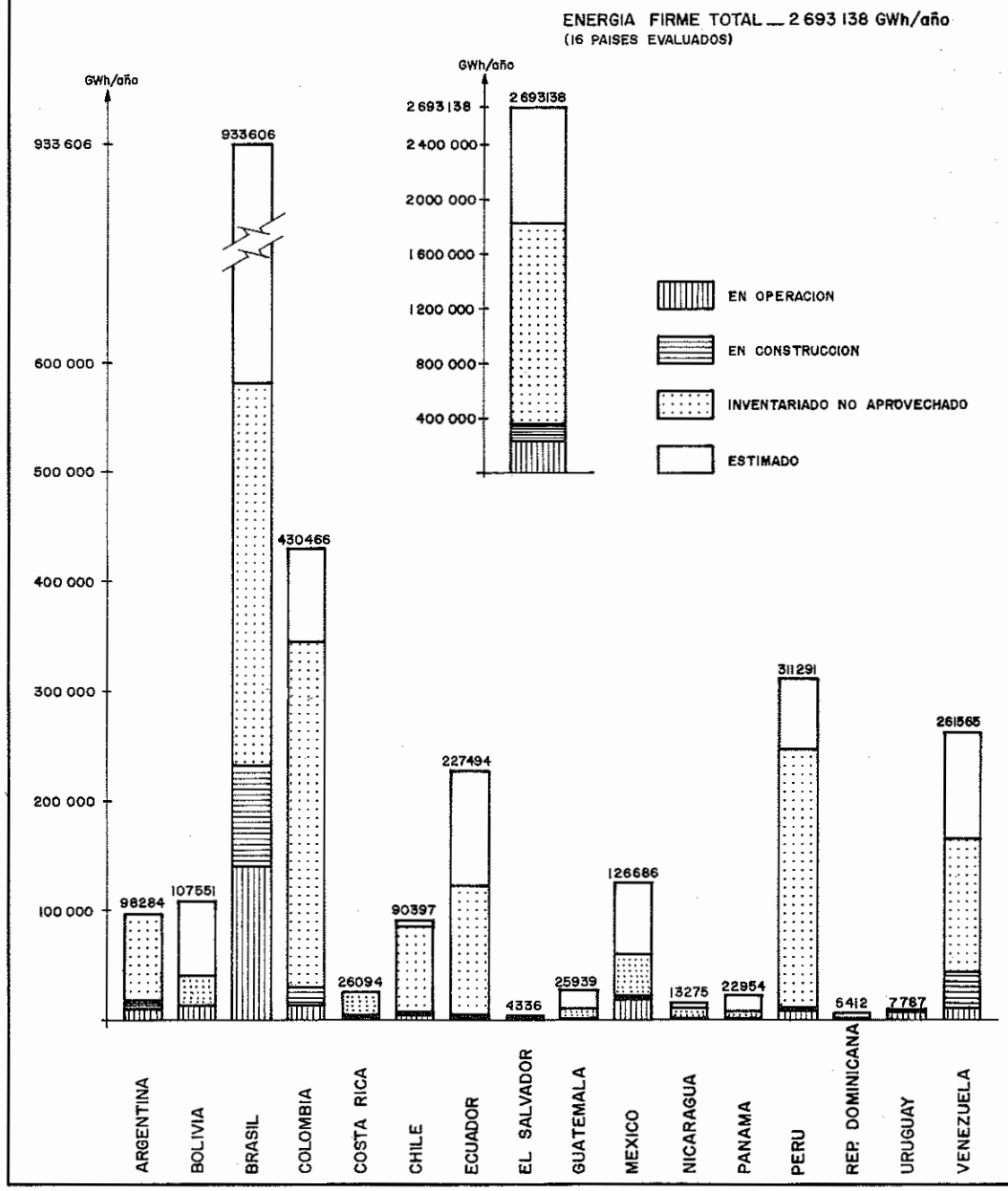


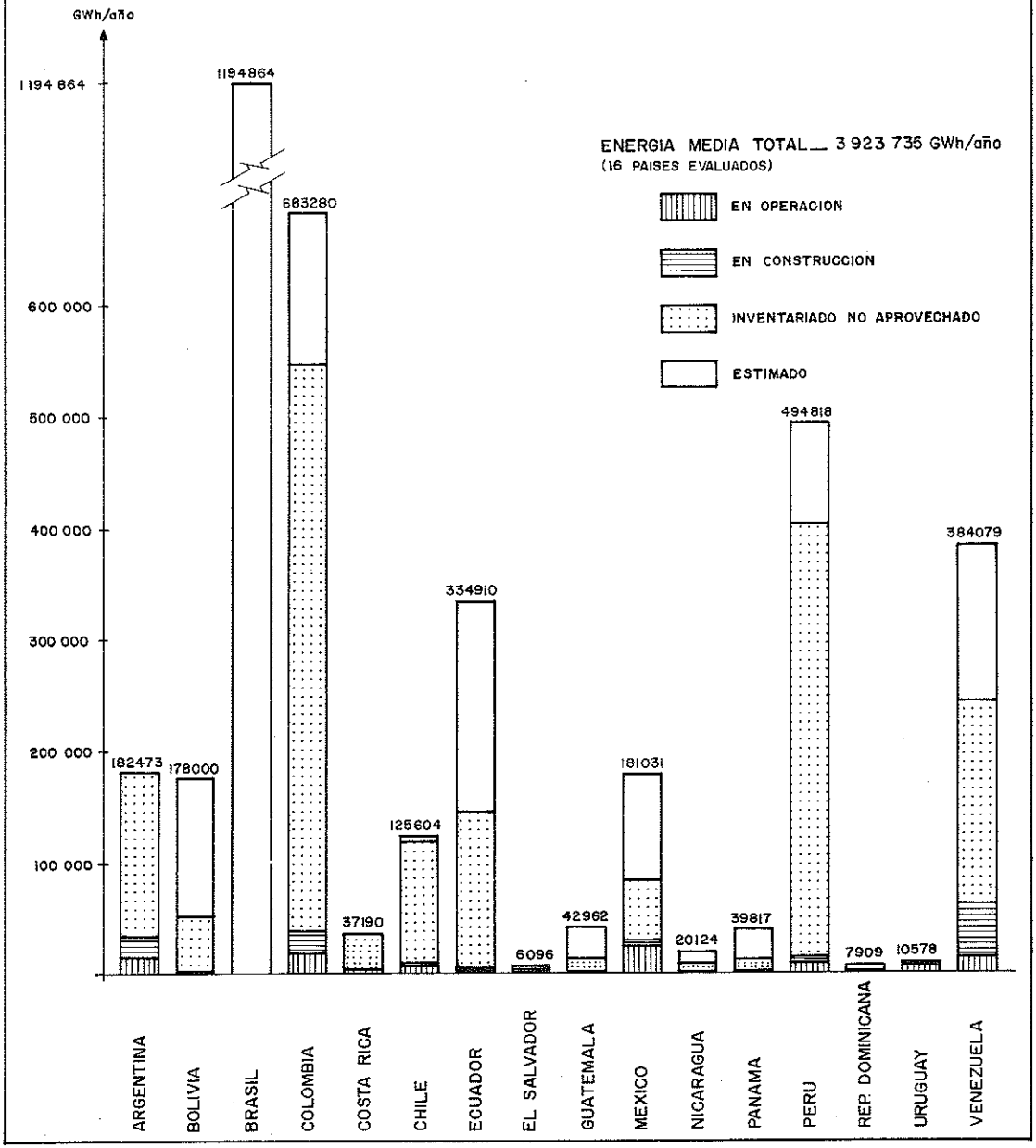
FIG. 4.4

olade

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

INFORME PRELIMINAR

POTENCIAL HIDROELECTRICO REGIONAL PARCIAL



5. ANALISIS DE LA INFORMACION OBTENIDA

— Según datos del Banco Mundial presentados en 1974 en la Conferencia Mundial de Energía sobre estudio de recursos energéticos, la región tiene un potencial instalable total de aproximadamente 328 MW.

— Según la estimación de OLADE realizada en 1980 con datos aproximados de 1979, el potencial instalable total de la región es de 617 550 MW; en su momento se consideró que esta cifra era optimista sobre todo al compararla con los datos del Banco Mundial.

— OLADE desarrolló una metodología de evaluación del potencial nacional y regional para ser utilizada por todos los países miembros en el marco del Programa Regional de Hidroenergía y su aplicación se inició en 1983 con la cooperación de todas las instituciones competentes de la región. Hasta julio de 1984 respondieron 16 países y sus respectivas evaluaciones arrojaron un potencial de 772 000 MW. Si proyectamos la información empleando los datos de la estimación realizada en 1980 para aquellos países que aún no terminaron su evaluación, se tendría un potencial regional de 805 800 MW, el cual podrá aún incrementarse al culminar el proceso de evaluación regional.

— Otros parámetros relevantes para caracterizar el potencial hidro-energético son la energía firme y la energía media, las cuales también se determinaron en el marco de la evaluación aplicando la metodología de OLADE. Según estos datos, la región tiene una energía total de 2'791 719 GWh/año, y una energía media total de 4'068 705 GWh/año.

— Según la información obtenida en esta evaluación, América Latina ocupa el primer lugar en el mundo en potencialidad hídrica, la misma que corresponde al 35% del total de recursos hidroenergéticos con los que cuenta el mundo.

Para una apreciación más detallada del análisis anterior se presentan los cuadros 9 y 9.1, así como las figuras 4.1 y 4.2. En los cuadros y figuras mencionados se muestra el resultado de las evaluaciones hidroenergéticas realizadas en los diferentes países; así como en los cuadros 5.1 y 5.2 se presentan datos estimativos para aquellos en los cuales esta actividad aún no ha concluido.

Por otro lado, en el cuadro 9.1 y fig. 4.2 se puede observar que la región solamente aprovecha el 12.8% del total de sus recursos hidroenergéticos, y que los países que presentan un aprovechamiento más elevado, en porcentajes de sus recursos hidroeléctricos son; Uruguay, Brasil, El Salvador, Argentina y Venezuela.

Asimismo se muestra que el mayor potencial hidroeléctrico de la región está concentrado en los países del Grupo Andino y en el Brasil.

Sin embargo se debe indicar que de acuerdo a la información obtenida en esta evaluación, los países que disponen de mayor potencial hidroeléctrico total, no necesariamente tienen mayor potencialidad por habitante o por unidad de superficie; y es así como se puede observar en el cuadro N° 5.3 y figuras 5.2, 5.3, 5.4, y 5.5, que las relaciones Kw/hab. y Kwh/año-hab. son mayores en su orden en los siguientes países: Ecuador, Bolivia, Venezuela, Colombia y Perú.

Asimismo debemos notar que el mayor potencial por Km^2 tenemos en los siguientes países: Ecuador, Costa Rica, Colombia, Panamá y Venezuela.

Por otro lado, de acuerdo a la información obtenida en cuanto al costo de proyectos vemos que éste tiene un promedio en la región de US$ 1 700 el KW instalado, lo que se puede observar en el cuadro No. 5.4 .

CUADRO N° 5.1

POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL
POTENCIA INSTALABLE (MW)

Estimaciones y Evaluaciones realizadas

PAIS	A. Potencial Evaluado OLADE Julio 1984 MW	B. Potencial Estimado OLADE 1980 MW	C. Potencial Estimado Bco. Mundial 1974 MW	D. Potencial Total Proyectado-OLADE MW
1. Argentina	46.787*	45.000	48.120	46.787
2. Barbados		**	**	**
3. Bolivia	39.857	18.000	18.000	39.857
4. Brasil	213.152	213.000	90.240	213.152
5. Colombia	120.000	120.000	50.000	120.000
6. Costa Rica	8.230*	8.900	4.326	8.230
7. Cuba		**	**	**
8. Chile	21.874	12.000	15.780	21.874
9. Ecuador	69.953	22.000	21.000	69.953
10. El Salvador	1.850	850	900	1.850
11. Grenada		**	**	**
12. Guatemala	9.642	9.900	1.176	9.642
13. Guyana		**	12.000	**
14. Haití		**	**	**
15. Honduras		2.800	4.800	2.800
16. Jamaica		**	**	**
17. México	64.806	25.250	20.344	64.806
18. Nicaragua	5.155	2.950	3.600	5.155
19. Panamá	7.146	2.900	2.400	7.146
20. Paraguay		17.000	6.000	17.000
21. Perú	75.381	58.000	12.500	75.381
22. Rep. Dominicana	2.012	**	**	2.012
23. Surinam		**	260	**
24. Trinidad y Tobago		**	**	**
25. Uruguay	2.682*	7.000	2.512	2.682
26. Venezuela	83.477	36.000	11.644	83.477
Grupo Países del Caribe**		16.000	2.400	13.988
TOTAL REGION	772.000	617.550	328.000	805.800

FUENTE: Programa Regional de Hidroenergía - OLADE

* Es únicamente el potencial instalable inventariado, no incluye el estimado.

**Valor estimado para un grupo de países del Caribe (Bárbados, Cuba, Grenada, Guyana, Haití, Jamaica, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago), todavía no evaluados.

A. Según aplicación de metodología OLADE (Evaluación de Recursos Hidroenergéticos en América Latina 1983, 1984).

B. Según estimación realizada por el Programa de Hidroenergía de OLADE en 1980.

C. Según estimación realizada por el Banco Mundial en 1974.

D. Según datos del potencial evaluado por OLADE en 1984 y estimaciones realizadas en 1980 por el Programa Regional de Hidroenergía para el caso de los países que aún no disponen de la evaluación.

CUADRO N° 5.2.

POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

	Potencia Instalable Total (PINS) MW	Energía Firme Total (EFIR) GWh/año	Energía Media Total (EMED) GWh/año	
1. Argentina	46.787	98.284	182.473	
2. Barbados	**	**	**	EST.
3. Bolivia	39.857	107.551	178.000	
4. Brasil	213.152	933.606	1'194.864	
5. Colombia	120.000	430.466	683.280	
6. Costa Rica	8.230	26.094	37.190	
7. Cuba	**	**	**	EST.
8. Chile	21.874	90.397	125.604	
9. Ecuador	69.953	227.494	334.910	
10. El Salvador	1.850	4.336	6.096	
11. Grenada	**	**	**	EST.
12. Guatemala	9.642	25.939	42.962	
13. Guyana	**	**	**	EST.
14. Haití	**	**	**	EST.
15. Honduras	2.800	8.160	12.000	EST.
16. Jamaica	**	**	**	EST.
17. México	64.806	126.686	181.031	
18. Nicaragua	5.155	13.275	20.124	
19. Panamá	7.146	22.954	39.817	
20. Paraguay	17.000	49.620	72.970	EST.
21. Perú	75.381	311.291	494.818	
22. Rep. Dominicana	2.012	5.412	7.909	
23. Surinam	**	**	**	EST.
24. Trinidad y Tobago	**	**	**	EST.
25. Uruguay	2.682	7.789	10.578	
26. Venezuela	83.477	261.565	384.079	
Grupo Países**	13.988	40.800	60.000	EST.**
TOTAL REGION	805.800	2'791.719	4'068.705	

FUENTE: Programa Regional de Hidroenergía de OLADE

* Valor correspondiente al potencial instalable inventariado, no incluye el estimado.

** Valor estimado para un grupo de países del Caribe (Barbados, Cuba, Grenada, Guyana, Haití, Jamaica, Surinam, Trinidad y Tobago), todavía no evaluados.

— Los datos que se presentan son aquellos de la evaluación realizada por OLADE en 1984 y de estimaciones (EST) realizadas en 1980 por el Programa Regional de Hidroenergía para el caso de los países que aún no disponen de la evaluación.

— Potencia instalable: PINS

— Energía Media: EMED = 8.76 x FC x PINS; FC = Factor de Capacidad

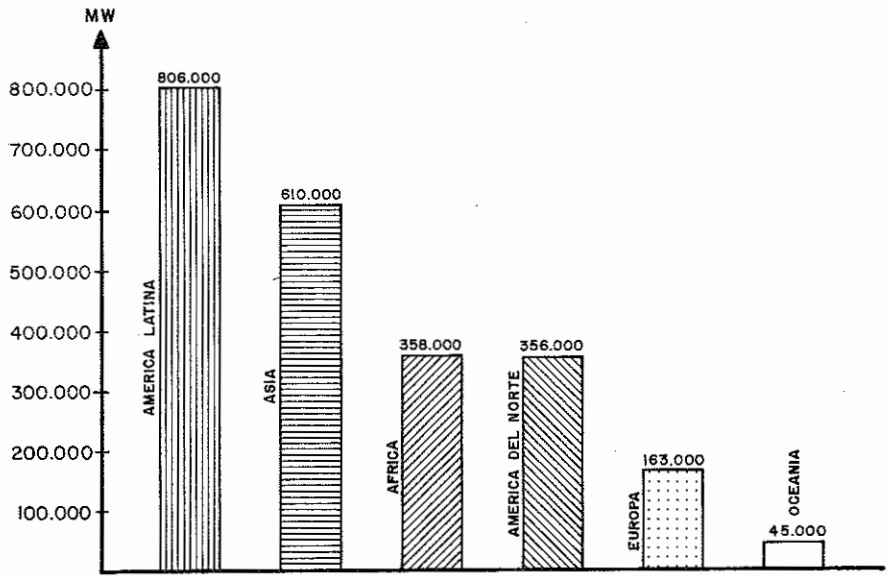
— Energía Firme: EFIR $= \beta$ x EMED ; $\frac{EFIR}{EMED} = \beta$

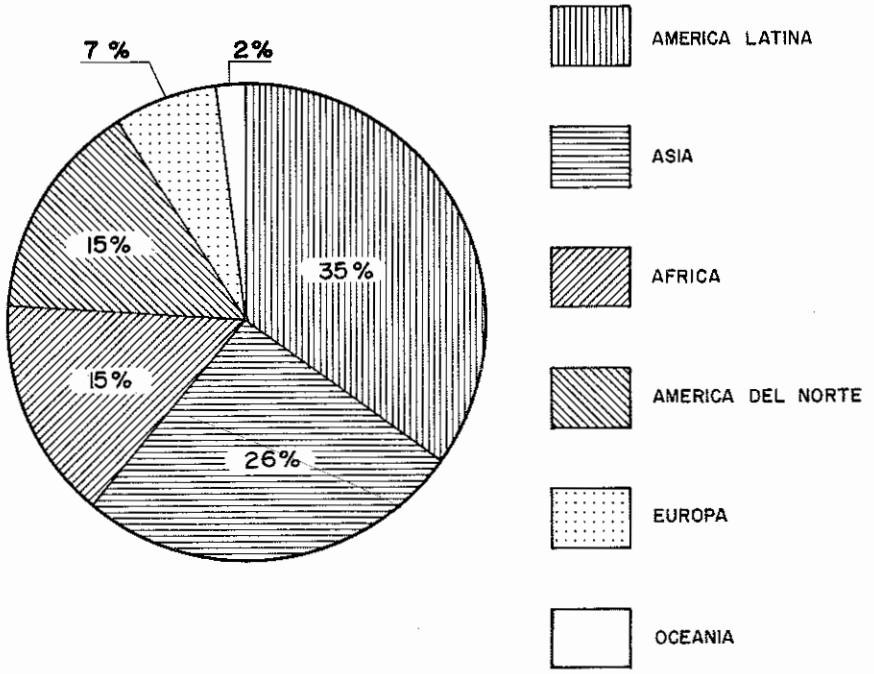
FIG. 5.1

olade

POTENCIAL HIDROENERGETICO MUNDIAL

TOTAL 2'338.000 MW





EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

POTENCIAL HIDRICO DE LOS PAISES EVALUADOS

CUADRO N° 5.3

PAIS	POTENCIA INSTALABLE MW	ENERGIA FIRME GWh/año	POBLACION x 10^6 Hab.	AREA x 10^3 Km^2	PRODUCTO INTERNO BRUTO		KW/Hab.	KWh/año-Hab.	KW/Km^2
					TOTAL US$ x 10^6	PER CAPITA US$			
1. Argentina	46 787	98 284	27,7	2 767	66 203	2 390	1,7	3 548	16,9
2. Bolivia	39 857	107 551	5,6	1 099	3 192	570	7,1	19 205	36,3
3. Brasil	213 152	933 606	118,7	8 512	243 335	2 050	1,8	7 865	25,0
4. Colombia	120 000	430 466	26,7	1 139	31 506	1 180	4,5	16 122	105,4
5. Costa Rica	8 230	26 094	2,2	51	3 806	1 730	3,7	11 861	161,4
6. Chile	21 874	90 397	11,1	757	23 865	2 150	2,0	8 144	28,9
7. Ecuador	69 953	227 494	8,0	284	10 160	1 270	8,7	28 437	246,3
8. El Salvador	1 850	4 336	4,5	21	2 970	660	0,4	964	88,1
9. Guatemala	9 642	25 939	7,3	109	7 884	1 080	1,3	3 553	88,5
10. México	64 806	126 686	69,8	1 973	145 882	2 090	0,9	1 815	32,8
11. Nicaragua	5 155	13 275	2,6	130	1 924	740	2,0	5 106	39,6
12. Panamá	7 146	22 954	1,8	77	3 114	1 730	4,0	12 752	92,8
13. Perú	75 381	311 291	17,4	1 285	16 182	930	4,3	17 890	58,7
14. República Dominicana	2 012	5 412	5,4	49	6 264	1 160	0,4	1 000	41,1
15. Uruguay	2 682	7 789	2,9	176	8 149	2 810	0,9	2 686	15,2
16. Venezuela	83 477	261 565	14,9	912	54 087	3 630	5,6	17 555	91,5
TOTAL (PAISES EVALUADOS)	772 000	2'693 138	326,6	19 341	628 523	1 924	2,4	8 246	39,9

FIG. 5.2

olade

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

INFORME PRELIMINAR

POTENCIAL POR HABITANTE (Kw/Hab.)

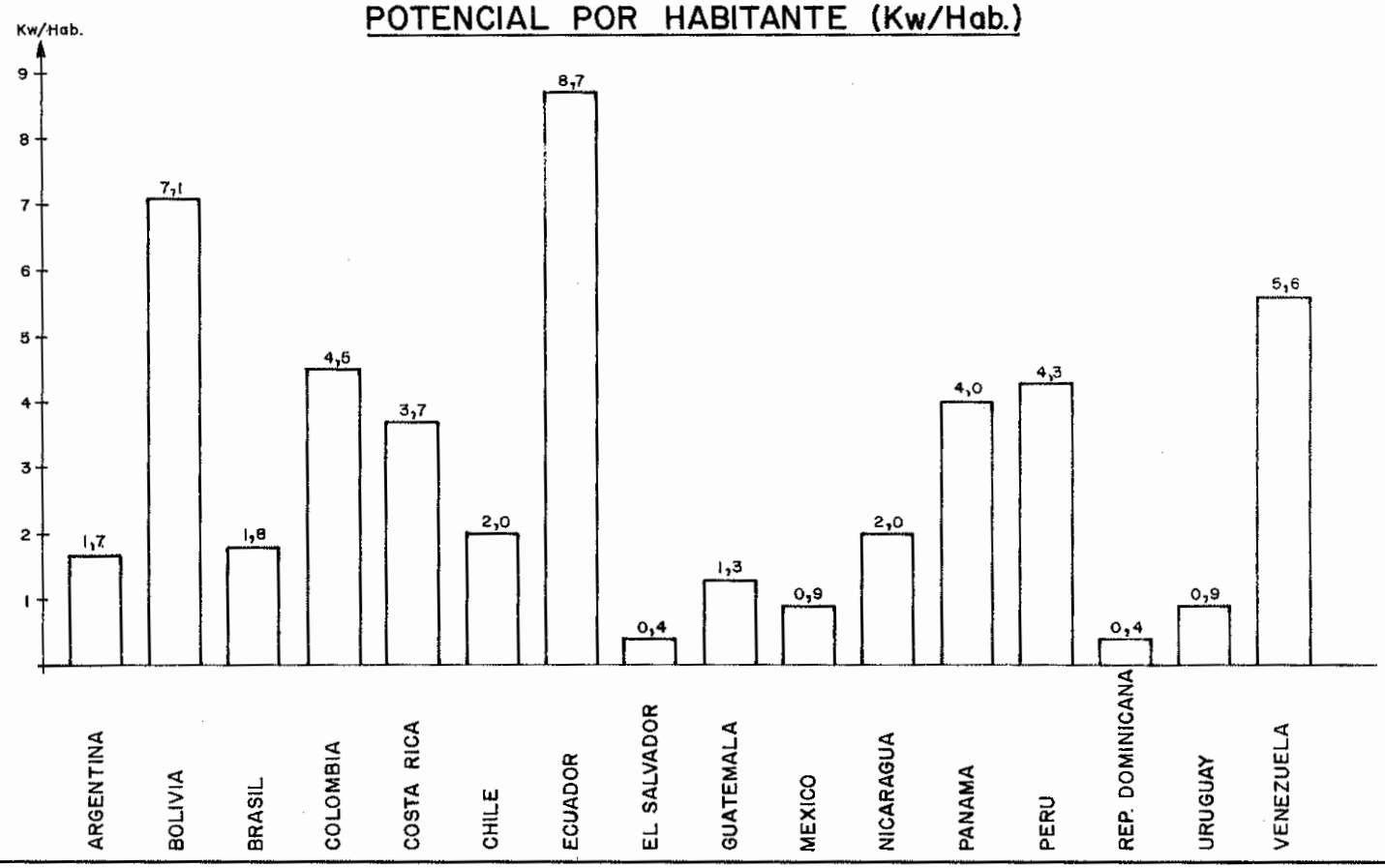


FIG. 5.3

olade

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

INFORME PRELIMINAR

ENERGIA FIRME POR HABITANTE (Kwh/año-Hab.)

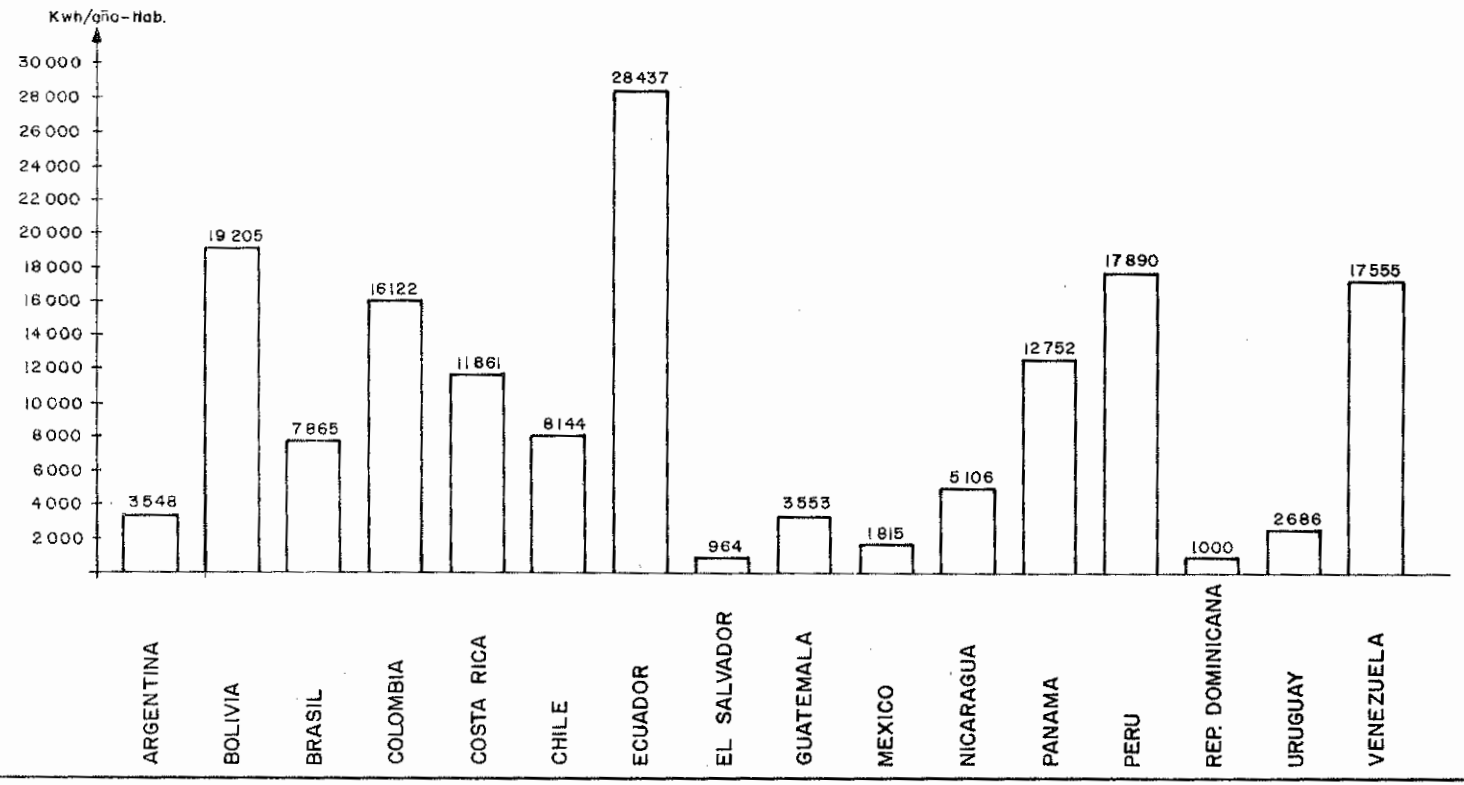


FIG. 5.4

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

INFORME PRELIMINAR

olade

POTENCIAL POR Km² (Kw/Km²)

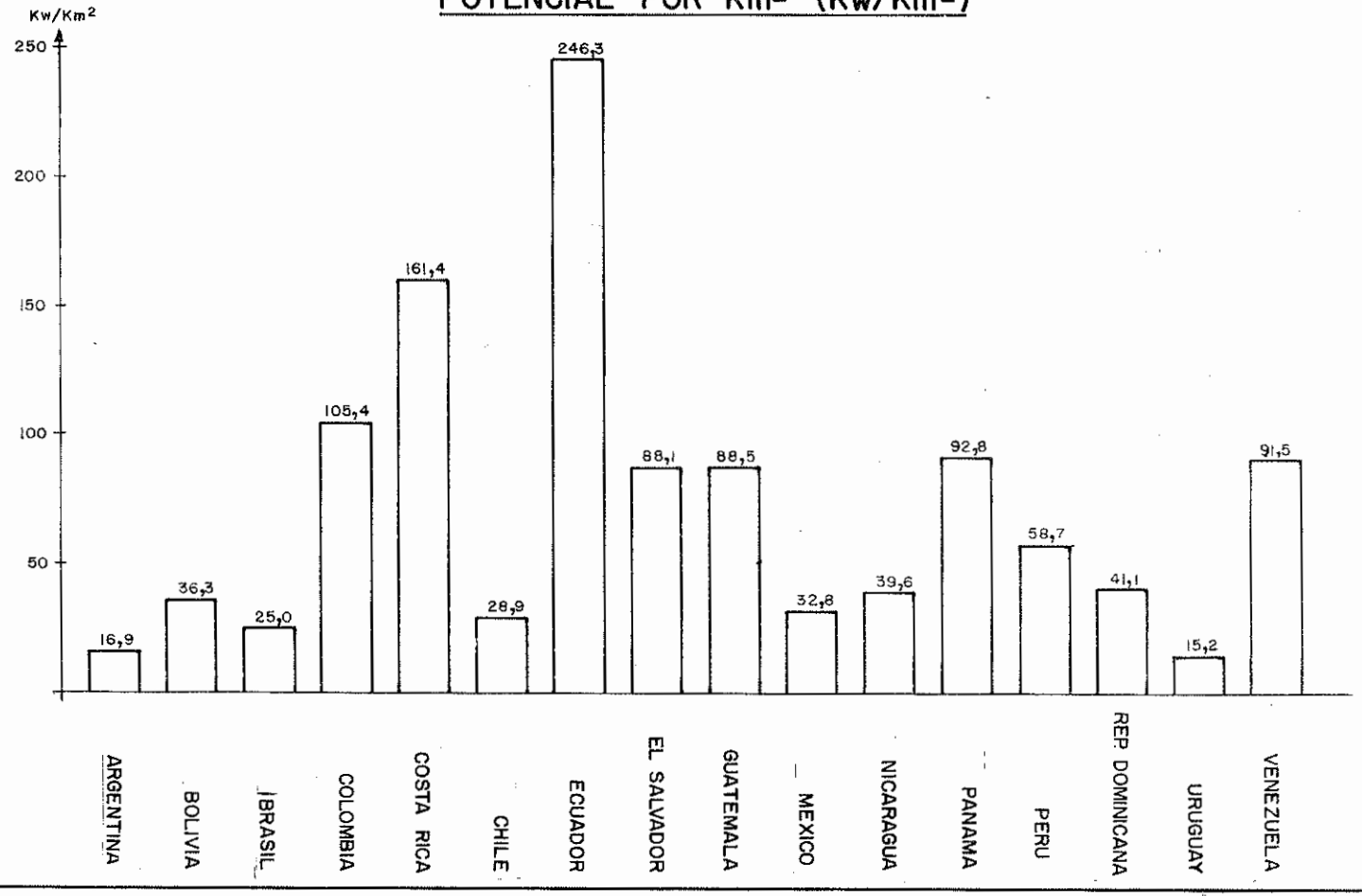
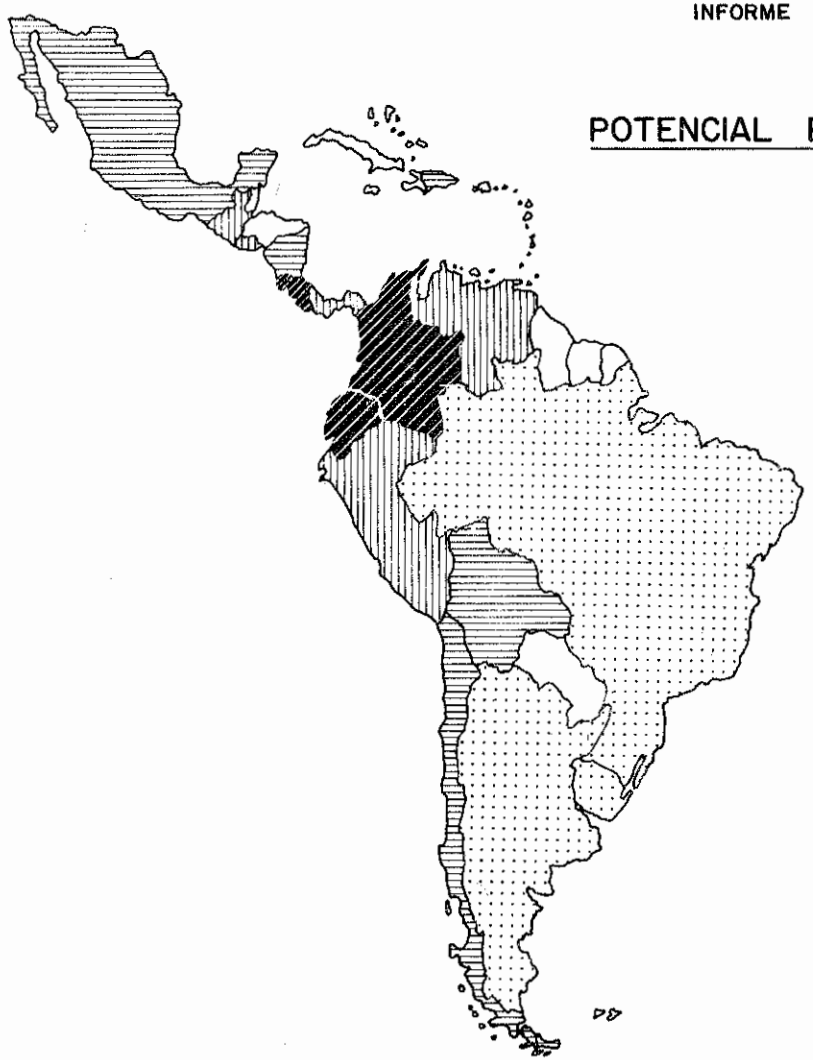


FIG. 5.5

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

INFORME PRELIMINAR

POTENCIAL POR Km² (Kw/Km²)



MENOS DE 25 Kw/Km²

25 – 50 Kw/Km²

50 – 100 Kw/Km²

MAS DE 100 Kw/Km²

NOTA: EL MAPA ES ILUSTRATIVO. OLADE NO HACE NINGUN JUICIO DE VALOR SOBRE LOS DIFERENDOS LIMITROFES EXISTENTES.

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROENERGETICO REGIONAL

COSTO DE PROYECTOS CUADRO N° 5.4

PAIS	COSTO DE PROYECTOS US$/KW								
	EN OPERACION	CONSTRUCCION	DISEÑO EJECUCION	DISEÑO BASICO	FACTIBILIDAD	PREFACTIBILIDAD	INVENTARIO	EVALUACION	COSTO PROMEDIO
Argentina			571	1 010	975		840		849
Bolivia			1 915	1 496	1 440	647	1 385	968	1 308
Colombia		899		754	904		1 523		1 020
Chile					957		2 180	3 782	2 306
Ecuador	838	827	2 030	1 339	1 472	1 830	2 066		1 486
El Salvador	631	1 611			1 536		4 356		2 033
Nicaragua					1 855	1 664	3 893		2 470
Panamá					1 857	1 140			1 499
Perú		1 381	1 397		1 112	925	2 817		1 526
República Dominicana	1 020	1 780		1 797					1 532
Uruguay	1 110				4 558		5 396		3 688
Venezuela	1 250	2 663			1 110		2 437		1 865
COSTO PROMEDIO US$/KW	970	1 527	1 478	1 279	1 616	1 241	2 689	2 375	1 700

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En términos generales se puede manifestar que la mayoría de los países disponen de considerables recursos hidroeléctricos, pero el porcentaje de aprovechamiento de los mismos es reducido. En todo caso, el recurso hídrico es de tal magnitud que por más que se cubra e 100% de las necesidades energéticas con hidroenergía en la mayoría de los países, no se aprovechará sino un porcentaje bajo de su potencial disponible.

La región en su conjunto está en capacidad de plantearse un desarrollo intensivo de la hidroenergía, si consideramos que la tecnología requerida es ampliamente conocida y que en diferentes países latinoamericanos existen experiencia y capacidades de ingeniería de proyectos y construcción, así como la infraestructura necesaria para la fabricación de equipamiento electromecánico para centrales hidroeléctricas.

Si observamos la dimensión de los proyectos y las magnitudes de las inversiones requeridas, es evidente que el financiamiento constituye el problema fundamental para el desarrollo hidroenergético de la región. La obtención de recursos para financiar el desarrollo hidroenergético constituye uno de los grandes retos de la región. En este sentido es necesario ampliar la base financiera regional, mediante la articulación de acciones conjuntas.

A partir de la primera evaluación del potencial hidroenergético regional será posible promover diversas actividades tendientes a fortalecer el desarrollo energético de América Latina, entre las cuales merece considerarse las siguientes:

— Comparación del potencial y características básicas de aprovechamiento (principalmente aquellos inventariados) entre los países.

— Identificación de experiencias, semejanzas y diferencias en el desarrollo de la evaluación de recursos y sus características con respecto a otros países de la región, con mirar a aprovechar experiencias y establecer áreas de interés para la cooperación bilateral y multilateral.

— Mejorar el conocimiento de los recursos compartidos, lo que contribuirá a una mejor definición de políticas para el desarrollo energético.

— Mejorar el conocimiento de las perspectivas de intercambio de suministros energéticos en las áreas de frontera y perspectivas de interconexión regional.

— Utilizar el conocimiento de la magnitud y características del recurso para definir políticas tecnológicas y de fabricación de equipos y materiales a nivel nacional y regional.

— Continuar perfeccionando el conocimiento integral y consistente del potencial hidroenergético de la región mediante evaluaciones periódicas.

— Identificar necesidades de realizar inventarios hidroenergéticos en varios países de la región.

— Definir el marco concreto de las perspectivas de cooperación regional en el ámbito hidroenergético y en particular en lo referente a procesos de elaboración de inventarios, mediante el conocimiento concreto de necesidades de asistencia técnica y por otro lado de la experiencia y disponibilidades existentes.

— Contribuir a la formulación de políticas de desarrollo hidroenergético a largo plazo a nivel de los países y para la región en su conjunto, mediante el conocimiento integral del recurso, en el contexto de otras alternativas energéticas.

— Buscar bases de referencia para futuras gestiones de apertura de líneas de financiamiento para el desarrollo de inventarios hidroenergéticos y posteriormente para financiar estudios y proyectos conjuntos.

— Identificar posibilidades de cooperación regional mediante el aprovechamiento de cuencas comunes.

— Precisar la magnitud y perspectivas del desarrollo hidroenergético regional con miras a establecer planes regionales y definir las prioridades de acción futura.

EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL PRELIMINARY REPORT

REGIONAL HYDROENERGY PROGRAM
OLADE

1. INTRODUCTION

Latin America has quite a significant hydroelectric potential of which only a small percentage has been tapped. High petroleum prices and the dwindling reserves of petroleum and natural gas, which will prove insufficient to cover energy demand by the end of the century, have made hydroenergy one of Latin America's principal energy alternatives.

Hydroenergy is one of the major energy resources available to Latin America and the Caribbean, and its importance is even greater with regard to those energy resources applicable to the generation of electricity. The total installable hydroelectric potential is around 806,000 MW, of which only 12,8% is being used.

Projecting the historical trend of the electricity sector's development to the year 2000, and assuming that 70% of the installed generating capacity would be hydroelectric, it would be necessary to install over 260,000 MW more in hydroelectric stations during the next 20 years, which means increasing the current installed capacity fivefold.

Such massive development of hydroenergy, aiming to maintain the historical growth rate of the electricity sector and to increase the participation of hydroenergy, will call for investments exceeding 260 x 10^9 dollars over the next 20 years.

The region as a whole is in a position to undertake intensive hydro power development, considering that the technology required is well-known throughout the region and that different Latin American countries have project engineering and construction experience and capabilities, as well as the infrastructure necessary to manufacture equipment for hydroelectric stations.

Hydroenergy development will create favorable conditions for the growth of productive activities in the area of supply of materials and equipment, as well as an appreciable capacity for generating employment during the construction process. The effects that intensive hydroelectric development and increased use of a renewable energy source may subsequently have on the economy include a contribution to creating conditions favorable for the "electrification" of transportation and industry.

For planned action in the development of such an important energy resource as hydroelectricity, it is necessary to obtain a reliable notion of its magnitude; thus, the enormous interest of OLADE in helping the region's countries to carry out the evaluation of their hydroenergy resources.

Knowledge about the hydroelectric potential of a basin evolves gradually, becoming increasingly accurate, as the information on its physical features becomes available, and as desk and field studies are done, making it possible to define divisions of heads and sites along the basin's rivers.

Due to the cost of obtaining field data, the level of information goes into increasingly greater depth on the

basis of a systematic process of priorities. The level of data on hydroenergy resources is therefore quite varied, requiring a process of evaluation of the resource in order to obtain totals for energy potentials; the values obtained at the different levels of knowledge of those resources are classified according to their stages of work: estimates, inventories, feasibility studies, basic design, execution design, construction, and operation.

In-office estimates or evaluations are a first appraisal of potential and a first definition of scope, costs, and timeframes for the inventory studies to be performed. The inventory stage defines the utilizable energy potential of a hydrographic basin through the study of the division of heads and through the preliminary estimation of costs for each development site.

Within this context, OLADE has prepared, with the cooperation of experts from some of its member countries, a methodology designed to provide the countries of Latin America and the Caribbean with a tool that will facilitate the discovery of their hydroenergy potential, the knowledge that will help them plan their development programs. It will also give countries a more comprehensive outlook on the region's hydroelectric potential, and the implications that its development may have within a setting of regional cooperation.

This paper summarizes the methodology and work carried out by OLADE and the competent institutions of its member countries in the execution of the first evaluation of their hydroenergy resources.

Only the basic information currently available in these countries has been input, with the intention of processing existing data or transforming previous hydroenergy evaluations, rather than obtaining new information.

We have attempted to determine the total figures for the magnitude of the resource, with a degree of accuracy that depends upon the various levels of knowledge thereof. This report has established both the potentials of basins or rivers that have not been specifically studied and those basins and rivers already inventoried, as well as the specific projects studied, under construction or in operation.

The forms that summarize the information from the evaluation have been filled out for each country according to the knowledge available about its hydroenergy resources and consolidated by OLADE.

2. ACTIVITIES UNDERTAKEN

Considering that a greater utilization of available hydroenergy resources, and consequently a significant reduction in the consumption of hydrocarbons for electric power generation purposes, is a goal that must be attained, and that, on the other hand, planning of the use of hydroenergy calls for a reasonably precise knowledge about available resources, the importance of systematic, low-cost surveys of said resources can thus be affirmed.

In this regard, OLADE prepared a methodology for the purpose of evaluating regional hydroenergy resources and called together a Work Group and an Advisory Group with experts from member countries. The methodology was analyzed and perfected at the I Latin American Seminar on Hydroenergy, organized by OLADE. On the basis of practical conclusions derived from its application with samples from a small number of countries, sufficient elements were made available for proceeding with the final review and fine-tuning.

With the definitive methodology and examples of practical applications prepared by Brazil, Peru and Venezuela, a sufficiently broad edition of the evaluation methodology was formulated for not only the institutions responsible for supplying information to OLADE but also for the various institutions that might eventually participate in the evaluation process of each country.

The implementation activities had as their starting point the contacts made by the Permanent Secretariat of OLADE with member country governments, which were informed about the anticipated activities, as located within the context of the Latin American Energy Cooperation Program (PLACE).

Alongside the submission of the definitive methodology document, duly perfected, the OLADE Secretariat proposed at the ministerial level that an initial evaluation of hydroenergy resources be carried out in each country. Execution time periods were suggested and it was requested that a national counterpart be designated. Short - term missions made up of regional experts were planned to coordinate the details of implementation, to make clarifications, and to identify possible needs for technical assistance.

The initial distribution of documents was accompanied or followed by lectures in some countries, on the application of the methodology, in which high - level officials and professionals from ministries and responsible institutions took part. The lectures formed part of the activities of visits to promote and coordinate the execution of the evaluation in each country.

During the visits, it was possible to identify the different degrees of basic information available, since this would be necessary for the evaluation of hydroenergy resources, especially the availability of national technical teams capable of carrying it out. After this diagnosis, which countries would be apt for providing technical assistance and which countries would need it could be established. OLADE clarified for the institutions responsible for this endeavor that by means of a request through the ministry, technicians could be sent from the countries showing higher levels of relative development in hydro resource evaluation, to those countries with greater limitations.

As an example of regional cooperation within the framework of PLACE, the technical assistance requested by Bolivia must be mentioned. With OLADE coordination and financing, the National Electric Company of Peru (ELECTROPERU) has provided this assistance to ENDE in Bolivia, in order to evaluate Bolivia's hydroenergy resources.

OLADE has disseminated the evaluation methodology among the member countries through the presentation of lectures to the institutions responsible for this task, has established commitments for programs and execution timeframes, and has organized a national counterpart and coordinated details for implementation of the evaluation.

OLADE has received evaluations from 16 countries; these have been carried out by the national institutions designated as counterparts. Most of these institutions have presented their work in a complete form, according to the methodology proposed by the Organization. For those evaluations not totally complete, OLADE has done complementary work in order to present this preliminary report, in an attempt to provide a more objective picture of reality as concerns the hydroenergy resources of Latin America and the Caribbean.

3. EVALUATION METHODOLOGY

3.1 Criteria Employed

In this evaluation it was considered that the most relevant parameters for determining the hydroenergy prospects are FIRM ENERGY, MEAN ENERGY and INSTALLABLE CAPACITY

The FIRM ENERGY of an interconnected system or hydro power station is the hydroenergy resource which is effectively available.

The MEAN ENERGY is defined as the arithmetic mean of the energy that can be generated during all the period under consideration for the hydrological statistical series. It is usually greater than the firm energy since not all the years are as dry as the one corresponding to the critical period.

The INSTALLABLE CAPACITY is the potential outfitting of a hydroelectric development, which limits maximum energy production.

The energy production of an interconnected system or hydro power station always refers to the period of generation; therefore, both the firm energy and the mean energy will be dimensionally equivalent to power.

Thus, it is possible to use the average megawatt unit ($\overline{MW}$) or GWh/year. The conversion of a value expressed in the first unit into the second is accomplished by multiplying the first value by 8.76.

In the forms presented in this preliminary report, firm energy and mean energy have been expressed in units of average megawatts ($\overline{MW}$) or in GWh/year; of the countries which have submitted information, Brazil is the only one that adopted the $\overline{MW}$ units.

3.2 Forms and Charts Employed

The information was organized in various summary charts or forms, according to the level of knowledge on each basin, river section, individual hydroelectric development site or generation system.

This summary of the evaluation methodology shows schemes of the charts and forms employed by the countries in their hydroenergy assessment.

For the most elementary stages of knowledge about the potential, i.e., for the estimates or in-office evaluations, one of the first four forms will be used, according to the information available for each case. All of the basins and river sections where no hydroenergy inventory has been carried out fall within this category; therefore, alternative prodedures are proposed for indirectly estimating firm energy, mean energy, and installable capacity using existing data and simple mathematical calculations.

Chart 1 was used for those basins in which the only available information is the theoretical gross potential, based on surface runoff.

Chart 2 was be used for those basins or river sections where the best available information refers to gross linear potential.

In those river sections where no profile was available and where, therefore, the potential sites had not been singled out, Chart 3 was used.

The general criterion adopted herein was to be more conservative when the available information was less precise. This is true not only for the energy aspects but for the costs as well. For more rudimentary levels of knowledge, the energy output is underestimated and the costs are overstimated, but this appreciation improves for higher levels of knowledge.

Finally, in those river sections where no inventory studies had been done, but where the profile was known and it was possible to make a preliminary identification of the potential applications, Chart 4 was used.

For those basins, river sections, and isolated or integrated developments found at a level of inventory studies or in later stages (feasibility, basic design, execution design, construction or operation), Chart 5 was used; its structure is more complex.

As an appendix of the results in the forms, some countries attached topological maps of each basin's studies, for the purpose of indicating the relative location of the information.

The three following forms (Charts 6, 7, and 8) summarize the information from the first five and indicate the hydro power potential, expressed as installed capacity in MW (Chart 6); firm energy, in average MW and GWh/year (Chart 7); and mean energy, in average MW and GWh/ year (Chart 8).

The other forms (Charts 9, 10, and 11) are similar to the charts described in the foregoing paragraph, but they refer to information received from each country and have been filled out by OLADE to show regionally consolidated data.

4. PARTIAL RESULTS FROM THE FIRST EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY RESOURCES

CHART 1

ESTIMATED HYDROENERGY POTENTIAL BASED ON GROSS SURFACE RUNOFF

Country : _____

Reference: _____

BASIN	RIVER	GROSS SURFACE POTENTIAL EBS		ESTIMATED HYDROENERGY POTENTIAL				
				FIRM ENERGY EFIR		MEAN ENERGY EMED		INSTALLABLE CAPACITY PINS MW
		$\overline{MW}$	GWh/yr	$\overline{MW}$	GWh/yr	$\overline{MW}$	GWh/yr	

$EFIR = K_1 \times \beta \times EBS$ [GWh/yr]
with:
EBS in GWh/yr

$EFIR = K_1 \times \beta \times EBS$ [$\overline{MW}$]
with:
EBS in $\overline{MW}$

K_1 = coefficient relating mean energy to annual gross mean energy from surface runoff (theoretical potential).

β = typical ratio estimated between firm energy and mean energy.

$EMED = EFIR/\beta$ (GWh/yr)
with:
EFIR in GWh/yr

$EMED = EFIR/\beta$ ($\overline{MW}$)
with:
EFIR in $\overline{MW}$

$PINS = EMED/8.76\ FC$ (MW)
with:
EMED in GWh/yr

$PINS = EMED/FC$ (MW)
with:
EMED in $\overline{MW}$

FC = capacity factor.

CHART 2

ESTIMATED HYDROENERGY POTENTIAL BASED ON GROSS LINEAR POTENTIAL

Country : _____

Reference: _____

BASIN	RIVER	GROSS LINEAR POTENTIAL EBL		ESTIMATED HYDROENERGY POTENTIAL				
				FIRM ENERGY EFIR		MEAN ENERGY EMED		INSTALLABLE CAPACITY PINS MW
		$\overline{MW}$	GWh/yr	$\overline{MW}$	GWh/yr	$\overline{MW}$	GWh/yr	

$EFIR = K_2 \times \beta \times EBL$ [GWh/yr]
with:
EBL in GWh/yr

$EFIR = K_2 \times \beta \times EBL$ [$\overline{MW}$]
with:
EBL in $\overline{MW}$

K_2 = coefficient relating mean energy to gross linear energy (gross linear potential).

CHART 3

NON-INDIVIDUALIZED ESTIMATED HYDROENERGY POTENTIAL

Country: _____

Reference: _____

BASIN	RIVER	ELEVATION m above ssa level		MEAN FLOW FINAL ELEV. QMED m^3/s	REGLRZ. FLOW QREG m^3/s	FIRM ENERGY EFIR		MEAN ENERGY EMED		INSTALLABLE CAPACITY PINS MW	REMARKS
		Upper	Lower			$\overline{MW}$	GWh/yr	$\overline{MW}$	GWh/yr		

$EFIR = 0.0219 \times QREG \times \Delta Z$ (GWh/yr)

$\overline{EFIR} = 0.0025 \times QREG \times \Delta Z$ ($\overline{MW}$)

CHART 4

INDIVIDUALIZED ESTIMATED HYDROENERGY POTENTIAL

Country: _____

Reference: _____

BASIN	RIVER	SITE ELEVATIONS - m above sea level		DRAINAGE AREA km^2	MEAN FLOW QMED m^3/s	REGLRZ. FLOW QREG m^3/s	GROSS MAX HEAD HMAB m	FIRM ENERGY EFIR		MEAN ENERGY EMED		INSTALLABLE CAPACITY PINS MW	REMARKS
		Upper	Lower					$\overline{MW}$	GWh/yr	$\overline{MW}$	GWh/yr		

$EFIR = 0.063 \times QREG \times HMAB$ [GWh/yr]

$\overline{EFIR} = 0.0072 \times QREG \times HMAB$ [$\overline{MW}$]

CHART Nº 5

INVENTORIED HYDROENERGY POTENTIAL

Country: _____

Reference: _____

BASIN *	RIVER *	SITE *	DRAINAGE AREA km^2	HYDROLOGIC PERIOD MONTH & YEAR - START - FINISH		FLOW m^3/s				VOLUME ($10^6 m^3$)			LEVEL m				
				UTILIZED	CRITICAL	MEAN QMED	GUARANTEED 95 % Q95 *	CRITICAL PERIOD MEAN QCRT *	REGULARIZED QREG	TOTAL VTOT	USEFUL VU	USEFUL UPSTREAM VUA	ABSOLUTE MAXIMUM LEVEL NMAX	NORMAL MAXIMUM LEVEL NMAN *	NORMAL MINIMUM LEVEL NMIN	LEVEL OF RESTITUTION NRES *	MEAN LEVEL NMED

		MAXIMUM HEAD m *		NET MEAN HEAD m *	FLOODED AREA km^2 *			FIRM ENERGY OF SITE * EFIR		MEAN ENERGY OF SITE EMED *		INSTALLABLE POWER MW *	CAPACITY FACTOR *	Nº OF UNITS	ESTIMATED INVESTMENT	UNIT INVESTMENT	LEVEL OF KNOWLEDGE *	START-UP	OBSERVATIONS
LEVEL OF REFERENCE NREF	TOPOGRAPHICAL LEVEL NTP	GROSS HMAB	NET HMAN	HMED	MAXIMUM AMAX	MAXIMUM OPERATION AMAO	MINIMUM OPERATION AMIN	$\overline{MW}$	GWh/year	$\overline{MW}$	GWh/year	PINS	FC		10^6 US$	US$/kW			

HYDROENERGY POTENTIAL
Installable Capacity
(MW)

CHART 6

Country : _____

Reference : _____

BASIN	INVENTORIED					Estimated	General Total	Available	% Utilized
	UTILIZED			Non-utilized	Total Inv.				
	In Op. (1)	Constr. (2)	Total (3)=(1)+(2)	(4)	(5)=(3)+(4)	(6)	(7)=(5)+(6)	(8)=(4)+(6)	$\frac{(3)}{(7)} \times 100$

HYDROENERGY POTENTIAL
Firm Energy

CHART 7

Country : _____

Reference: _____

BASIN	INVENTORIED										Estimated		General Total		Available		% Utilized
	UTILIZED						Non-utilized		Total Inventoried								
	In Operation (1)		Under Constr. (2)		Total (3)=(1)+(2)		(4)		(5)=(3)+(4)		(6)		(7)=(5)+(6)		(8)=(4)+(6)		$\frac{(3)}{(7)} \times 100$
	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	

HYDROENERGY POTENTIAL
Mean Energy

CHART 8

Country : _____

Reference: _____

BASIN	INVENTORIED										Estimated		General Total		Available		% Utilized
	UTILIZED						Non-utilized		Total Inventoried								
	In Operation (1)		Under Constr. (2)		Total (3)=(1)+(2)		(4)		(5)=(3)+(4)		(6)		(7)=(5)+(6)		(8)=(4)+(6)		$\frac{(3)}{(7)} \times 100$
	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	

CHART 9

LATIN AMERICA'S HYDROENERGY POTENTIAL
Installable Capacity
(MW)

Reference :_____

COUNTRY	INVENTORIED					Estimated	General Total	Available	% Utilized
	UTILIZED			Non-utilized	Total Inv.				
	In Op. (1)	Constr. (2)	Total (3)=(1)+(2)	(4)	(5)=(3)+(4)	(6)	(7)=(5)+(6)	(8)=(4)+(6)	$\frac{(3)}{(7)} \times 100$

CHART 10

LATIN AMERICA'S HYDROENERGY POTENTIAL
Firm Energy

Reference:_____

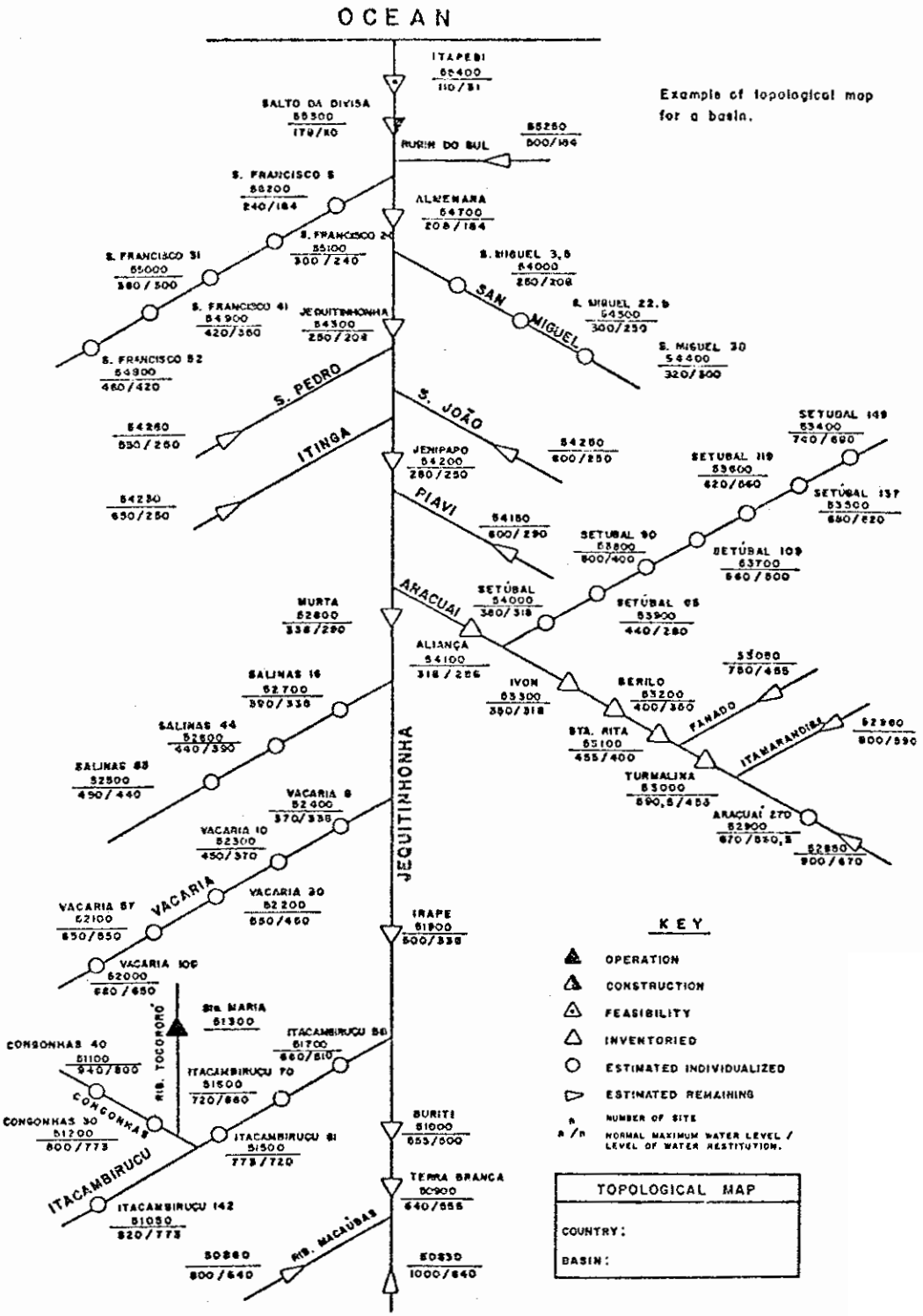
COUNTRY	INVENTORIED										Estimated		General Total		Available		% Utilized
	UTILIZED						Non-utilized		Total Inventoried								
	In Operation (1)		Under Constr. (2)		Total (3)=(1)+(2)		(4)		(5)=(3)+(4)		(6)		(7)=(5)+(6)		(8)=(4)+(6)		$\frac{(3)}{(7)} \times 100$
	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	

CHART 11

LATIN AMERICA'S HYDROENERGY POTENTIAL
Mean Energy

Reference :_____

COUNTRY	INVENTORIED										Estimated		General Total		Available		% Utilized
	UTILIZED						Non-utilized		Total Inventoried								
	In Operation (1)		Under Constr. (2)		Total (3)=(1)+(2)		(4)		(5)=(3)+(4)		(6)		(7)=(5)+(6)		(8)=(4)+(6)		$\frac{(3)}{(7)} \times 100$
	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	



Example of topological map for a basin.

4. PARTIAL RESULTS OF THE FIRST EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL

CHART 9

LATIN AMERICA'S HYDROENERGY POTENTIAL
Installable Capacity
($\overline{MW}$)

DATE: AUGUST 1984

COUNTRY	INVENTORIED					Estimated (6)	General Total (7)=(5)+(6)	Available (8)=(4)+(6)	% Utilized (3)/(7) x 100
	UTILIZED			Non-utilized (4)	Total Inv. (5)=(3)+(4)				
	In Op. (1)	Constr. (2)	Total (3=1+2)						
1. ARGENTINA	3,620	4,517	8,137	38,650	46,787	-----	46,787	38,650	17,4
2. BARBADOS									
3. BOLIVIA	304	7	311	10,704	11,015	28,842	39,857	39,546	0,8
4. BRAZIL	31,765	19,512	51,277	81,675	132,952	80,200	213,152	161,875	23,4
5. COLOMBIA	3,834	4,921	8,755	87,365	96,120	23,880	120,000	111,245	7,3
6. COSTA RICA	620	96	716	7,514	8,230	-----	8,230	7,514	8,7
7. CUBA									
8. CHILE	1,736	520	2,256	18,737	20,993	881	21,874	19,618	10,3
9. ECUADOR	322	686	1,008	26,183	27,191	42,762	69,953	68,945	1,4
10. EL SALVADOR	232	180	412	1,220	1,632	218	1,850	1,438	22,3
11. GRENADA									
12. GUATEMALA	164	300	464	3,989	4,453	5,189	9,642	9,178	4,8
13. GUYANA									
14. HAITI									
15. HONDURAS									
16. JAMAICA									
17. MEXICO	6,500	2,160	8,660	19,214	27,874	36,932	64,806	56,146	13,7
18. NICARAGUA	100		100	2,826	2,926	2,229	5,155	5,055	1,9
19. PANAMA	246	300	546	1,917	2,463	4,683	7,146	6,600	7,6
20. PARAGUAY									
21. PERU	1,809	497	2,315	59,927	62,242	13,139	75,381	73,066	3,1
22. DOMINICAN REP.	188	54	242	683	925	1,087	2,012	1,770	12,1
23. SURINAME									
24. TRINIDAD & TOBAGO									
25. URUGUAY	2,400	-----	2,400	282	2,682	-----	2,682	282	91,7
26. VENEZUELA	3,170	8,314	11,484	40,116	51,600	31,877	83,477	71,993	13,8
TOTAL	57,010	42,064	99,074	401,000	500,074	271,926	772,000	672,926	12,8

CHART 9.1

LATIN AMERICA'S HYDROENERGY POTENTIAL
Installable Capacity - TOTAL

DATE: AUGUST 1984

COUNTRY	INVENTORIED					% Estimated (6)	MW General Total (7)=(5)+(6)	% Available (8)=(4)+(6)	% Utilized (3)/(7) x 100
	UTILIZED			Non-utilized (4)	Total Inv. (5)=(3)+(4)				
	In Op. (1)	Constr. (2)	Total (3=1+2)						
ARGENTINA	7,74	9,65	17,39	82,61	100		46,787	82,61	17,39
BOLIVIA	0,76	0,02	0,78	26,86	27,64	72,36	39,857	99,22	0,80
BRAZIL	14,90	9,15	24,05	38,32	62,37	37,63	213,152	75,95	24,05
COLOMBIA	3,19	4,10	7,29	72,80	80,09	19,90	120,000	92,70	7,29
COSTA RICA	7,53	1,17	8,70	91,30	100		8,230	91,30	8,70
CHILE	7,94	2,38	10,32	85,66	95,97	4,03	21,874	89,68	10,32
ECUADOR	0,46	0,98	1,44	37,43	38,87	61,13	69,953	98,56	1,44
EL SALVADOR	12,54	9,73	22,27	65,94	88,21	11,79	1,850	77,73	22,27
GUATEMALA	1,70	3,11	4,81	41,36	46,18	53,82	9,642	95,19	4,81
MEXICO	10,00	3,33	13,33	29,65	42,98	56,99	64,806	86,64	13,33
NICARAGUA	1,94		1,94	54,82	56,76	43,24	5,155	98,06	1,90
PANAMA	3,44	4,20	7,64	26,83	34,47	65,53	7,146	92,36	7,64
PERU	2,40	0,66	3,06	79,50	82,56	17,44	75,372	96,94	3,06
DOMINICAN REP.	9,34	2,68	12,03	33,95	45,97	54,03	2,012	87,98	12,10
URUGUAY	89,49	----	89,49	10,51	100	- --	2,682	10,51	91,70
VENEZUELA	3,80	9,96	13,76	48,06	61,81	38,19	83,477	86,24	13,80
TOTAL	7,38	5,45	12,83	51,94	64,78	35,22	772,000	87,16	12,8

CHART 10

LATIN AMERICA'S HYDROENERGY POTENTIAL
Firm Energy

DATE: AUGUST 1984

COUNTRY	INVENTORIED										Estimated (6)		General Total (7)=(5)+(6)		Available (8)=(4)+(6)		% Utilized (3)/(7) x 100
	UTILIZED						Non-utilized (4)		Total Inventoried (5)=(3)+(4)								
	In Operation (1)		Under Constr. (2)		Total (3)=(1)+(2)												
	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	
1. ARGENTINA	1,192	10,439	872	7,639	2,064	18,078	9,156	80,206	11,220	98,284			11,220	98,284	9,156	80,206	18,4
2. BARBADOS																	
3. BOLIVIA	148	1,300	2	17	150	1,317	4,633	40,585	4,783	41,902	7,494	65,650	12,277	107,551	12,127	106,235	1,2
4. BRAZIL	16,024	140,370	10,502	91,998	26,526	232,368	39,951	349,971	66,477	582,339	40,099	351,267	106,576	933,606	80,050	701,238	24,9
5. COLOMBIA	1,587	13,904	186	16,313	3,449	30,217	35,961	315,021	39,411	345,238	9,729	85,228	49,140	430,466	45,690	400,249	7,0
6. COSTA RICA	313	2,745	40	350	353	3,095	2,625	22,999	2,978	26,094			2,978	26,094	2,625	22,999	11,9
7. CUBA																	
8. CHILE	490	4,290	223	1,954	713	6244	9,097	79,688	9,810	85,932	510	4,465	10,319	90,397	9,606	84,153	6,9
9. ECUADOR	187	1,636	319	2,791	505	4,427	13,510	118,350	14,016	122,777	11,954	104,716	25,970	227,494	25,464	223,067	1,9
10. EL SALVADOR	112	984	60	526	172	1,510	260	2,276	432	3,787	63	550	495	4,336	323	2,827	34,8
11. GRENADA																	
12. GUATEMALA	36	312	123	1,077	159	1,389	1,045	9,155	1,204	10,544	1,757	15,394	2,961	25,939	2,802	24,549	5,3
13. GUYANA																	
14. HAITI																	
15. HONDURAS																	
16. JAMAICA																	
17. MEXICO	1,984	17,390	515	4,527	2,499	21,917	4,256	37,289	6,755	59,206	7,711	67,480	14,466	126,686	11,967	104,769	17,3
18. NICARAGUA	33	288			33	288	981	8,593	1,014	8,881	502	4,394	1,516	13,275	1,483	12,987	2,2
19. PANAMA	97	854	169	1,476	266	2,330	691	6,051	957	8,381	1,664	14,573	2,620	22,954	2,417	20,624	10,1
20. PARAGUAY																	
21. PERU	947	8,295	260	2,275	1,207	10,570	27,152	237,855	28,359	248,425	7,176	62,866	35,536	311,291	34,329	300,721	3,4
22. DOMINICAN REP.	51	448	27	234	78	682	150	1,311	228	1,993	390	3,419	618	5,412	540	4,731	12,6
23. SURINAME																	
24. TRINIDAD & TOBAGO																	
25. URUGUAY	813	7,121			813	7,121	76	663	889	7,789			889	7,789	76	668	91,4
26. VENEZUELA	1,055	9,240	3,961	34,701	5,013	43,941	13,737	120,336	18,753	164,277	11,105	97,288	29,858	261,565	24,842	217,624	16,7
TOTAL	25,070	219,615	18,936	165,878	44,006	385,493	163,283	1'430,354	207,289	1'815,849	100,147	877,290	307,436	2'693,138	263,431	2'307,650	14,3

$\overline{MW}$ = average megawatts

CHART 11

LATIN AMERICA'S HYDROENERGY POTENTIAL
Mean Energy

DATE: AUGUST 1983

COUNTRY	INVENTORIED										Estimated (6)		General Total (7)=(5)+(6)		Available (8)=(4)+(6)		% Utilized (3)/(7) x 100
	UTILIZED						Non-utilized (4)		Total Inventoried (5)=(3)+(4)								
	In Operation (1)		Under Constr. (2)		Total (3)=(1)+(2)												
	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	MW	GWh/yr	
1. ARGENTINA	1,594	13,962	2,270	19,883	3,864	33,845	1,967	148,628	20,830	182,473	-	-	20,830	182,473	16,967	148,628	18,4
2. BARBADOS																	
3. BOLIVIA	172	1,507	2	21	174	1,528	5,731	50,200	5,905	51,728	14,415	126,272	20,320	178,000	20,146	176,472	0,8
4. BRAZIL													136,400	194,864			
5. COLOMBIA	2,255	19,754	2,243	19,647	4,498	39,401	58,156	509,446	62,654	548,847	11,940	104,594	78,000	683,280	70,096	614,040	5,8
6. COSTA RICA	376	3,290	59	515	435	3,805	3,811	33,385	4,240	37,190	-	-	4,246	37,190	3,811	33,385	10,2
7. CUBA																	
8. CHILE	937	8,205	361	3,160	1,297	11,365	12,404	108,656	13,701	120,12	637	5,583	14,338	125,604	13,040	114,230	9
9. ECUADOR	213	1,864	524	4,588	737	6,452	16,114	141,155	16,850	147,607	21,382	187,303	38,232	334,910	37,495	328,458	1,9
10. EL SALVADOR	148	1,300	86	757	235	2,057	371	3,253	606	5,310	90	786	696	6,096	461	4,039	41,3
11. GRANADA																	
12. GUATEMALA	60	527	205	1,798	265	2,325	1,417	12,417	1,690	14,802	3,215	28,160	4,904	42,962	4,639	40,637	5,4
13. GUYANA																	
14. HAITI																	
15. HONDURAS																	
16. JAMAICA																	
17. MEXICO	2,828	24,843	735	6,468	3,563	31,311	6,083	53,266	9,646	84,577	11,009	96,454	20,655	181,031	17,092	149,720	17,3
18. NICARAGUA	39	345	-	-	39	345	1,143	10,017	1,183	10,362	1,114	9,762	2,297	20,124	2,258	19,779	1,7
19. PANAMA	136	1,190	176	1,543	312	2,733	1,225	10,730	1,537	13,463	3,009	26,355	4,545	39,817	4,233	37,085	6,9
20. PARAGUAY																	
21. PERU	1,213	10,624	394	3,452	1,607	14,076	44,457	389,442	46,064	403,518	10,422	91,300	56,486	494,818	54,879	480,742	2,8
22. DOMINICAN REP.	68	600	34	298	102	898	229	2,009	332	2,909	571	5,000	903	7,909	800	7,011	11,3
23. SURINAME																	
24. TRINIDAD & TOBAGO																	
25. URUGUAY	1,068	9,351	-	-	1,068	9,351	139	1,227	1,207	10,578	-	-	1,207	10,578	139	1,227	88,4
26. VENEZUELA	1,754	15,363	5,333	46,717	7,087	62,080	20,900	183,109	27,990	245,189	15,855	138,890	43,845	384,079	36,755	321,999	16,1
TOTAL													447,915	3'923,735			

MW = average megawatts

FIG. 4.1

EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL

PRELIMINARY REPORT

PARTIAL REGIONAL HYDROELECTRIC POTENTIAL

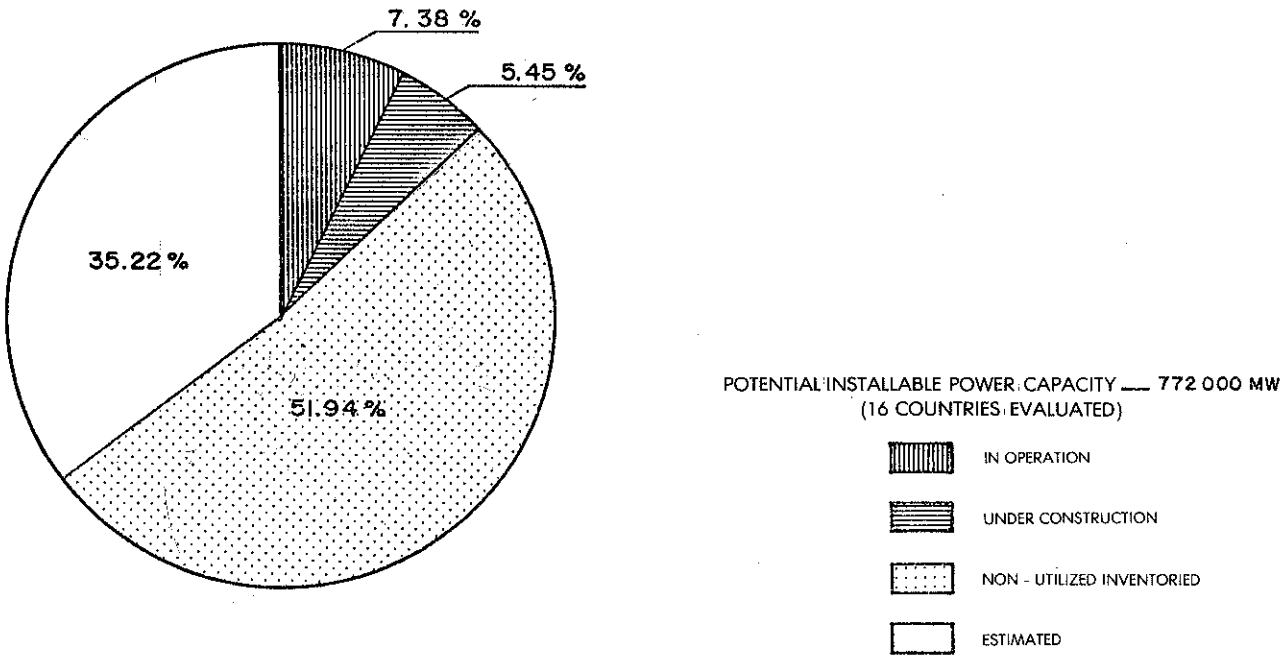


FIG. 4.2

olade

EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL

PRELIMINARY REPORT

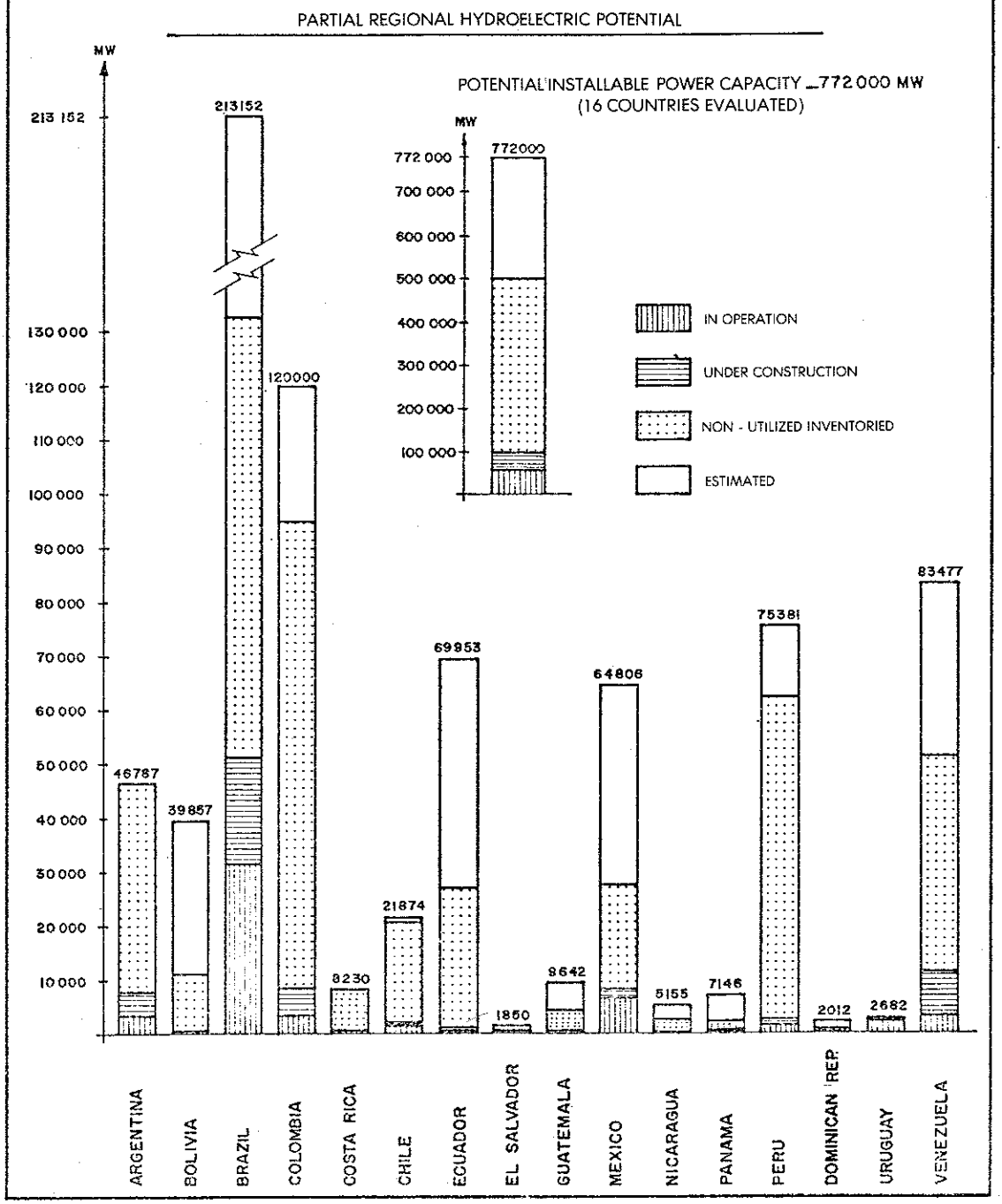


FIG. 4.3

olade

EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL

PRELIMINARY REPORT

PARTIAL REGIONAL HYDROELECTRIC POTENTIAL

TOTAL FIRM ENERGY _ 2 693 138 GWh/yr
(16 COUNTRIES EVALUATED)

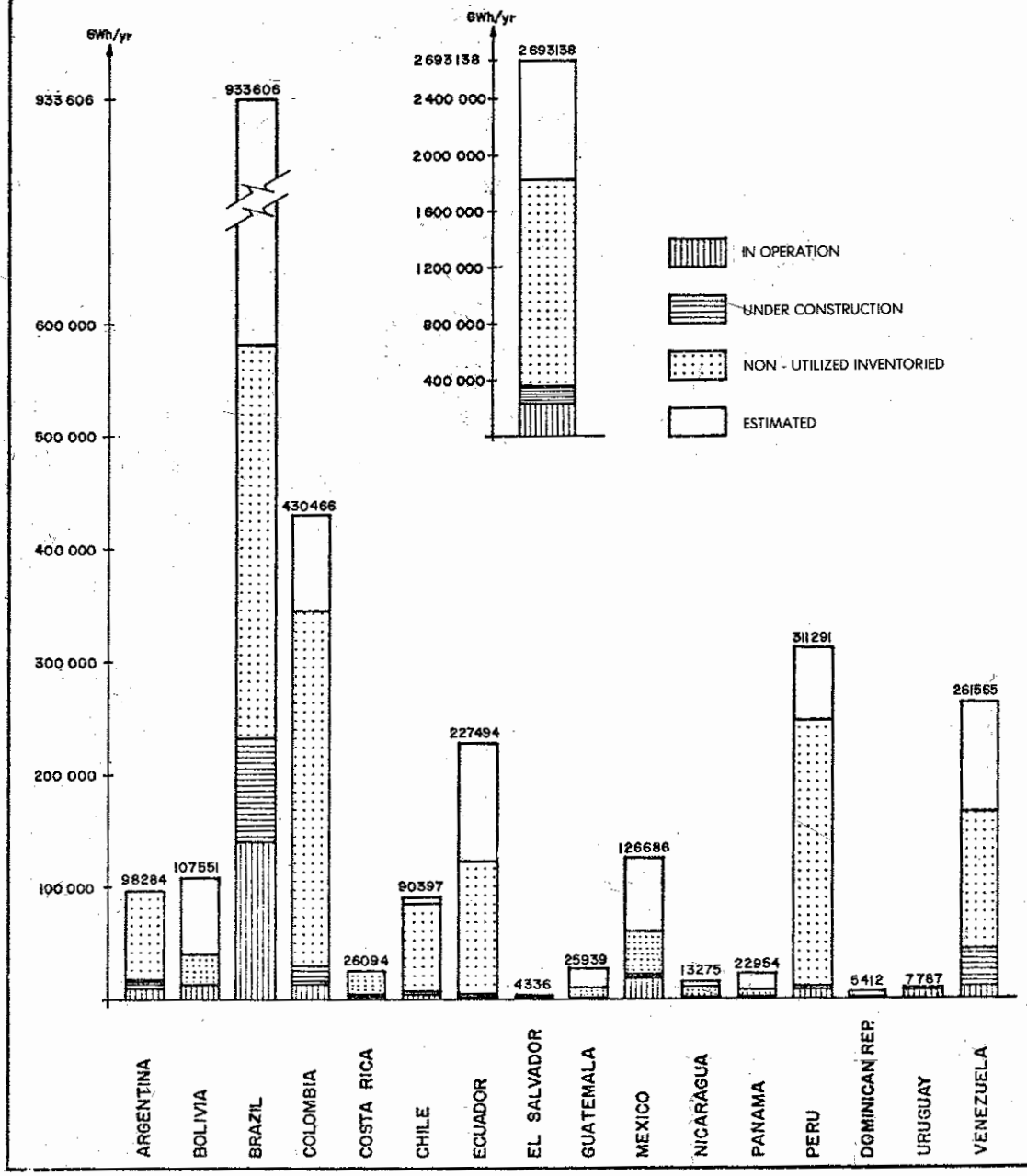


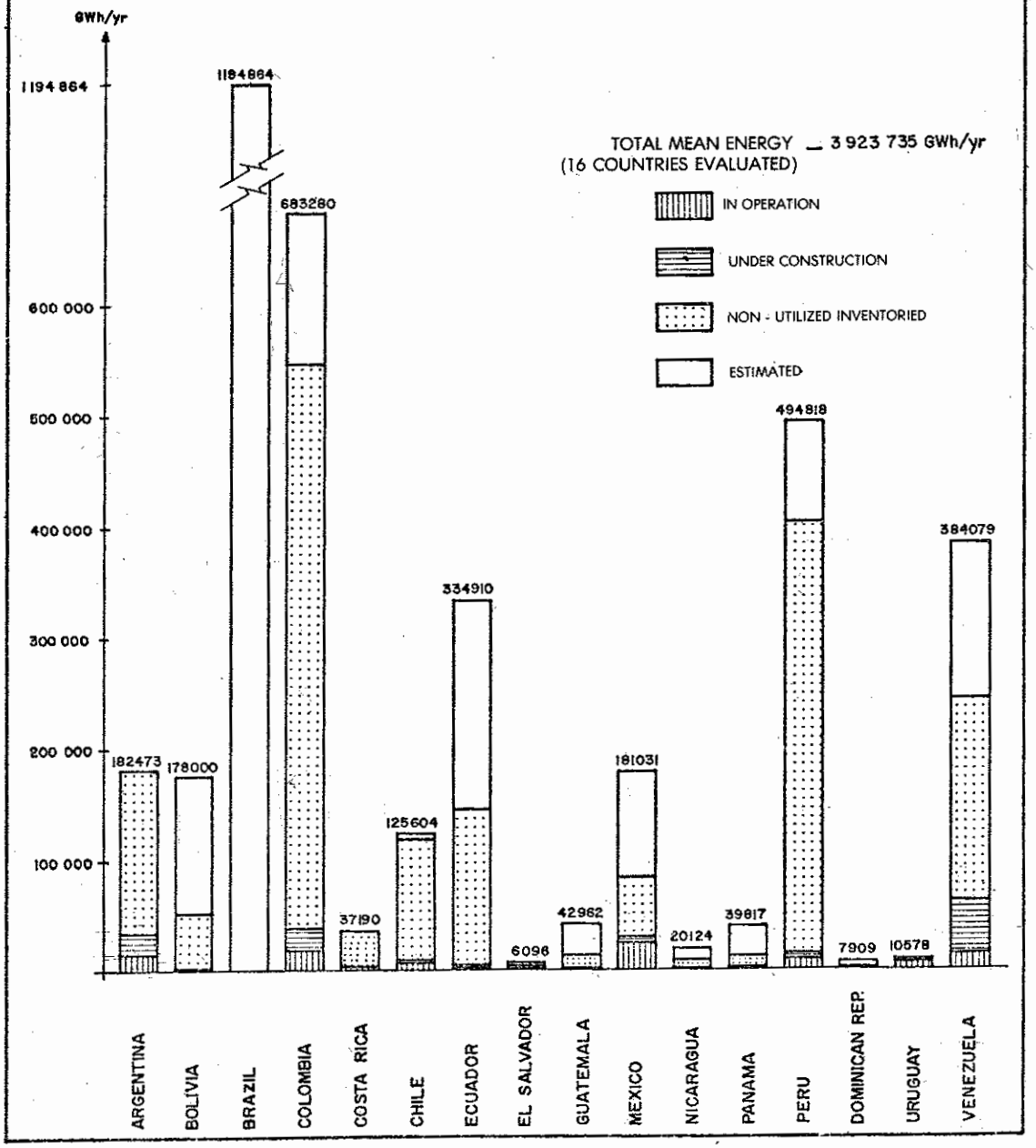
FIG. 4.4

olade

EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL

PRELIMINARY REPORT

PARTIAL REGIONAL HYDROELECTRIC POTENTIAL



5. ANALYSIS OF THE INFORMATION OBTAINED

— According to data from the World Bank presented in 1974 at the World Energy Conference on energy resource studies, the region had a total installable potential of approximately 328,000 MW.

— According to OLADE estimates made in 1980 with data approximated for 1979, the region's total installable potential was 617,550 MW; at that time it was considered that this figure was optimistic, especially when compared to World Bank data.

— OLADE developed a methodology for evaluating national and regional potential for use in all of the member countries within the framework of the Regional Hydroenergy Program; and its application began in 1983, with cooperation from all of the competent institutions in the region. By July 1984, 16 countries had responded and their respective assessments yielded a potential of 772,000 MW. If we project this information, using the data from the 1980 estimate for those countries that have yet concluded their evaluations, we would have a regional potential of 805,800 MW, which could turn out to be even higher once the regional evaluation process has ended.

— Other relevant parameters for the characterization of hydroenergy potential are firm energy and mean energy, which were also determined in the context of the evaluation, applying the OLADE methodology. According to these data, the region has a total firm energy of 2,791,719 GWh/year, and a total mean energy of 4,068,705 GWh/year.

— According to the information obtained in this evaluation, Latin America's hydro potential holds first place worldwide and accounts for 35% of the world's total hydroenergy resources.

For a more detailed look at the preceding analysis, see Charts Nos. 9 and 9.1 and Figures Nos. 4.1. and 4.2. In these charts and figures can be seen the results of the hydroenergy evaluations carried out in the different countries. Charts Nos. 5.1. and 5.2. present estimated data for those countries where this activity has still not been concluded.

Furthermore, in Chart No. 9.1. and Figure No. 4.2. it can be observed that the region only taps 12.8% of its total hydroenergy resources, and that the countries that show higher figures for the percentage of use of hydroelectric resources are: Uruguay, Brazil, El Salvador, Argentina and Venezuela.

In addition, it can be seen that the region's major hydroelectric potential is concentrated in the countries of the Andean Group and in Brazil.

It should nevertheless be indicated that, according to the information obtained from this evaluation, the countries that have a greatear total hydroelectric potential do not necessarily have a greater potential per inhabitant or per unit of surface area. Thus, it can be seen in Chart No. 5.3. and Figures Nos. 5.2., 5.3., 5.4. and 5.5. that the ratios kW/inhab., and kWh/year-inhab. are of a higher order in Ecuador, Bolivia, Venezuela, Colombia and Peru.

It should also be noted that the greatest potentials per km^2 exist in Ecuador, Costa Rica, Colombia, Panama and Venezuela.

Finally, according to the information obtained with respect to project cost, we see that in the region this averages US$ 1700 per kW installed, as can be seen in Chart No. 5.4.

CHART N° 5.1.

REGIONAL HYDROELECTRIC POTENTIAL
INSTALLABLE POWER CAPACITY (MW)

Estimates and Evaluations Made

COUNTRY	A. Potential Evaluated by OLADE, July 1984 MW	B. Potential Estimated by OLADE, 1980 MW	C. Potential Estimated by World Bank, 1974 MW	D. Total Potential Projected by OLADE MW
1. Argentina	46,787*	45,000	48,120	46,787
2. Barbados		**	**	**
3. Bolivia	39,857	18,000	18,000	39,857
4. Brazil	213,152	213,000	90,240	213,152
5. Colombia	120,000	120,000	50,000	120,000
6. Costa Rica	8,230*	8,900	4,326	8,230
7. Cuba		**	**	**
8. Chile	21,874	12,000	15,780	21,874
9. Ecuador	69,953	22,000	21,000	69,953
10. El Salvador	1,850	850	900	1,850
11. Grenada		**	**	**
12. Guatemala	9,642	9,900	1,176	9,642
13. Guyana		**	12,000	**
14. Haiti		**	**	**
15. Honduras		2,800	4,800	2,800
16. Jamaica		**	**	**
17. Mexico	64,806	25,250	20,344	64,806
18. Nicaragua	5,155	2,950	3,600	5,155
19. Panama	7,146	2,900	2,400	7,146
20. Paraguay		17,000	6,000	17,000
21. Peru	75,381	58,000	12,500	75,381
22. Dominican Rep.	2,012	**	**	2,012
23. Suriname		**	260	**
24. Trinidad & Tobago		**	**	**
25. Uruguay	2,682*	7,000	2,512	2,682
26. Venezuela	83,477	36,000	11,644	83,477
Caribbean Group**		16,000	2,400	13,988
TOTAL REGION	772,000	617.550	328,000	805,800

SOURCE: Regional Hydroenergy Program, OLADE

* Only inventoried installable potential, not including estimates.

** Estimated value for a group of Caribbean countries (Barbados, Cuba, Grenada, Guyana, Haiti, Jamaica, Dominican Republic, Suriname and Trinidad and Tobago), not yet evaluated.

A. According to application of OLADE methodology (Evaluation of Latin America's Hydroenergy Resources, 1983, 1984).

B. According to estimates made by Regional Hydroenergy Program of OLADE, 1980.

C. According to estimates made by World Bank, 1974.

D. According to data on potential as evaluated by OLADE in 1984, with the estimates made by the Regional Hydroenergy Program in 1980, for the case of those countries that have not yet carried out the evaluation.

CHART N° 5.2.

REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL

	Total Installable Potential (PINS) MW	Total Firm Energy (EFIR) GWh/yr	Total Mean Energy (EMED) GWh/yr	
1. Argentina	46,787	98,284	182,473	
2. Barbados	**	**	**	EST.
3. Bolivia	39,857	107,551	178,000	
4. Brazil	13,152	933,606	1'194,864	
5. Colombia	0,000	430,466	683,280	
6. Costa Rica	8,230	26,094	37,190	
7. Cuba	**	**	**	EST.
8. Chile	21,874	90,397	125,604	
9. Ecuador	69,953	227,494	334,910	
10. El Salvador	1,850	4,336	6,096	
11. Grenada	**	**	**	EST.
12. Guatemala	9,642	25,939	42,962	
13. Guyana	**	**	**	EST.
14. Haiti	**	**	**	EST.
15. Honduras	2,800	8,160	12,000	EST.
16. Jamaica	**	**	**	EST.
17. Mexico	64,806	126,686	181,031	
18. Nicaragua	5,155	13,275	20,124	
19. Panama	7,146	22,954	39,817	
20. Paraguay	17,000	49,620	72,970	EST.
21. Peru	75,381	311,291	494,818	
22. Dominican Rep.	2,012	5,412	7,909	
23. Suriname	**	**	**	EST.
24. Trinidad & Tobago	**	**	**	EST.
25. Uruguay	2,682	7,789	10,578	
26. Venezuela	83,477	261,565	384,079	
Group of countries**	13,988	40,800	60,000	EST.**
TOTAL REGION	805,800	2'791,719	4'068,705	

SOURCE: Regional Hydroenergy Program, OLADE

* Value corresponding to inventoried installable potential, not including estimates.

** Estimated value for a group of Caribbean countries (Barbados, Cuba, Grenada, Guyana, Haiti, Jamaica, Suriname, Trinidad and Tobago), not yet evaluated.

The data presented are those from the evaluation done by OLADE in 1984 and from estimates (EST) made by the Regional Hydroenergy Program in 1980, for the case of the countries that have not yet carried out their evaluation.

Installable power capacity: PINS

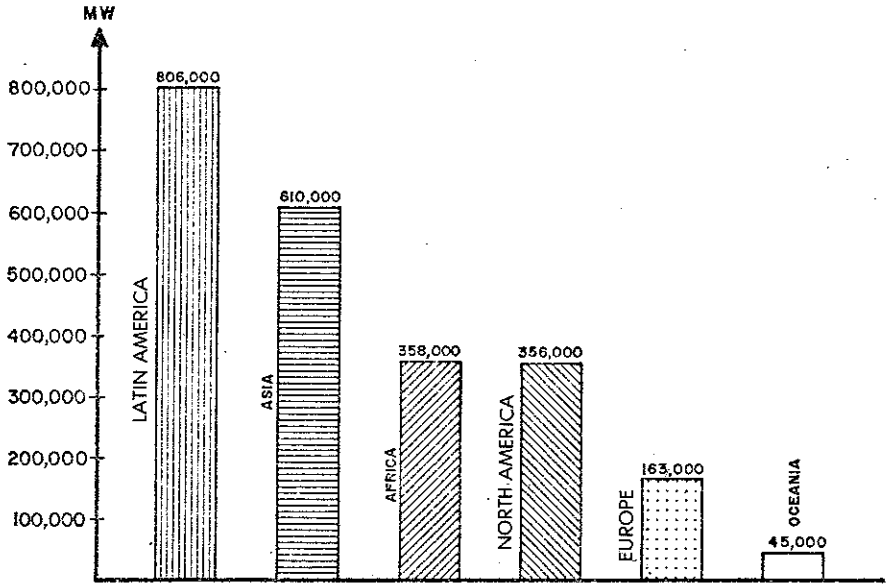
Mean energy: EMED = 8.76 x FC x PINS; FC = capacity factor

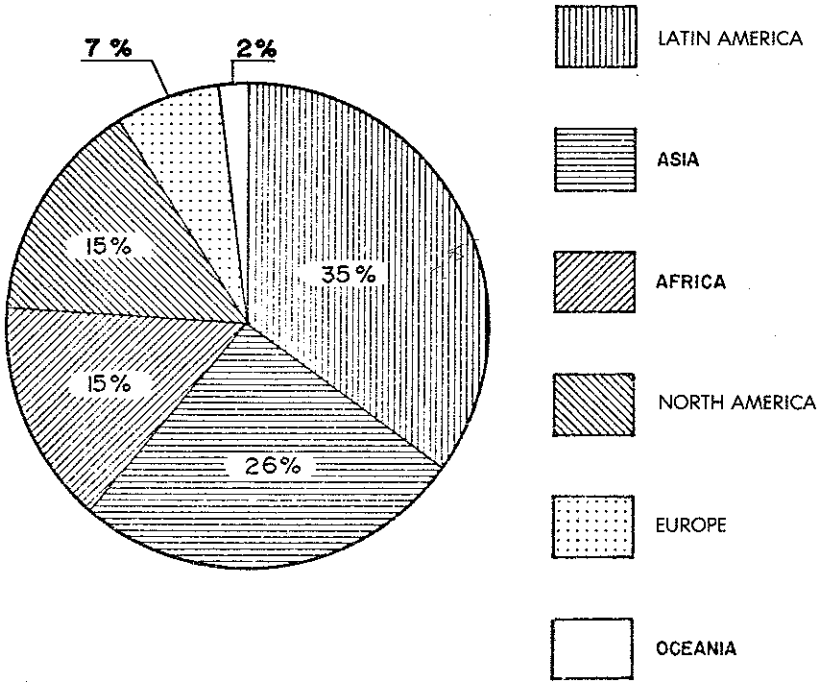
Firm energy: EFIR = β x EMED; $\frac{EFIR}{EMED} = \beta$

FIG. 5.1

WORLD HYDROENERGY POTENTIAL

TOTAL 2,338,000 MW





EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL
HYDRO POTENTIAL IN THE EVALUATED COUNTRIES

CHART Nº 5.3.

COUNTRY	Installable potential MW	Firm energy GWh/yr	Population x 10^6 INHAB.	Area x 10^3 Km^2	Gross domestic product		KW/INHAB.	KWh/yr-INHAB.	KW/Km^2
					Total US$ x 10^6	Per Capita US$			
1. Argentina	46 787	98 284	27,7	2 767	66 203	2 390	1,7	3 548	16,9
2. Bolivia	39 857	107 551	5,6	1 099	3 192	570	7,1	19 205	36,3
3. Brazil	213 152	933 606	118,7	8 512	243 335	2 050	1,8	7 865	25,0
4. Colombia	120 000	430 466	26,7	1 139	31 506	1 180	4,5	16 122	105,4
5. Costa Rica	8 230	26 094	2,2	51	3 806	1 730	3,7	11 861	161,4
6. Chile	21 874	90 397	11,1	757	23 865	2 150	2,0	8 144	28,9
7. Ecuador	69 953	227 494	8,0	284	10 160	1 270	8,7	28 437	246,3
8. El Salvador	1 850	4 336	4,5	21	2 970	660	0,4	964	88,1
9. Guatemala	9 642	25 939	7,3	109	7 884	1 080	1,3	3 553	88,5
10. Mexico	64 806	126 686	69,8	1 973	145 882	2 090	0,9	1 815	32,8
11. Nicaragua	5 155	13 275	2,6	130	1 924	740	2,0	5 106	39,6
12. Panama	7 146	22 954	1,8	77	3 114	1 730	4,0	12 752	92,8
13. Peru	75 381	311 291	17,4	1 285	16 182	930	4,3	17 890	58,7
14. Dominican Rep.	2 012	5 412	5,4	49	6 264	1 160	0,4	1 000	41,1
15. Uruguay	2 682	7 789	2,9	176	8 149	2 810	0,9	2 686	15,2
16. Venezuela	83 477	261 565	14,9	912	54 087	3 630	5,6	17 555	91,5
TOTAL (COUNTRIES EVALUATED)	772 000	2'693 138	326,6	19 341	628 523	1 924	2,4	8 246	39,9

FIG. 5.2.

olade

EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL

PRELIMINARY REPORT

PER CAPITA POTENTIAL (kW/inhab.)

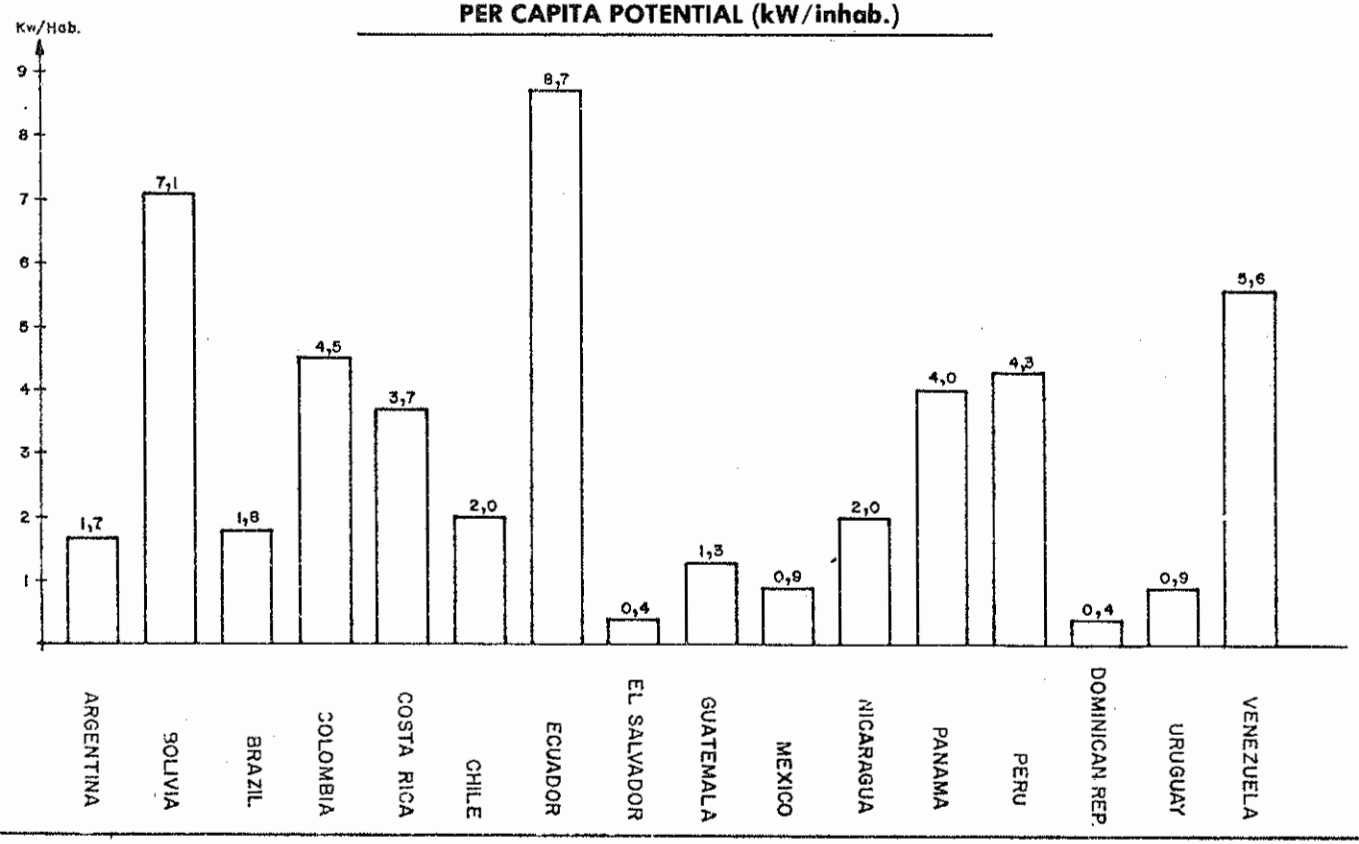


FIG. 5.3.

olade

EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL

PRELIMINARY REPORT

PER CAPITA FIRM - ENERGY (kWh/yr-inhab.)

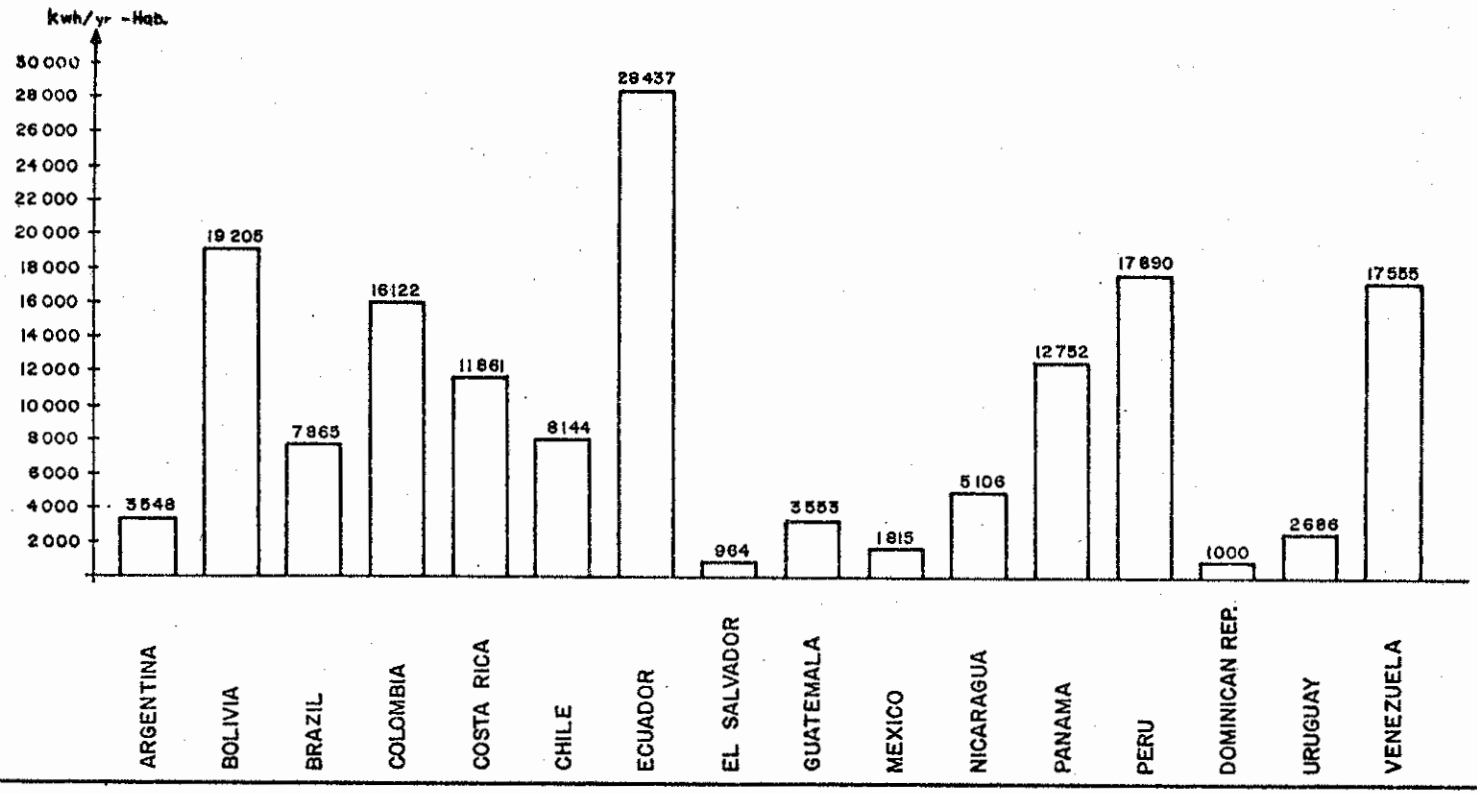


FIG. 5.4.

EVALUATION OF REGIONAL HIDROENERGY POTENTIAL

PRELIMINARY REPORT

olade

POTENTIAL PER Km² (kW/km²)

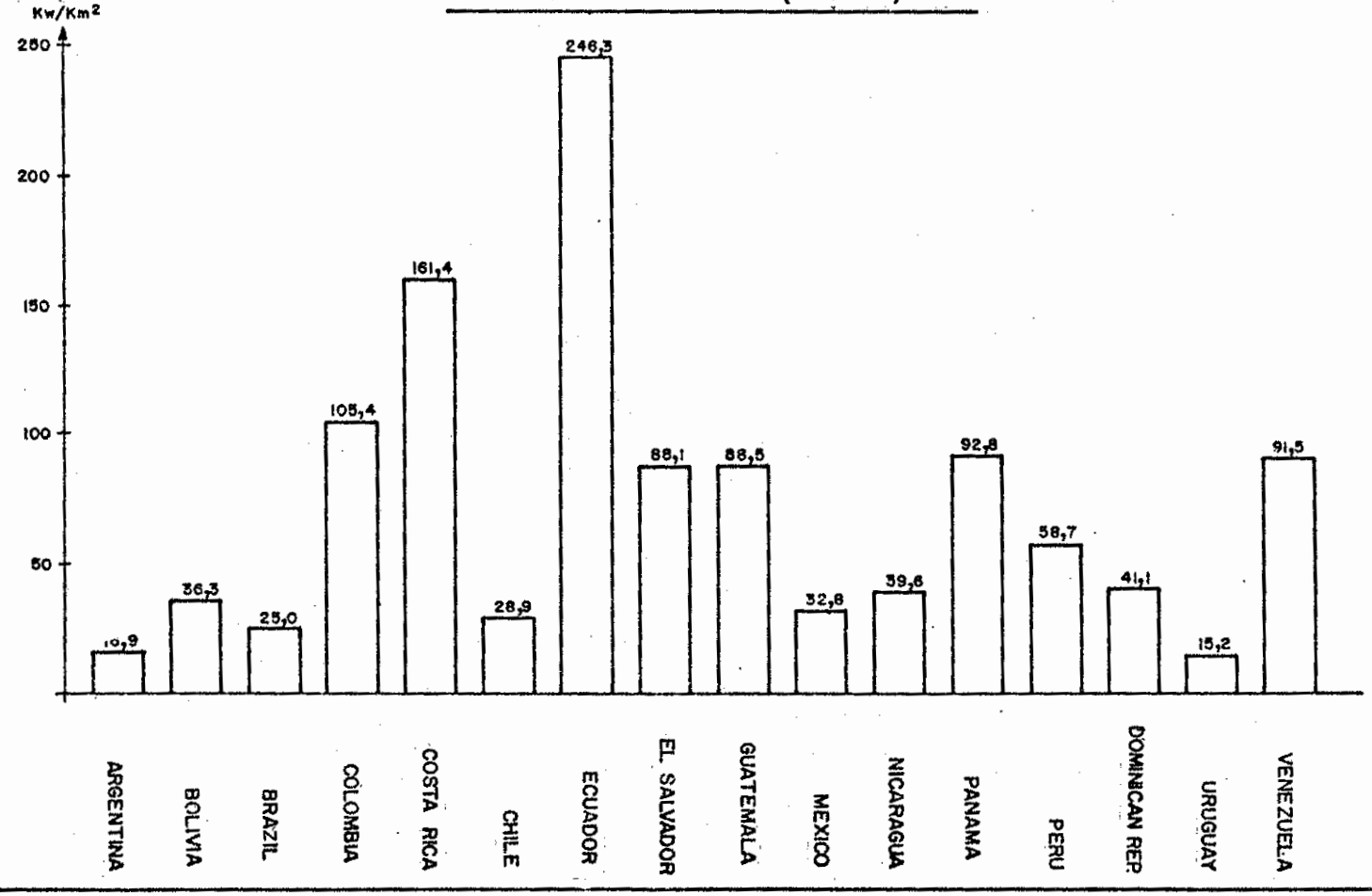


FIG. 5.5.

EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL

PRELIMINARY REPORT

POTENTIAL PER Km² (kW/Km²)

LESS THAN 25 Kw/Km²

25 – 50 Kw/Km²

50 – 100 Kw/Km²

MORE THAN 100 Kw/Km²

NOTE: This map is merely for the sake of illustration. OLADE does not wish to make any value judgments on existingboundary disputes.

Olade

EVALUATION OF REGIONAL HYDROENERGY POTENTIAL

PROJECT COSTS CHART N° 5.4.

COUNTRY	Proyect Costs US$/kW								
	In Operation	Under Construction	Execution Design	Basic Design	Feasibility	Prefeasibility	Inventory	Evaluation	Average Cost
Argentina			571	1 010	975		840		849
Bolivia			1 915	1 496	1 440	647	1 385	968	1 303
Colombia		899		754	904		1 523		1 020
Chile					957		2 180	3 782	2 306
Ecuador	838	827	2 030	1 339	1 472	1 830	2 066		1 486
El Salvador	631	1 611			1 536		4 356		2 033
Nicaragua					1 855	1 664	3 893		2 470
Panama					1 857	1 140			1 499
Peru		1 381	1 397		1 112	925	2 817		1 526
Dominican Rep.	1 020	1 780		1 797					1 532
Uruguay	1 110				4 558		5 396		3 688
Venezuela	1 250	2 663			1 110		2 437		1 865
AVERAGE COST US$/KW	970	1 527	1 478	1 279	1 616	1 241	2 689	2 375	1 700

6. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Generally speaking, most of the countries have considerable hydroelectric resources, but the percentage of their utilization thereof is low. At any rate, the water power resource is of such magnitude that - even if 100% of the energy needs were covered by hydroenergy - in most countries only a low percentage of their available potential would be in use.

The region as a whole is in a position to undertake intensive development of hydroenergy, considering that the technology required is widely known and that different Latin American countries have project engineering and construction experience and capacity, as well as the infrastructure necessary for manufacturing the electromechanical equipment for hydroelectric stations.

In view of the dimensions of the projects and the magnitudes of the investments required, it becomes evident that financing constitutes the fundamental problem for the region's hydroenergy development. It will be one of the region's great challenges to obtain funding for hydroenergy development. To this end, it is necessary to broaden the regional financial base by carrying out joint actions.

On the basis of the first evaluation of the region's hydroenergy potential, it will be possible to promote different activities to suppport the energy development of Latin America, among which the following are worth considering:

— Comparison of the potential and basic features of points of utilization (principally those that have been inventoried) among countries.

— Identification of experiences, similarities and differences in the development of the evaluation of resources and its characteristics with regard to the other countries of the region, with an eye to taking advantage of experiences and establishing areas of interest for bilateral and multilateral cooperation.

— Improvement of knowledge about shared resources, which will contribute to a better definition of national policies for energy development.

— Improvement of knowledge about the prospects for exchange of energy supplies along border areas, and prospects for regional interconnection.

— Use of knowledge about the magnitude and characteristics of the resource to define technological and equipment/materials manufacture policies, both nationally and regionally.

— Continued improvement of integral, consistent knowledge of the region's hydroenergy potential through periodic evaluations.

— Identification of the needs to conduct hydroenergy inventories in various countries of the region.

— Definition of the concrete framework of the prospects for regional cooperation in the hydroenergy field, and particularly in terms of inventory elaboration processes, by means of concrete knowledge of needs for technical assistance and, on the other hand, of the existing experience and availabilities.

— Contribution to the formulation of long-term hydroenergy development policies at a national and regional level, through integral knowledge of the resource, in the context of other energy alternatives.

— Search for bases of reference for future steps taken to open lines of financing for the development of hydroenergy inventories and later to finance studies and joint projects.

— Identification of possibilities for regional cooperation through the utilization of shared basins.

— Determination of the magnitude of and prospects for regional hydroenergy development with an eye to establishing regional plans and defining priorities for future action.