EL DESARROLLO DE LA ENERGIA EN AMERICA CENTRAL

Tomo I: Diagnostico Regional

62
598601
PN-AAY-439
ISN = 52660

EL DESARROLLO DE LA ENERGIA EN AMERICA CENTRAL

TOMO I: DIAGNOSTICO REGIONAL

The MITRE Corporation

Wayne Park
Carole Neves
Ranvir Trehan
Eric Ackerman
William Gallagher, Consultor

Energy/Development International

Phillip Palmedo
Andres Doernberg
Keith Oberg
Steven Kyle

Febrero de 1980

MTR – 80W6-01

Patrocinador: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

Contrato No.: AID/SOD/PDC-C-0146

The MITRE Corporation
Metrek Division
1820 Dolley-Madison Boulevard
McLean, Virginia 22102

Versión original en inglés

RESUMEN

Este informe presenta una evaluación energética de los seis países de la América Central, a saber: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, a fin de ayudar a estos países a definir,planificar y satisfacer las necesidades de energía implícitas en sus planes de desarrollo económico y social y también asistir a la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional a definir y orientar sus programas de asistencia en materia de energía en América Central.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean manifestar su reconocimiento a las personas que aportaron valiosas contribuciones al presente proyecto.

Asimismo, desean expresar su agradecimiento especial a Robert Maushamer, Jefe, Análisis Económico, Oficina para América Latina y el Caribe, Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID). El señor Maushamer aportó una excelente orientación y asesoría, tanto en asuntos de fondo como de procedimiento.

La contribución de los Funcionarios de la Misión de la USAID y los Oficiales Regionales para América Central fue sumamente valiosa para el éxito de este trabajo. Prestaron amplia colaboración y estímulo durante las visitas a los países y aportaron valiosos consejos y sugerencias para la orientación del estudio. Deseamos dejar constancia de nuestro especial agradecimiento a los funcionarios de América Central encargados de asuntos energéticos, quienes contribuyeron con su valioso tiempo para ayudarnos a recabar datos y arrojaron luz sobre la situación energética en sus respectivos países. La lista de estas personas se muestra en el Tomo 1, Anexo B.

El estudio se benefició, asimismo, con el conocimiento aportado por importantes miembros de la Organización de los Estados Americanos, el Banco Mundial de Reconstrucción y Fomento, el Banco Interamericano de Desarrollo, y las embajadas de los países de América Central en Washington, D.C.

Finalmente, deseamos agradecer a los miembros del personal de MITRE que respaldaron este estudio. El Dr. Suk Moon Ko preparó la evaluación sobre metanol. Margie J. Purkerson y Myrna Hallford dirigieron todo el trabajo secretarial, realizaron los preparativos logísticos para las visitas a los países y coordinaron la producción del documento. Myrna Hallford también compiló la bibliografía para el estudio. Kevin Burke coordinó las representaciones gráficas en el informe, corrigió las pruebas de varias versiones y ayudó a editar el manuscrito definitivo.

INDICE

		Página
LISTA DE ILUSTRACIONES		vi-A
LISTA DE CUADROS		vi-B
RESUMEN PARA EJECUTIVOS		vii
1.0	OBJETO	vii
2.0	LA REGION DE AMERICA CENTRAL	vii
2.1	Antecedentes	vii
2.2	Recursos de Energía	vii
2.3	Actual uso de la energía en América Central	ix
3.0	ESTRATEGIAS ENERGETICAS EN AMERICA CENTRAL	xi
3.1	Substitución de importaciones de petróleo	xi
3.2	Conservación de energía	xv
3.3	Desarrollo de energía rural	xvi
4.0	RECOMENDACIONES A LA AID PARA PROGRAMAS ENERGETICOS EN AMERICA CENTRAL	xvii
1.0	INTRODUCCION	1
1.1	Objeto	1
1.2	Enfoque	1
1.3	Descripción general del documento	2
2.0	EVALUACION ENERGETICA REGIONAL DE AMERICA CENTRAL	3
2.1	Problemas energéticos de América Central	3
2.1.1	El problema del petróleo	3
2.1.2	Energía para las áreas rurales	5
2.2	Aspectos geográficos, sociales y económicos del desarrollo energético de América Central	6
2.2.1	Geografía, demografía, economía	6

		Página
	2.2.2 Instituciones relacionadas con la energía	10
2.3	Los recursos energéticos de América Central	14
2.4	Actual uso de la energía en América Central	18
2.5	Uso de energía en América Central en el futuro	23
	2.5.1 Enfoque y metodología	23
	2.5.2 Proyecciones de la demanda de energía	26
2.6	Estrategias energéticas en América Central	33
	2.6.1 Substitución de petróleo importado	33
	2.6.1.1 El descubrimiento y el desarrollo de reservas petrolíferas autóctonas	34
	2.6.1.2 La substitución del petróleo en la generación de potencia eléctrica	34
	2.6.1.3 Combustibles automotrices para transporte	38
	2.6.1.4 Combustibles alternativos para usos industriales, comerciales y residenciales	44
	2.6.2 Conservación	45
	2.6.3 Desarrollo de energía rural	50
	2.6.3.1 Opciones tecnológicas para el uso de la energía rural	51
	2.6.3.2 Transferencia de tecnología a las gentes pobres del área rural	52
	2.6.3.3 Mejoramiento del suministro de energía rural	54
3.0	RECOMENDACIONES	57
3.1	Necesidades de desarrollo energético en América Central	57
3.2	La potencialidad de cooperación regional en desarrollo energético de América Central	57
3.3	Recomendaciones a la AID para los programas energéticos en América Central	61
3.4	Recomendaciones para la AID sobre mecanismos para el desarrollo de programas regionales de energía	
	ANEXO A – TABLAS DE CONVERSION	A–1
	ANEXO B – CONTRIBUYENTES CENTROAMERICANOS A ESTE ESTUDIO	B–1
	BIBLIOGRAFIA	C–1

LISTA DE ILUSTRACIONES

Número		Página
E-1	América Central	vii
E- 2	Estrategias energéticas para América Central	xiii
2-1	América Central	7

LISTA DE CUADROS

Número		Página
E- 1	Consumo de recursos energéticos, 1977	x
E- 2	Proyección de la utilización de recursos energéticos, año 2000	xii
2-1	Fracción de ingresos de exportación dedicados a importaciones de petróleo	4
2-2	Estadísticas básicas, 1978	9
2-3	Contribución del sector agrícola al PIB, 1079-74 y 1978	10
2-4	Potencial hidroeléctrico	15
2-5	Potencial geotérmico	16
2-6	Consumo de petróleo, 1977	19
2-7	Generación eléctrica y capacidad instalada, 1977	21
2-8	Consumo de recursos energéticos, 1977	22
2-9	Demanda total de petróleo	27
2-10	Proyección de la demanda de petróleo para usos directos	28
2-11	Proyección de la demanda de electricidad (Servicio público,), año 2000	30
2-12	Generación de electricidad per cápita, actual y prevista	31
2-13	Utilización prevista del uso de recursos energéticos, año 2000	32
2-14	Proyecciones de la demanda de petróleo para el año 2000, Caso I	35
2-15	Potencialidades de electricidad hidro/geotérmica y utilización prevista para el año 2000 (MW)	36
2-16	Posible producción anual de metanol a partir de biomasa de madera	39
2-17	Potencial de producción de biomasa de madera	40
2-18	Estimaciones de Costos de Inversión Para la Producción de Metanol a partir de la biomasa de madera.	40
2-19	Producción de caña de azúcar, 1976-1978	42
2-20	Potencial de producción anual de etanol a partir de la caña de azúcarr	43

(Continuación)

Número		Página
2-21	Estimaciones de costos de inversión para la producción de etanol combustible	44
2-22	Distribución por sectores del consumo de petróleo	46
2-23	Intensidades comparativas de energía en plantas de cemento, Perú y otras partes	48
3-1	Necesidades de evaluación de recursos energéticos	58
3-2	Necesidades para el desarrollo de estrategias energéticas para América Central	

RESUMEN PARA EJECUTIVOS

1.0 OBJETO

El informe presenta una evaluación de la situación energética de los seis países de la América Central, a saber: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Tiene como objeto primordial ayudar a dichos países a definir, planificar y satisfacer las necesidades de energía implícitas en sus planes de desarrollo económico y social y asistir a la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional a definir y encauzar sus actividades en materia de energía en América Central.

2.0 LA REGION DE AMERICA CENTRAL

2.1 Antecedentes

Los seis países de América Central se muestran en el mapa en la Figura E-1. El área, que abarca 421 000 kilómetros cuadrados, tiene una población de aproximadamente 20.8 millones de habitantes que crece a una tasa media anual del 3.2 por ciento. Su formación geográfica dominante es una cadena de montañas volcánicas que llevan una dirección de noroeste al sureste entre México y Panamá. Una zona de tierras bajas tropicales colinda con el litoral del Caribe, y en el del Pacífico las laderas son ricas en suelos volcánicos que rinden una buena producción agrícola.

La economía de la América Central depende de una poca variedad de productos agrícolas, por lo que las fluctuaciones en el precio de estos productos afectan los ingresos por exportación. Mucho más de la mitad de todos los ingresos provienen de tres productos: café, banano y algodón.

2.2 Recursos de energía

Recursos hidroeléctricos

La combinación de una cuantiosa precipitación pluvial anual y una topografía escarpada proveen a América Central de una gran fuente de recursos para el desarrollo hidroeléctrico. Aunque aún no se tienen disponibles datos exactos, se estima que la posible capacidad de generación regional sobrepasa los 30 000 MW. Esta capacidad varía entre 10 000 MW en Guatemala y menos de 1 500 MW en El Salvador.

Recursos geotérmicos

Cada uno de los países de América Central posee recursos geotermales probados o posibles. El desarrollo geotérmico está más adelantado en El Salvador, en el que un tercio de la capacidad generadora no hidroeléctrica es actualmente geotérmica (60 MW). Guatemala, Costa Rica y Nicaragua están explorando y desarrollando fuentes geotermales de generación eléctrica para mediados de la década de 1980.

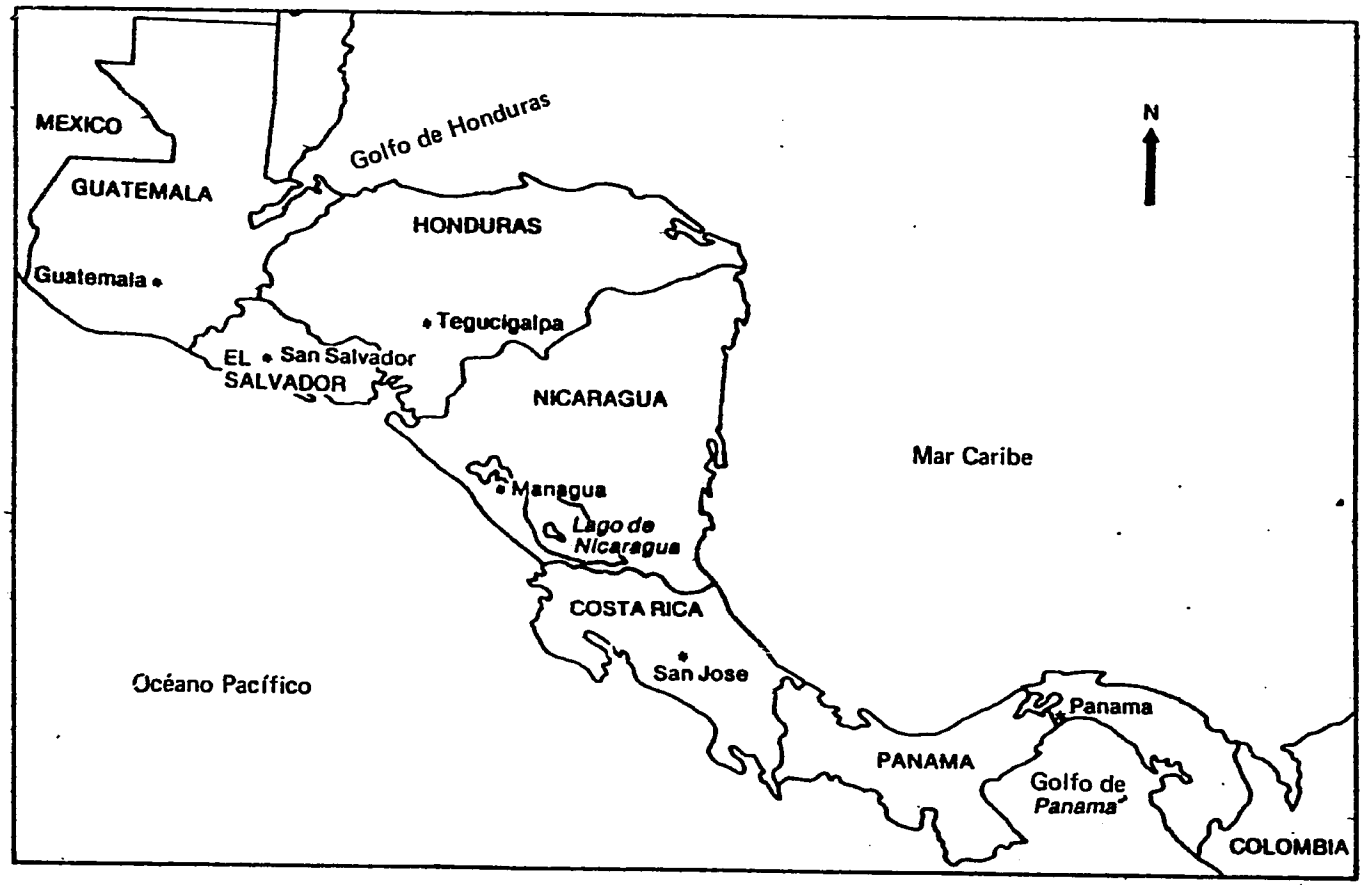

FIGURA E-1
AMERICA CENTRAL

Recursos petrolíferos

Los países de América Central han realizado exploraciones petrolíferas solamente en forma esporádica. Guatemala ha demostrado que posee recursos petrolíferos que sobrepasan 10 millones de barriles, y está empezando a explorar capas más profundas que eventualmente podrían producir 100 millones de barriles. A la fecha, Guatemala es el único país de la región que tiene reservas de petróleo comerciales.

Carbón y Esquistos petrolíferos

No se han descubierto reservas importantes de carbón y esquistos petrolíferos, aunque pequeñas cantidades de lignita se encuentran en toda la región.

Energía solar

La energía solar para el secamiento directo de cosechas se ha utilizado durante muchos años en América Central. La luz solar es intensa en la mayor parte de las zonas, pero en la mayoría de los casos no se dispone de datos confiables sobre insolación.

Biomasa

Aproximadamente la mitad del área de América Central está cubierta por bosques, extensión que sobrepasa los 25 millones de hectáreas. Más de la mitad de los bosques de coníferas están en Honduras, país que produce la mitad de la madera cortada en América Central.

Los cultivos constituyen otro aspecto de los recursos de energía a base de biomasa. Todos los países de la región cuentan con grandes industrias azucareras que dejan como residuo el bagazo de caña que ya se utiliza como combustible en los ingenios de azúcar. Unas 300 mil hectáreas de caña de azúcar se cosecharon en 1978. Grandes recursos potenciales de biomasa también existen en forma de desechos del café y banano.

2.3 Actual uso de la energía en America Central

El cuadro E-1 da un resumen del uso de la energía en América Central en 1977. La utilización de la energía se basa primordialmente en el petróleo, aunque combustibles no comerciales, tales como la leña y el carbón vegetal, representan la tercera parte del consumo total de la región. El consumo de petróleo en 1977 alcanzó 40.0 millones de barriles. El consumo total de petróleo, exceptuando Panamá, creció a una tasa del 7 por ciento entre 1968 y 1976, con el consumo de diesel aumentando a más de un 8 porciento y del bunker a aproximadamente el 7.5 por ciento. El consumo de gasolina creció más lentamente: 5.7 por ciento por año. Datos más recientes (1977-1979) indican que el consumo de diesel está aumentando más rápidamente debido al cambio de uso en combustibles (vehículos automotores de gasolina a vehículos automotores de diesel) en vista de las diferencias de precios.

CUADRO E-1

AMERICA CENTRAL

CONSUMO DE RECURSOS ENERGETICOS, 1977

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	Total
Consumo total de recursos	99,909	73,662	52,032	59,136	69,638	88,966[2]	443,393
Distribución de consumo de recursos (porcentaje)							
Hidroeléctricos (1)	3.3	9.4	13.0	2.8	25.7	8.0	9.8
Geotérmicos (1)	51.0	7.8	——	——	——	——	1.3
Petróleo	51.0	44.5	46.3	65.0	44.0	76.5	55.3
Bagazo	10.7	8.3	5.5	12.0	9.4	4.8	8.5
Leña y otros	35.0	29.9	35.2	20.2	20.8	10.7	25.1
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(1) Expresado en el "equivalente de petróleo" (la cantidad de petróleo que se habría consumido para generar la misma cantidad de electricidad).
(2) Excluye exportaciones
Fuente: Véanse los diagramas de flujo de energía en el Tomo II de este informe.

El sector eléctrico en América Central tuvo una capacidad instalada de 2 123 MW en 1977. El desglose por tipo de energía es 892 MW de energía hidroeléctrica, 1 170 MW de térmica (vapor, diesel y turbinas de gas), y 60 MW geotérmica. Importantes desarrollos de capacidad hidroeléctrica se materializarán entre 1980 y 1982 en Costa Rica, Guatemala y El Salvador, lo cual hará que la capacidad hidroeléctrica de la región alcance por lo menos el 50 por ciento del total. Entre 1965 y 1977 el aumento anual de la generación eléctrica para la región fue de aproximadamente el 10.6 por ciento.

3.0 ESTRATEGIAS ENERGETICAS EN AMERICA CENTRAL

En este estudio se efectuaron proyecciones de la demanda de energía para identificar los futuros problemas de energía en América Central, y para analizar las estrategias alternativas energéticas para resolver estos problemas. El cuadro E- 2 da un resumen del uso de los recursos energéticos previsto para la región en el año 2000. La Proyección del Caso I emplea relaciones históricas entre petróleo/PNB. La Proyección del Caso II supone relaciones petróleo/PNB mucho más bajas. La demanda de petróleo está prevista a aumentar en 3.6 por ciento (Caso II) al 5.4 por ciento anual (Caso I) al año 2000. Las necesidades de combustibles no comerciales están previstas a aumentar a una tasa anual del 2.9 por ciento. Ambas características de estas demandas plantean importantes problemas de energía en la región. Las importaciones de petróleo ya gravitan fuertemente sobre la balanza de pagos, y el agotamiento de los recursos forestales ha suscitado graves problemas económicos, ecológicos y sociales.

Las estrategias que podrían contrarrestar este futuro consisten en la substitución de importaciones de petróleo, la conservación de energía y el desarrollo de las fuentes rurales de energía. Estos aspectos se describen en la Figura E-2.

3.1 Substitución de importaciones de petróleo

Las estrategias para la substitución de las futuras necesidades de petróleo, que se consideran aquí como requerimientos de importación de petróleo, consisten en las siguientes:

- El descubrimiento y el desarrollo de las reservas petrolíferas locales.
- La substitución del petróleo en la generación de potencia eléctrica.
- La substitución de los combustibles líquidos para el transporte.
- La substitución del aceite en la utilización industrial, comercial y residencial.

Descubrimiento de recursos petrolíferos locales

Con excepción de los recientes descubrimientos en Guatemala, América Central aún no ha descubierto reservas petrolíferas que sean económicamente explotables. Las seis naciones del istmo centroamericano deben considerar el aumento de los estudios geológicos y

CUADRO E-2

AMERICA CENTRAL

PROYECCIONES DEL USO DE RECURSOS ENERGETICOS, AÑO 2000

		Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	Total
	Consumo total de recursos (1)	406,318	244,800	152,626	193,046	269,804	320,441	1,8587,025
CASO I	Distribución del consumo de recursos							
	Hidroeléctricos	23	17	28	16	41	28	26
	Geotérmicos (1)	5	12	—	11	4	—	5
	Petróleo							
	Directo	40	35	43	39	42	58	43
	Electricidad	11	12	—	13	—	7	8
	Leña y otros	21	24	29	21	13	7	18
		100	100	100	100	100	100	100
	Distribución del consumo de recursos	343,171	217,399	131,336	168,233	229,046	255,137	1,344,322
CASO II	Distribución del consumo de recursos							
	Hidroeléctrico	28	19	33	19	48	35	31
	Geotérmicos (1)	6	14	—	13	4	—	6
	Petróleo							
	Directo	28	27	38	30	33	47	33
	Electricidad	13	13	—	15	—	9	9
	Leña	25	27	34	23	15	9	21
		100	100	100	100	100	100	100

(1) Expresado en el "equivalente de combustibles fósiles", suponiendo una eficiencia de conversión de 0.25.

Fuente: Véanse Proyecciones de Energía en el Tomo II de este informe.

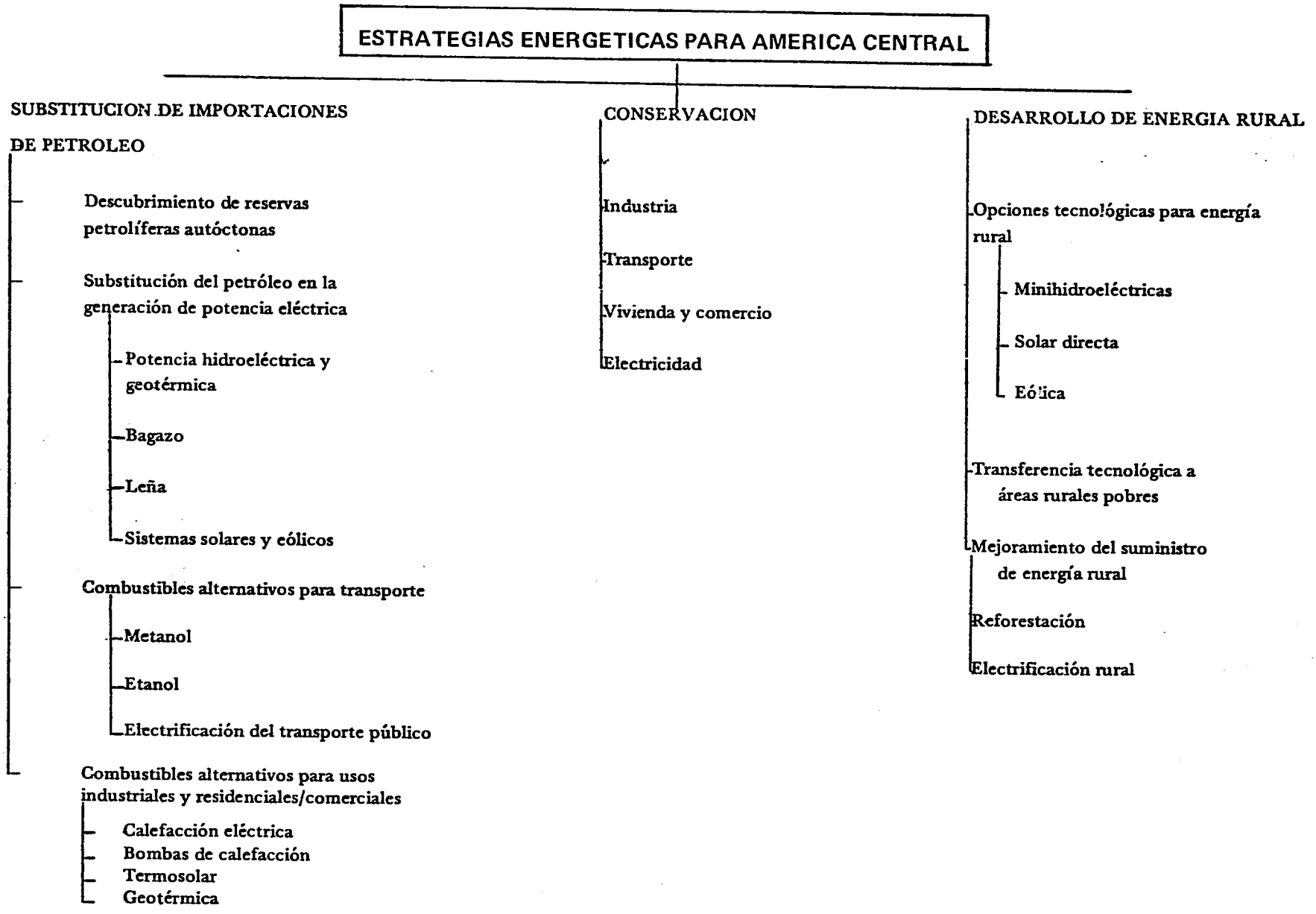

FIGURA E-2

ESTRATEGIA ENERGETICAS PARA AMERICA CENTRAL

de las perforaciones de exploración. La búsqueda de petróleo es un esfuerzo sumamente costoso y arriesgado, aunque los beneficios son tan atrayentes que vale la pena fomentar la exploración petrolífera.

Se sugiere un enfoque organizado e intensivo para la exploración petrolífera: planificación cuidadosa, cronogramas de exploración, análisis e interpretación gubernamentales de los hallazgos de las compañías particulares, legislación bien formulada para la otorgación de concesiones, la regulación de las perforaciones y la producción.

Substitución del petróleo en la generación de potencia eléctrica

Para toda el área de América Central, se prevé que en el año 2000 existirá un considerable potencial hidroeléctrico y geotérmico sin explotación, que sobrepasará la capacidad instalada. Esto puede proveer una substitución en gran escala del petróleo en la generación de electricidad. En una escala menor, se cuenta con el bagazo de caña de azúcar que actualmente se utilia en forma deficiente. Al parecer cabe la posibilidad de generar energía eléctrica excedente en los ingenios de azúcar que luego podría incorporarse al sistema eléctrico. Además, las poblaciones aisladas en ciertas zonas podrían substituir el sistema de diesel que se utiliza actualmente por leña.

A un plazo mayor, los sistemas de generación de potencia a base de energía solar y eólica constituyen importantes opciones que deben considerarse, especialmente en los países en los que son insuficientes los recursos hidroeléctricos y geotérmicos para satisfacer la futura demanda de electricidad.

Combustibles alternativos para transporte

Probablemente la mitad del consumo total de petróleo en el año 2000 será para el transporte. La producción de metanol (a partir de árboles) y etanol (a partir de caña de azúcar u otros cultivos) debería investigarse a fondo.

El metanol producido de biomasa de madera representa un importante potencial de substitución de petróleo en América Central: aproximadamente el 30 por ciento del Caso I. La demanda de petróleo en el año 2000 podría ser substituida por metanol, si se utiliza el 10 por ciento del crecimiento renovable anual de los bosques y zonas forestales de la región.

La estrategia de usar el metanol como substituto del petróleo en el sector del transporte (o cualquier otro) debe tener en cuenta la competencia de leña entre otros usuarios, así como las posibles consecuencias ambientales.

El etanol proveniente de la caña de azúcar es el segundo combustible líquido que puede substituir al petróleo en el sector de transporte. Una producción regional de 309 litros de etanol (obtenidos de un equivalente del 25 por ciento de la producción actual de caña de azúcar) representa cerca del uno por ciento de la proyección de la demanda de petróleo del Caso I.

Combustibles alternativos para usos industriales y residenciales/comerciales

En los casos en que la electricidad puede producirse a partir de recursos autóctonos, tales como potencia hidroeléctrica o geotérmica, el uso del petróleo puede reducirse mediante la conversión de los sistemas de calefacción de aceite a electricidad. Los sistemas de agua caliente alimentados a petróleo y los sistemas de calentamiento de vapor alimentados a petróleo pueden ser sustituidos por sistemas de calentamiento alimentados por electricidad. Los sistemas de recuperación de agua, los sistemas de energía solar, y la utilización directa de los recursos geotérmicos, son otras alternativas de substitución del petróleo para necesidades de calentamiento a bajas temperaturas.

3.2 Conservación de energía

La posibilidad de conservación industrial de energía está en función de los tipos de industrias, los tipos de equipo que se usan en estas industrias, y la manera en que se maneja el equipo. En los Estados Unidos, los objetivos de conservación para varias industrias se sitúan en un margen entre el 13 y el 25 por ciento. La experiencia indica que el primer 10 por ciento de los ahorros pueden atribuirse normalmente a un mejor manejo de la energía y el resto a programas que involucran pocas inversiones de capital en las plantas existentes. Una contribución eficaz son los programas destinados a mejorar las plantas existentes y garantizar que las nuevas plantas sean instaladas y operadas eficientemente. Sustentamos el criterio de que es posible (sobre la demanda reducida debida a efectos de precios) una reducción entre el 10 y el 20 por ciento de la demanda de energía en la industria, si se establecen intensos programas de conservación.

Existe una amplia variación en la eficiencia de combustible de los automóviles actualmente disponibles en los mercados de vehículos nuevos y usados. Varias opciones de política, tales como impuestos, políticas de importación, programas de afinamiento de motores, podrían impulsar el movimiento hacia una flota de vehículos más eficiente. Dichas iniciativas serían especialmente importantes en el transporte de fletes, el cual representa por lo menos el 50 por ciento de la utilización de la energía para transporte en la región.

Una segunda estrategia para el sector de transporte consiste en cambiar a formas más eficaces de transporte, especialmente de vehículos particulares a tránsito colectivo y de camiones a ferrocarril. Aunque esta estrategia podría tomar más tiempo para concretarla, tiene un potencial efectivo mucho mayor, ya que la eficiencia de energía en sus varias formas puede variar en un margen de 2 a 4.

Una reducción en el consumo de energía para transporte entre el 15 y el 20 por ciento bajo los valores previstos para el año 2000 puede ser viable mediante una acción vigorosa del gobierno. (*)

(*) **Basados en metas fijadas por el Programa de Mejoramiento de la Eficiencia Industrial de los Estados Unidos, administrado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos.**

3.3 Desarrollo de energía rural

La utilización de energía en áreas rurales se concentra en combustibles "no comerciales", tales como la leña, el carbón vegetal y el bagazo. En vista que el consumo rural de energía es cuantioso en toda la América Central, los precios y la disponibilidad de los suministros tienen un fuerte efecto en la economía rural. El alza en los precios de la leña ha tenido un efecto proporcionalmente mayor en los ingresos de la población rural de escasos recursos. Por tanto, la mejora del suministro y la eficiencia de los combustibles no comerciales deparan una mayor importancia para los pobres que para otros sectores de la población.

Las soluciones a los problemas de energía del sector rural pueden asumir muchas formas. Las reformas sociopolíticas, tales como cambios en la tenencia de tierras en el área rural, pueden aumentar los ingresos de la población rural de escasos recursos económicos. Los cambios en los valores culturales pueden influir en el tipo de tecnología utilizada y en la rapidez con que sea adaptada. Los incentivos fiscales y financieros y los desincentivos pueden igualmente influir en la producción y los ingresos. Sin embargo, la consideración de soluciones tecnológicas y su puesta en práctica son más relevantes al problema de la energía.

Las plantas minihidroeléctricas deparan un importante potencial para reemplazar los costosos generadores diesel existentes o posibles en áreas rurales aisladas, proporcionando más horas de servicio y creando así nuevas oportunidades para la población rural. La energía solar directa tiene probablemente el mayor uso para el secamiento de leña y cosechas, tales como plátanos, café y maíz. La generación eólica de electricidad, el bombeo de agua y los granos de moler, constituyen, asimismo, una posible fuente de energía, especialmente en las islas y zonas costeras.

Es posible lograr disminuciones en el uso de la energía no comercial mediante el aumento de la eficiencia en el uso de la energía en el hogar y en la industria por medio de estufas mejor diseñadas para cocinar y tecnologías mejor adecuadas para la industria rural (hornos de ladrillos y cal, repostería, panela, etc.).

Los mecanismos para la transferencia de nuevos conceptos energéticos y tecnologías a la población rural de escasos recursos económicos requiere cuidadosa consideración. Para que sea eficaz, la transferencia de tecnología debe ser acompañada de la educación y la participación de los beneficiarios. Los mecanismos que se sugieren son el uso de servicios de extensión (organizaciones agrícolas, universidades, y/o instituciones privadas) y el establecimiento de estaciones rurales experimentales de energía.

Los esfuerzos de reforestación en América Central deben colmarse a fin de garantizar un abastecimiento a largo plazo de leña para la población rural de escasos recursos económicos. Las instituciones que trabajan en la reforestación necesitan obtener la participación y el apoyo de la población rural.

Finalmente, los programas de electrificación rural, que recientemente han sido descuidados debido a escasos ingresos económicos, deben ser continuados, tanto como un

método para reducir el consumo de leña, como un medio para alentar el desarrollo rural.

4.0 RECOMENDACIONES A LA AID PARA PROGRAMAS ENERGETICOS EN AMERICA CENTRAL

Las siguientes recomendaciones se aplican a toda la región de América Central.

1. La AID debería apoyar a los gobiernos de los países en el desarrollo de instituciones que formulen políticas energéticas y en mejorar las capacidades de análisis de energía que se requieren en esas oficinas.

2. La AID debería apoyar el desarrollo de programas de conservación de energía en América Central. Dos actividades pueden llevarse a la práctica próximamente:

   a. Análisis de conservación y consumo de energía

   b. Entrenamiento y apoyo institucional

3. La AID debería apoyar el desarrollo de combustibles líquidos basados en biomasa en América Central. Se recomiendan cuatro programas específicos:

   a. Evaluación del etanol de la caña de azúcar como combustible.

   b. Proyecto demostrativo de producción de etanol a partir de la caña de azúcar.

   c. Evaluación del metanol de la madera como combustible.

   d. Proyecto demostrativo de producción de metanol a partir de la madera.

4. La AID debería apoyar programas de energía rural en América Central, por medio de:

   a. El establecimiento de centros de demostración y extensión para energía.

   b. El fortalecimiento de los institutos forestales nacionales y los programas nacionales de reforestación.

   c. El respaldo a los programas de energía de comunidades.

5. La AID debería apoyar las evaluaciones de los recursos renovables energéticos en América Central.

6. La AID debería apoyar las investigaciones innovadoras de energía en América Central.

7. La AID debería propiciar la diseminación de información sobre desarrollo energético en América Central.

   a. La AID debería requerir que los principales proyectos de energía de la AID

incluyan mecanismos para la diseminación regional de los resultados.

b. La AID debería apoyar conferencias regionales de energía sobre las necesidades específicas de desarrollo energético.

c. La AID debería respaldar programas regionales de entrenamiento en materia de energía.

d. La AID debería investigar la posibilidad de establecer en América Central un sistema de diseminación de información energética.

8. La AID debería continuar apoyando a instituciones regionales de energía tales como SIECA/COMENER, ICAITI y CATIE.

1.0 INTRODUCCION

1.1 Objeto

Este informe presenta una evaluación de la situación energética de los seis países de América Central: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Este trabajo se realizó para lograr los siguientes objetivos:

- ayudar a los países de América Central a definir, planificar y satisfacer las necesidades de energía implícitas en sus planes de desarrollo económico y social

- asistir a la AID y otras organizaciones de fomento a definir programas energéticos en América Central.

1.2 Enfoque

Este proyecto se inició con la búsqueda sistemática de datos sobre energía e información pertinente a América Central que estaba disponible en los Estados Unidos. Las fuentes principales fueron: la AID, el Banco Mundial de Reconstrucción y Fomento, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Fondo Monetario Internacional, varios organismos de las Naciones Unidas, la Organización de los Estados Americanos, las embajadas de América Central, y los sistemas computarizados de recuperación de datos energéticos.

La segunda etapa del proyecto se llevó a cabo en América Central. Dos personas visitaron los países de América Central durante aproximadamente dos semanas. Con la ayuda de las misiones de la AID en cada país, dichas personas se entrevistaron con funcionarios en asuntos energéticos en cada país. Los datos recabados en estas visitas fueron valiosos. Al término de este período, MITRE recopiló y publicó un documento de trabajo que contenía una bibliografía anotada de todos los datos energéticos recogidos en los Estados Unidos y en América Central. (*)

La última etapa de este estudio fue la fase de análisis. El personal de MITRE/E/DI preparó los datos sobre recursos energéticos, su uso y sus proyecciones para cada uno de los países de América Central, empleando una metodología y un formato comunes. Se compilaron, asimismo, las descripciones de las actividades de investigación y desarrollo en materia de energía y de las instituciones relacionadas con energía. En seguida, el grupo de trabajo bosquejó y evaluó las estrategias para la solución de los problemas energéticos de América Central. Finalmente, MITRE y E/DI formularon recomendaciones nacionales y regionales para ayudar a la AID y otras organizaciones de fomento a definir los futuros programas energéticos en el área.

(*) M. Hallford and W. Park, Central America Energy-Related Data Sources, WP-80W00024. McLean, Virginia: The MITRE Corporation, 1980.

1.3 Descripción general del documento

El presente informe se ha publicado en dos tomos. El Tomo I contiene una evaluación energética regional y recomendaciones regionales para la AID. El Tomo II es semejante al Tomo I en base a país por país de la región centroamericana.

La Sección 2 del Tomo I comienza con un resumen de los problemas energéticos de América Central. Esta consideración define el problema y presenta el enfoque. La Sección 2.2 presenta un cuadro geográfico, económico y social de la región, haciendo hincapié en los factores relacionados con la energía. Esta sección también contiene un resumen de las instituciones de América Central relacionadas con la energía y la forma en que estas instituciones afectan la política energética y el desarrollo.

A la luz de estos antecedentes, las Secciones 2.3 a 2.5 presentan los actuales y futuros patrones energéticos en la región. La Sección 2.3 evalúa los recursos energéticos disponibles; la Sección 2.4 da un resumen del uso actual de la energía; la Sección 2.5 presenta proyecciones al año 2000 del consumo de energía, en base a las proyecciones económicas de cada país. A fin de lograr una mejor perspectiva de los posibles patrones de consumo de energía, se dan dos panoramas, el Caso I y el Caso II. En el Caso I se proyecta la demanda de energía al año 2000, con base en relaciones convencionales de economía-energía-desarrollo. El Caso II da una proyección energética más conservadora que supone una importante reducción de la necesidad de energía en el desarrollo.

La Sección 2.6 describe las estrategias para solucionar o aliviar los problemas energéticos de la región. En la medida de lo posible, el informe presenta estimaciones de los posibles efectos de cada una de las estrategias, con base en la disponibilidad de recursos energéticos autóctonos. Estos efectos se relacionan en seguida con las proyecciones energéticas del Caso I.

La Sección 3.0 da recomendaciones a la AID para sus futuros programas de energía en América Central, habida cuenta de que los países de América Central necesitarán seguir algunas o todas las estrategias energéticas consideradas. Las recomendaciones se basan también en las necesidades advertidas por los gobiernos de los países y en el apoyo dado por otras instituciones de fomento.

Las evaluaciones de energía en el Tomo II están organizadas en la misma forma que en el Tomo I. Las recomendaciones a la AID en el Tomo II incluyen refinamientos a las recomendaciones regionales cuando se apliquen directamente a cada país, y recomendaciones específicas para los países.

Al final de este tomo se presenta una lista de los factores de conversión usados en este informe, una lista de los contactos en cuestiones energéticas en América Central, y una bibliografía.

2.0 EVALUACION ENERGETICA REGIONAL DE AMERICA CENTRAL

2.1 Problemas energéticos de América Central

Dos problemas esenciales caracterizan la situación energética en América Central. El primero es el suministro y el costo del petróleo importado; el segundo es el suministro de combustibles a las áreas rurales. Aunque se consideran estos problemas por separado, están íntimamente relacionados. Los crecientes precios de los combustibles derivados del petróleo ya no permiten su adquisición, justamente cuando la escasez de combustibles no comerciales hace más necesario el uso del petróleo.

2.1.1 El problema del petróleo

El alza en los precios del petróleo ha afectado a los países de América Central de dos maneras. La primera, un efecto macroeconómico, tiene que ver con el impacto que las erogaciones nacionales para las importaciones de petróleo tienen sobre la balanza de pagos. La segunda, un efecto microeconómico, tiene que ver con el impacto en los hogares, las industrias, y los establecimientos comerciales.

No cabe duda alguna de que el efecto macroeconómico es sumamente grave para todos los países de la región. El cuadro 2-1 da una indicación del impacto de los costos de importación de petróleo en las economías nacionales. El cuadro muestra que, aún con los precios de petróleo de 1976, las importaciones de petróleo absorbieron entre el 10 y el 15 por ciento de los ingresos totales de exportación. A nivel regional, los mayores costos de importación de petróleo representaron la mayor parte del aumento del déficit de la balanza comercial que sufrió un alza de $ 113 millones en 1974 a 1 000 millones en 1978. Cabe prever que los aumentos de precios en 1979 serán casi el doble de esos costos, y que, si no se adoptan medidas para aliviar el problema, los déficits continuarán aumentando a lo largo de las próximas décadas.

Este análisis del problema del petróleo sugiere que las estrategias para encarar el problema petrolero en estos países deben prestar especial atención a los requerimientos de divisas. Por ejemplos, los recursos o tecnologías que sustituyan la futura demanda de petróleo a precios equivalentes, pueden ser ventajosos en cuanto al suministro, si tienen más componentes autóctonos que los competidores basados en el petróleo.

El segundo efecto tiene implicaciones sociales y políticas directas para cada país de la región. Los efectos adversos gravitan más sobre los hogares individuales y las pequeñas actividades comerciales en que los aumentos de los precios no pueden ser absorbidos fácilmente o soslayados. Especialmente para las familias pobres en áreas urbanas y rurales, los costos directos de la energía representan actualmente porciones substanciales de los ingresos disponibles.

Algunos sectores industriales y comerciales grandes son menos afectados. Esto obedece a que, en general, aún con precios de petróleo más altos, la energía representa una

CUADRO 2–1

AMERICA CENTRAL

FRACCION DE LOS INGRESOS DE EXPORTACION DEDICADOS A LAS IMPORTACIONES DE PETROLEO

(Porcentaje)

País	1972	1974	1976
Costa Rica	5.9	13.7	14.0
El Salvador	4.1	8.3	10.0
Guatemala	6.8	15.1	15.0
Honduras	9.6	11.8	12.0
Nicaragua	6.4	12.7	——
Panama (1)	60.4	148.8	——

(1) Los datos excluyen la Zona del Canal; adviértase que una gran fracción de las importaciones anuales a Panamá representan refinación y reventa extranjera.

Fuente: Documento de Trabajo del Banco Mundial No. 346 e Informe del Banco Mundial, 1979.

pequeña fracción de los costos totales. A pesar de los significativos aumentos en los precios del petróleo a partir de 1976, y los que probablemente ocurrirán en el futuro, la fracción de los costos de energía industrial con respecto a los costos totales debería mantenerse manejable. Además, la industria tiene la oportunidad de reducir contínuamente el consumo de energía por unidad de producción mediante la conservación.

Aunque las cuestiones macroeconómicas pueden advertirse inicialmente como más remotas de las preocupaciones sociales que los problemas microeconómicos, el progreso en todos estos países depende, en última instancia, del crecimiento económico continuo y equilibrado. Las tasas de crecimiento reducidas afectan el empleo, la distribución de los ingresos, la productividad y los servicios sociales. La solución de los problemas macroeconómicos es necesaria a fin de satisfacer las aspiraciones sociales y económicas a largo plazo.

2.1.2 Energía para las áreas rurales

Tradicionalmente, un factor del crecimiento del consumo de petróleo en América Central, al igual que otras partes del mundo en desarrollo, ha sido la substitución de los productos derivados del petróleo por combustibles convencionales, especialmente la madera. Debido al alza de los precios del keroseno y otros combustibles, esta substitución ha devenido más costosa y menos probable. Al mismo tiempo, la madera y otros combustibles de las áreas rurales se han hecho más escasos y más caros.

Según las estimaciones de ECLA, la cantidad de leña y carbón vegetal usada en los países de América Central en 1975 fue aproximadamente el equivalente, en contenido de energía, de 16.4 millones de barriles de petróleo. La madera se utiliza para cocinar en aproximadamente el 80 por ciento de los hogares de la región.

Aunque continúa la controversia sobre las verdaderas causas, los precios y la disponibilidad de la leña agravan la situación por lo menos a nivel regional. (*) Los precios han experimentado un alza, en todas partes, entre tres y cinco veces durante los últimos diez años. Las encuestas realizadas en Guatemala, Honduras y Costa Rica indican que, en muchos lugares, el costo medio por día de leña varía entre 20 y 50 por ciento del salario medio diario. (**) Los costos más altos y los aumentos de precio más rápidos han ocurrido en Guatemala, a pesar de sus vastos recursos forestales.

Muchas industrias pequeñas, que son elementos esenciales en el éxito del desarrollo rural, también dependen de la madera. Hornos para cal, reposterías, la industria del tabaco, los beneficios de café, las fábricas de tejas y ladrillos, son ejemplos de industrias que usan la madera como su fuente primaria de energía.

(*) Oficinas Regionales para Programas de Centroamérica (ROCAP) "Fuelwood and Alternative Energy Sources", 16 de agosto de 1979.

(**) Alfredo Méndez Domínguez, Fuelwood Use and Attitudes in Guatemala, El Salvador, Honduras and Costa Rica, Informe a ROCAP, agosto 1979.

El creciente uso de los recursos forestales mermantes no sólo está imponiendo cargas económicas y físicas más agobiantes a las familias e industrias rurales, sino que también ha empezado a crear problemas ambientales. Aunque la erosión causada por la desforestación está generalmente en una etapa incipiente en América Central, los ejemplos del norte de la India, Nepal y Sahel deben servir como serias advertencias de las consecuencias de soslayar la desforestación.

Por diversas razones, la magnitud de este problema energético rural está menos definido y las presiones para solucionar el problema son menos importantes para los legisladores que las de los problemas del petróleo. Para uno, aunque se conocen los parámetros generales, los datos cuantitativos confiables y específicos son escasos. Para el otro, la organización de una acción es más difícil, dado el marco organizacional para solucionar el problema. Además, los proyectos de infraestructura, tales como las plantas hidroeléctricas, son esfuerzos más concretos y más manejables. El atractivo de fortalecer los sectores urbanos "modernos" e industrializados de la economía, también contribuye a alejar la atención de afrontar los problemas rurales de energía. Si a ello se agregan las ventajas políticas relativas a satisfacer los distritos electorales urbanos y comerciales/industriales, se ve fácilmente por qué los esfuerzos acelerados para colmar las necesidades energéticas rurales pasan a tener una prioridad secundaria.

2.2 Aspectos geográficos, sociales y económicos del desarrollo energético de América Central

2.2.1 Geografía, demografía, economía

Geografía

En la Figura 2-1 se muestran los seis países de América Central. Este istmo entre México y Colombia tiene una extensión de 421 000 kilómetros cuadrados. Su formación geográfica dominante es una cadena de montañas volcánicas, la Cordillera Central que se extiende de noroeste a sureste desde México a lo largo de Panamá. Una ancha faja de tierras bajas tropicales, bien regada por los vientos alisios prevalecientes, colinda con esta cordillera por el lado del Caribe. Como las montañas atrapan la precipitación pluvial en este lado norte (Caribe), las lluvias a lo largo de las tierras bajas del Pacífico tienden a ser menos copiosas y más estacionales.

La Cordillera Central depara varias oportunidades de desarrollo energético regional. La abundante precipitación pluvial, complementada con marcadas variaciones de altitud, proveen el potencial para amplios desarrollos hidroeléctricos. Igualmente, las extensas regiones volcánicas a lo largo de la Cordillera han demostrado poseer importantes recursos geotermales.

Los fértiles suelos volcánicos a lo largo de la planicie del Pacífico, juntamente con lluvias moderadas, proveen las condiciones para una cuantiosa producción agrícola. Las zonas menos fértiles del Caribe son en gran parte tupidas selvas húmedas tropicales. La cubierta

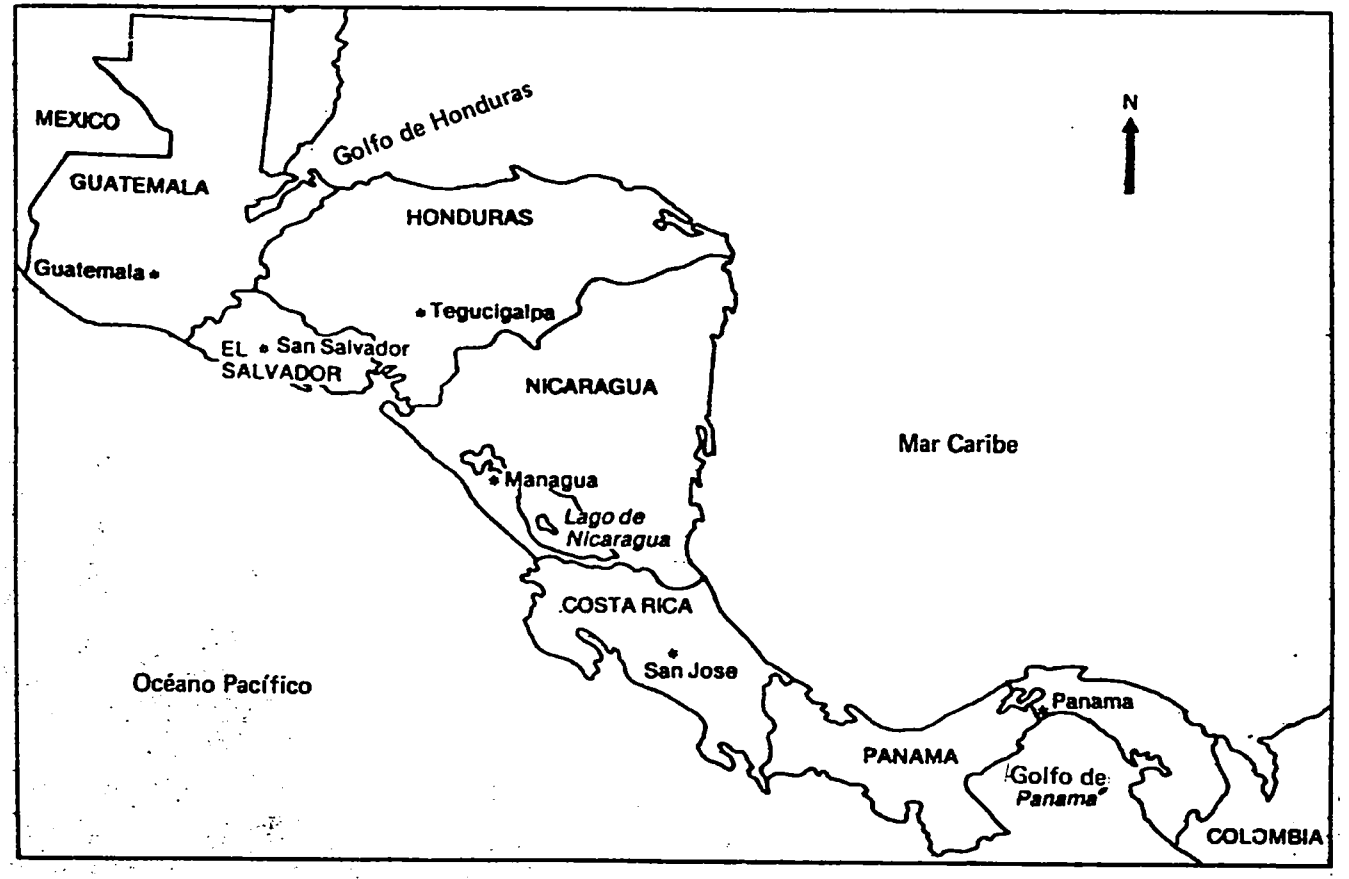

FIGURA 2-1
AMERICA CENTRAL

boscosa de estas montañas y altiplanos, otrora densamente poblados de pinos y maderas duras, se está agotando rápidamente por la tala desmedida de los bosques.

La red regional de transporte terrestre se concentra en derredor de la carretera Panamericana, una red vial para todo tiempo que sigue a lo largo de los altiplanos y las planicies costeras del Pacífico entre México y la península de Darién en Panamá. Los ferrocarriles se desarrollaron históricamente como medios para el transporte de productos agrícolas a las instalaciones portuarias cercanas; por tanto, no deparan una vía viable de comunicación interregional. Los sistemas fluviales, aunque abundantes, no sirven como vías de navegación para el comercio.

Demografía

La población total de América Central alcanza aproximadamente 20.8 millones de habitantes y está creciendo a una tasa media anual del 3.2 por ciento (véase cuadro 2-2). (*) Las altas tasas de natalidad son un fenómeno reciente que ha inclinado el perfil demográfico a grupos más jóvenes. Este hecho impone cargas pesadas en las economías de la región que deben proveer servicios sociales y satisfacer las necesidades básicas de una población que contiene un componente grande improductivo.

A pesar de las altas tasas de natalidad, todos los países de América Central, con excepción de El Salvador, tienen densidades de población que varían entre moderada y bajas. En El Salvador, la alta densidad demográfica y una distribución desigual de la tierra, han contribuido a la emigración a los países vecinos.

En cada país, la población no está distribuida uniformemente. Típicamente, cada nación tiene uno o dos grandes centros urbanos en los que se concentra el gobierno, la industria y el comercio. No obstante, más del 67 por ciento de la población vive en el campo.

Economía

La dependencia de América Central de una pequeña gama de productos es sorprendente. Más de la mitad de los ingresos totales de exportación proviene de tres productos: café, banano y algodón. Esto hace que la región sea muy vulnerable a las fluctuaciones de precios en el mercado internacional para estos productos.

Los sectores agrícolas y de servicios son generalmente los más grandes en términos de contribución al Producto Interno Bruto (PIB) (véase cuadro 2-3). El sector industrial contribuye con menos del 25 por ciento al PIB regional; en Honduras y El Salvador, participa con menos del 15 por ciento.

Los intentos de cooperación económica regional han sido impedidos por disputas políticas regionales, muy a menudo no relacionadas con cuestiones económicas.

(*) Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo, 1978.

CUADRO 2-2

AMERICA CENTRAL

DATOS ESTADISTICOS FUNDAMENTALES, 1978

País	Población total (en miles	Tasa anual media de crecimiento demográfico 1970-1978 (o/o	Habitantes/ Kilómetro cuadrado	Población urbana (o/o)	PIB (en millones) de 1976 US $	PIB percápita de (en millones) 1976 $ US
Guatemala	6,622	3.1	59	31.0	5,831	880.5
El Salvador	4,397	3.2	202	40.1	2,703	614.8
Honduras	3,439	3.6	28	34.4	1,551	450.9
Nicaragua	2,393	3.1	18	55.5	1,864	778.9
Costa Rica	2,154	2.9	41	44.4	2,368	1,099.1
Panama	1,825	3.1	23	52.4	2,289	1,254.1
Total regional/ promedio	20,830	3.2		39.5	16,606	797.2

Fuente: Anuario Estadístico de las Naciones Unidas, 1978, y Banco Interamericano de Desarrollo.

El Mercado Común Centroamericano (MCC) fue concebido como un amplio mercado para los fabricantes regionales. El MCC debía abolir las tarifas arancelarias entre los países miembros y establecer una barrera arancelaria externa común. Solamente se ha logrado un progreso limitado hacia la integración económica regional. En vez de ello, muchos países de Centroamérica han concertado acuerdos bilaterales más eficaces.

2.2.2 Instituciones relacionadas con la energía

Instituciones gubernamentales

Las principales instituciones relacionadas con la energía en América Central son empresas de servicio público. En general, éstas son organizaciones autónomas autorizadas para planificar, construir y operar instalaciones de generación eléctrica. Los proyectos son financiados por los gobiernos nacionales, el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Centroamericano de Integración Económica, y las propias empresas de servicio público. Economistas, ingenieros, geólogos, químicos y meteorólogos están representados en el personal profesional de las empresas de servicio público, y el desempeño administrativo y técnico es excelente. En las empresas de servicio público, los recursos energéticos no convencionales para generación eléctrica han suscitado algún interés, pero, en términos de políticas energéticas nacionales, dichas empresas mantienen objetivos inmediatos específicos.

CUADRO 2-3

AMERICA CENTRAL

CONTRIBUCION DEL SECTOR AGRICOLA AL PIB, 1970-74 y 1978

(porcentaje)

	1970–74	1978
Guatemala	27.8	25.9
El Salvador	25.2	21.9
Honduras	34.7	31.2
Nicaragua	23.1	26.4
Costa Rica	22.8	19.2
Panama	16.6	15.4

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo.

Otras instituciones en cada gobierno que tienen competencia en cuestiones de energía son los Ministerios de Planificación, de Agricultura, de Economía, de Recursos Naturales y de Transporte. Cualquier influjo que estas instituciones tienen en el desarrollo de las políticas energéticas nacionales depende de factores tales como la interpretación por parte de las instituciones del papel que les incumbe, sus relaciones con el gobierno en el poder, y las percepciones gubernamentales de las capacidades técnicas de su personal. Otra importante consideración estriba en que los problemas energéticos, como prioridades, compiten con un sinnúmero de otras prioridades, incluso la salud y la educación.

Los Ministerios de Recursos Naturales, los Ministerios de Comercio o los departamentos bajo los Ministerios de Economía tienen a su cargo generalmente los recursos de hidrocarburos. Muchos países han aprobado medidas legislativas para regular las operaciones de las compañías petroleras extranjeras.

Los recursos agrícolas y forestales son administrados usualmente por los Ministerios de Recursos Naturales y los Ministerios de Agricultura. Algunos de sus programas conllevan considerable investigación, desarrollo y actividades de extensión en campos afines a la energía.

Algunos países han establecido Comisiones Nacionales de Energía para facilitar la cooperación interinstitucional. Estas comisiones tienen generalmente poco personal, pero tienen que hacer recomendaciones sobre políticas nacionales de energía. En consecuencia, usualmente proponen planes y objetivos energéticos nacionales muy amplios, sin análisis, estrategias, y mecanismos de coordinación para alcanzar los objetivos específicos.

Las responsabilidades de las instituciones nacionales de energía en América Central están dispersas, y la coordinación, la cooperación y el intercambio de información son limitados. Algunas instituciones, aunque tienen organización y personal para proveer una variedad de servicios, no tienen la autoridad o los recursos para planificar, desarrollar y llevar a la práctica los programas.

Instituciones no gubernamentales

Las principales instituciones no gubernamentales que llevan a cabo investigaciones, desarrollo y programas de extensión en el campo de la energía, en América Central, son las universidades y organizaciones voluntarias particulares.

Las universidades reflejan la presión popular por la educación. Encarnan también el orgullo nacional del país, y sus aspiraciones a la modernización. Las universidades están orientadas generalmente más hacia la docencia que a la investigación. Sin embargo, en algunos casos, se buscan fondos para investigación especial y se utilizan para proveer apoyo financiero a empeños relacionados con la energía. En general, estos programas no son grandes. Uno de los mayores está en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Otras instituciones no gubernamentales son las organizaciones voluntarias que

promueven tecnologías "apropiadas" a nivel básico. En general, las tecnologías que ofrecen estas instituciones tienden a ser de mano de obra intensiva, baratas, poco complicadas y en pequeña escala. Aunque su apoyo financiero es usualmente muy bajo, las organizaciones particulares frecuentemente han tenido éxito debido a la calidad de sus directores y el empleo de personal local como agentes de transferencia.

Instituciones regionales de energía

Un tercer tipo de instituciones relacionadas con la energía en América Central es la organización regional de cooperación, del cual el Mercado Común Centroamericano es el mejor ejemplo. Establecido en 1960 para proveer un mercado unificado para bienes y servicios, cooperación técnica y administración coordinada de recursos en Centroamérica, el MCC ha encontrado dificultades administrativas y políticas. No obstante, el MCC y su entidad coordinadora de política, la Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana (SIECA) representan importantes mecanismos de asistencia económica y técnica en la región.

Recientemente el MCC estableció un organismo de política energética, COMENER, que está compuesto por las subsecretarías de los Ministerios de Economía de los países miembros del MCC. Con miras a lograr una mayor autosuficiencia energética, COMENER ha sido creada para:

- fomentar el uso de los recursos energéticos renovables (incluso de biomasa, geotérmicos e hidroeléctricos)
- ayudar a la transferencia de tecnologías relacionadas con energía
- fomentar la utilización racional del petróleo en el sector del transporte
- gestionar arreglos financieros para la adquisición de petróleo de Venezuela.
- participar en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo sirviendo como un medio de intercambio de información y diálogo

La coordinación entre este organismos y los estados miembros acaba de comenzar. Sin embargo, COMENER dispone de escaso personal y fondos para coordinar estas instituciones y formular políticas. La SIECA ejerce actualmente estas funciones. (*)

El Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) y el Centro Agrónomo Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) son ejemplos de instituciones regionales, no lucrativas, en América Central. Ambas organizaciones tienen proyectos relacionados con la energía.

Los proyectos energéticos del ICAITI han incluido (**)

(*) En base a información proporcionada por la SIECA
(**) En base a información proporcionada por el ICAITI

- el desarrollo de un proceso eficiente para extraer y fermentar la sacarosa de la caña de azúcar
- el desarrollo de secadores solares de granos
- la producción de biogás a partir de desechos del café y agrícolas
- la puesta en práctica de un programa de investigación sobre gasohol (mezclas de etanol y gasolina)
- la normalización de la recolección de datos solares
- el desarrollo del potencial hidroeléctrico en pequeña escala

CATIE ha logrado adelantos en proyectos de entrenamiento, investigación y desarrollo en agricultura, silvicultura, granjería animal, conservación de la vida silvestre, administración hidrológica, silvicultura en pequeñas fincas, ciencia forestal en pequeñas fincas. Además, el ICAITI y CATIE están cooperando con la Oficina Regional para Programas Centroamericanos (ROCAP) en un proyecto tendiente a reducir la demanda de leña mediante una combustión más eficiente de la leña y mediante la substitución de combustibles. El proyecto de leña está destinado a:

- la producción de plantas y árboles de rápido crecimiento
- el ensayo de estufas eficientes para uso doméstico, hornos y medios de fabricar carbón vegetal, secadores para café y otros productos agrícolas, y medios pirolíticos y para producir biogás.
- colaboración con organizaciones nacionales e internacionales para intercambiar información sobre leña. (*)

Las Naciones Unidas

Otra importante organización de fomento en América Central es el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Desde 1978, el PNUD ha prestado asistencia financiera y técnica para el desarrollo de recursos energéticos autóctonos en todo el mundo en desarrollo. En el contexto de América Central, seis elementos conforman el programa de energía del PNUD. (**)

- el desarrollo de datos básicos para análisis de energía (planificación, balances, entrenamiento y uso racional).
- la evaluación de información petrolera y experimentos de laboratorio

(*) En base a información proporcionada por la SIECA
(**) En base a información proporcionada por el PNUD en Guatemala

- estudios de interconexiones eléctricas
- un estudio de prefactibilidad para una planta destiladora de alcohol
- el desarrollo de tres plantas hidroeléctricas pequeñas

2.3 Los recursos energéticos de América Central

Recursos hidroeléctricos

Una copiosa precipitación pluvial anual y una topografía escarpada dan a la región una amplia base para desarrollos hidroeléctricos. Aunque todavía no se dispone de datos regionales exactos, una estimación aproximada de la posible capacidad regional de generación eléctrica sobrepasa 30 000 MW. El cuadro 2-4 presenta las estimaciones nacionales que llevan a este total. Estas estimaciones varían entre 10 000 MW en Guatemala y menos de 1 500 MW en El Salvador. Según los planes a largo plazo, todos los países, con excepción de El Salvador, prevén satisfacer la futura demanda de electricidad por medio de plantas hidroeléctricas. (*)

El papel que juega la electricidad en reducir las importaciones de petróleo es particularmente interesante. El tiempo y los fondos para construir grandes plantas hidroeléctricas deparan oportunidad para futuras apreciaciones, planificación y evaluación dentro de este contexto.

Los sistemas hidroeléctricos de pequeña y mediana escala, con capacidad para generar 5 kW a 1 MW, han suscitado interés en toda la región. Aunque unidades pequeñas y medianas de generación eléctrica están en consideración para las áreas rurales, se reconoce que pueden desempeñar tareas mecánicas útiles directamente por medio de fajas o engranajes conectados a molinos, bombas y otra maquinaria. Los estudios en detalle de los posibles sitios hidraúlicos no están disponibles, aunque el posible uso en terrenos donde abunda el agua si se ha indicado en varios países. Por ejemplo, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha estimado una potencialidad hidráulica en pequeña escala tan alta como dos veces la potencialidad indicada en el cuadro 2-4. (**)

(*) Véanse los Planes de Ampliación del Sector Eléctrico de los Países en Tomo II.
(**) ICE, Fuentes de energía no convencionales, Costa Rica, Instituto Costarricense de Electricidad, agosto, 1979.

CUADRO 2–4

POTENCIAL HIDROELECTRICO

País	Potencial en NW
Guatemala	10,900
El Salvador	1,351
Honduras	2,800
Nicaragua	4,416
Costa Rica	9,000
Panamá	2,500
Total	30,967

Fuente: Julio E. Obiols, La situación del sector de energía en los países miembros del Mercado Común Centroamericano, SIECA/INFRA/79-14, Guatemala, SIECA, 5 de noviembre de 1979, y Agencia Alemana de Cooperación Técnica, Ltd.; Plan Maestro para Suministro de El ectricidad, Tomo I, Guatemala, INDE, Mayo 1976; y Fuentes de Energía No Convencionales, ICE, 1979.

Recursos geotérmicos

La mayoría de los países de América Central poseen recursos geotérmicos probados o potenciales (véase cuadro 2-5). Intensas corrientes térmicas se encuentran comúnmente en las zonas volcánicas y montañosas de la región. Actividades de exploración y desarrollo se están realizando a fin de medir las temperaturas y las conductividades. El desarrollo geotérmico está más desarrollado en El Salvador, donde la tercera parte de la generación no hidroeléctrica es ahora geotérmica. Guatemala, Costa Rica y Nicaragua están explorando y desarrollando campos de fuentes geotérmicas. Guatemala tiene planes para una instalación de 55 MW en Zunil en 1985; Costa Rica también tiene un proyecto para una planta geotérmica de 40 MW en Las Hornillas de Miravalles para el mismo año. Nicaragua está desarrollando la zona de fuentes geotérmicas del Momotombo y tiene planes para instalar una planta geotérmica en 1982. Honduras y Panamá también están investigando posibles campos de fuentes geotérmicas.

CUADRO 2–5

AMERICA CENTRAL

POTENCIAL GEOTERMICO

País	Potencial MW
Guatemala	1,800
El Salvador	720
Honduras	———
Nicaragua	6,000
Costa Rica	720
Panamá	
Total	9,240

Fuente: Julio E. Obiols, La situación del sector de energía en los países miembros del Mercado Común Centroamericano, SIECA/INFRA/70-14. Guatemala, SIECA, 5 de noviembre, 1979.

Una capacidad total de generación eléctrica entre 500 y 700 MW podría ser factible para América Central en 1990, con El Salvador teniendo entre el 70 y el 90 por ciento del total. (*) La utilización de los recursos geotérmicos para usos diferentes a la generación eléctrica (refrigeración y calefacción de edificios, subprocesamiento de productos, horticultura, etc.) aumentaría en mucho las estimaciones de recursos, pero estos usos conllevan condiciones geográficas y económicas especiales que aún no han sido consideradas en América Central.

Una planta geotérmica que utiliza un turbogenerador de condensación con capacidad de 30 MW fue instalado en el campo de Ahuachapán, en El Salvador en 1975. Los costos llegaron aproximadamente a $ 500/kW; la mitad de este monto representa el costo del equipo para disponer de la salmuera geotérmica. La carga fundamental proveniente de los recursos geotérmicos sería, sin embargo, probablemente menos costosa que la electricidad producida por instalaciones alimentadas a petróleo (considerando los precios actuales del petróleo y el carbón vegetal). Además, la exploración en América Central no involucra grandes riesgos financieros debido a las características geofísicas favorables de la región. La presente tecnología también esta disponible para explotar los campos de fuentes geotérmicas. Se deduce, por tanto, que las actividades geotérmicas se seguirán realizando con buenas perspectivas de éxito.

(*) Ronald DiPippo, Geothermal Power Plants of Mexico and Central America: A Technical Estudy of Existing and Planned Installations, 000-4051, julio 1978.

Petróleo

La exploración petrolera se ha realizado sólo esporádicamente en América Central. Guatemala tiene reservas petrolíferas probadas de más de 10 millones de barriles (**) y está empezando a perforar capas más profundas que eventualmente podrían producir más de 100 millones de barriles. Actualmente, Guatemala es el único país en la región con reservas petroleras explotables comercialmente. El alto precio del petróleo debería estimular una mayor exploración. Los altos costos y los requisitos técnicos de la exploración continuarán necesitando la participación de compañías petroleras internacionales.

Carbón y esquistos petrolíferos

La exploración de la potencialidad de las reservas de carbón y esquistos petrolíferos acaba de comenzar. Costa Rica ha identificado algunos recursos carboníferos. Vestigios de carbón en forma de lignita de bajo BTU han sido encontrados en Guatemala y Honduras. En Costa Rica, se han identificado reservas de esquistos petrolíferos, pero no han sido evaluadas plenamente.

Energía solar

La energía solar usada directamente para el secamiento de cosechas se ha venido utilizando en América Central durante muchos años. La radiación solar es intensa en la mayor parte de las zonas, pero los datos confiables sobre insolación no están disponibles en la mayor parte de los casos o no son útiles.

Energía eólica

Aunque los datos sobre energía eólica son bastante escasos, este recurso parece prometedor debido a la velocidad y la uniformidad de los vientos en altas elevaciones específicas y en las zonas costeras de América Central. Los vientos a lo largo de América Central son más fuertes durante la estación seca, de diciembre a fines de marzo.

Biomasa

Los bosques cubren aproximadamente la mitad del territorio de América Central. La extensión total de bosques y áreas forestales sobrepasa 25 millones de hectáreas. (*) Más de la mitad de los bosques de coníferas están en Honduras, que suministra la mitad de la madera cortada en América Central.

Los cultivos constituyen otro aspecto de los recursos a base de biomasa. Todos los países en la región tienen grandes industrias azucareras que producen un desecho, el bagazo

(**) Dirección General de Minería e Hidrocarburos, Actualidad Petrolera en Guatemala, Guatemala, DGMH, enero-junio, 1979.

(**) 1978 FAO Production Yearbook, Tomo 32, FAO, Roma, 1978.

de caña, que ya se utiliza como combustible, aunque ineficientemente. Aproximadamente 300 mil hectáreas de caña de azúcar se cosecharon en 1978. (*) Una gran potencialidad de recursos de biomasa existen también en forma de desechos del café y del banano.

2.4 Actual uso de la energía en América Central

El petróleo y los combustibles no comerciales son las fuentes primarias de energía en América Central. En 1977, el petróleo representó el 55 por ciento de toda la energía consumida; los combustibles no comerciales como la madera y el bagazo de caña representaron otro 24 por ciento. La generación hidroeléctrica y geotérmica representaron el restante 11 por ciento.

El cuadro 2-6 muestra el desglose del consumo de petróleo para la región en 1977. Del total de los insumos (304 897 TJ) a la región, el 16 por ciento fue importado directamente como productos, y el 84 por ciento fue crudo o crudo reconstituido refinado localmente en productos.

Con excepción de la refinería en Panamá, cada una de las pequeñas refinerías en toda el área utilizan crudo reconstituido como materia prima.

A pesar de la utilización de crudo semiprocesado, existen desajustes entre la demanda de combustibles específicos y la producción de las refinerías. Costa Rica, por ejemplo, cuya producción de su refinería es aproximadamente un 50 por ciento de petróleo residual, tiene que importar el 73 por ciento de sus necesidades de diesel y el 40 por ciento de su gasolina. (**) En Guatemala, cerca del 45 por ciento de todas las necesidades se satisfacen con importaciones directas. (***) El Salvador y Honduras tienen, sin embargo, capacidad para refinar todos los productos que necesitan. (****) A medida que las fuentes de energía hidroeléctricas y geotérmicas sustituyan el aceite residual para la generación de electricidad, habrá disponible un gran excedente de este aceite pesado. Esto podría obligar a las refinerías en América Central a cerrar o bien invertir en procesos más complicados que aumenten la producción de productos más livianos.

El total de las importaciones de petróleo de los cinco países (excluyendo Panamá) crecieron a una tasa del 7 por ciento a lo largo del período comprendido entre 1968 y 1976, con el consumo de diesel aumentando a un 8 por ciento y el bunker a un 7.5 por ciento. El consumo de gasolina aumentó a una tasa menor del 5.7 por ciento al año. Datos más recientes indican (1977 a 1979) que el consumo de diesel aumenta más rápidamente debido al cambio (vehículos de gasolina por vehículos diesel) en respuesta a la diferencia de precios.

(*) 1978 FAO Production Yearbook, Tomo 32, FAO, Roma, 1978.
(**) Véase cuadro 6–7 del Tomo II
(***) Véase cuadro 2–6
(****) Véase cuadro 2–6 y Sección 4.3 del Tomo II.

CUADRO 2–6

AMERICA CENTRAL

CONSUMO DE PETROLEO, 1977

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panama (1)	Total
Usos directos	31,171	27,400	20,241	23,602	25,058	47,195	174,667
Generación eléctrica (2)	14,165	4,415	3,045	13,228	5,196	21,043	61,092
Consumo total	45,336	31,815	23,286	36,830	30,252	68,238	235,757
Importaciones de crudo	28,116	32,799	20,594	33,183	15,052	125,460	255,204
Importaciones de productos	22,886	———	3,515	5,252	15,652	2,388	49,693
Suministro total (3)	51,002	32,799	24,109	38,435	30,704	127,848	304,897

(1) El consumo incluye la zona del Canal de Panamá.

(2) En 1979 El Salvador no necesitó petróleo para generación eléctrica; Costa Rica espera disminuir sus necesidades en 1980 para suministrar no más del 1o/o de la generación total de los servicios eléctricos públicos.

(3) La diferencia entre el suministro total y el consumo total es uso de refinería y usos no explicados; en el caso de Panamá, la diferencia representa explotaciones de productos refinados, sobre el 80o/o que son ventas de bunker a los barcos que utilizan el canal.

Nota: El consumo de petróleo está dado en Terajulios (mil toneladas métricas de equivalente en petróleo = 41.84 Terajulios)

Fuente: Véase el Tomo II de este Informe para fuentes de datos de país.

La Comisión Económica para América Latina (CEPAL (*) y la SIECA (**) publican los datos de secuencias de tiempo más confiables y sistemáticos sobre la demanda interna para los productos de petróleo, especialmente la demanda por sectores económicos (ej. industria, transporte, viviendas). Aunque se ha puesto en tela de juicio la exactitud de ambas estimaciones, se han utilizado los datos de la CEPAL cuando no se disponía de fuentes directas. Actualmente, bajo el patrocinio del PNUD, se están recopilando datos que incluyen encuestas nacionales de la energía no comercial. El cálculo resultante del balance de energía, que estará disponible a fines de 1980, sentará una base analítica más sólida para la evaluación de la potencialidad de conservación y las posibilidades de sustitución.

El sector eléctrico en América Central operó con una capacidad instalada de 2 123 MW en 1977. La distribución de la capacidad por tipo de combustible es 42 por ciento hidroeléctrica, 55 por ciento térmica (vapor, diesel y turbinas de gas), y 3 por ciento geotérmica (véase cuadro 2-7). Asimismo, algunas industrias (ej. ingenios de azúcar, minas, plantas de cemento) tienen sus propias instalaciones de generación. Por ejemplo, la capacidad de generación industrial es 43 MW en Panamá, 25 MW en Nicaragua y 54 MW en Costa Rica. En general no se conoce la producción total de energía de estas plantas, aunque algunas industrias sí proporcionan estimaciones. Substanciales adiciones de capacidad hidroeléctrica están programadas para entrar en servicio entre ahora y 1982 en Costa Rica, Guatemala y El Salvador. Esta ampliación aumentará la capacidad hidroeléctrica de la región en por lo menos el 50 por ciento del total.

Durante la década de 1960 y anteriormente, pequeñas instalaciones hidráulicas proporcionaron la mayor parte de la electricidad en la región (exceptuando Panamá en donde la generación fue predominantemente térmica). La demanda de electricidad que aumentó desde mediados de los 60 fue satisfecha, sin embargo, por plantas alimentadas a petróleo residual. Los grandes proyectos hidroeléctricos con embalses adecuados cobraron urgente necesidad solamente después de 1973. Aún entonces, los altos precios de los productos de exportación de América Central aliviaron la cuenta del petróleo.

Entre 1965 y 1975 la tasa anual de crecimiento de la generación eléctrica para toda la región fue el 10.6 por ciento, y continuó al 10.5 por ciento entre 1975 y 1977. Esto representa una tasa de crecimiento per cápita del 7.1 por ciento. En 1977, la generación eléctrica alcanzó 7 090 GWh, o 30 kWh per cápita. Las mayores tasas se dan en Panamá y Costa Rica (750 a 850 kWh) y las menores en Guatemala y Honduras (unos 160 kWh per cápita).

El cuadro 2-8 presenta un resumen del consumo total de recursos para la región en 1977. El consumo de los recursos hidroeléctricos y geotérmicos se expresa en términos del "equivalente de petróleo"; es decir, la cantidad de petróleo que se habría usado para generar la misma cantidad de electricidad. Esta convención es aplicada usando un factor de conversión de 0.25. Las estimaciones del consumo de leña y bagazo provienen de los datos de la CEPAL. Este varía entre más del 40 por ciento del consumo total de recursos en

(*) CEPAL, Istmo Centroamericano: Estadísticas sobre energía, 1977, E/CEPAL/CCE/SC.5/129, México, CEPAL, junio de 1979.

(**) Julio E. Obiols, La situación del sector de energía en los países miembros del Mercado Común Centroamericano. SIECA/INFRA79-14, 1979.

CUADRO 2–7

AMERICA CENTRAL

GENERACION ELECTRICA Y CAPACIDAD INSTALADA, 1977

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá (1)	Total
Capacidad instalada							
Hidroeléctrica	101	232	69	100	224	166	892
Geotérmica	——	60	——	——	——	——	60
Térmica	294	128	77	205	168	299	1,171
Total	395	420	146	305	392	465	2,123
Generación	1,197	1,238	639	1,074	1,677	1,265	7,090

(1) Excluye el Canal de Panamá, que tiene un total de 162 MW (116 MW térmicos y 46 MW hidroeléctricos) con generación de 118 GWh en 1978.

Fuente: Compañías de electricidad del país.

CUADRO 2–8

AMERICA CENTRAL

CONSUMO DE RECURSOS DE ENERGIA, 1977

	Guatemala		El Salvador		Honduras		Nicaragua		Costa Rica		Panamá		Total	
	TJ	o/o	TJ	o/o	TJ	o/o	TJ	o/o	TJ	o/o	TJ	o/o	TJ	o/o
Hidroeléctricos (1)	3,260	3.3	6,944	9.4	6,760	13.0	1,664	2.8	17,899	25.7	7,096	8.0	43,623	9.8
Geotérmicos (1)	———		5,760	7.8	———		———		———		———		5,760	1.3
Petróleo	51,002	51.0	32,799	44.5	24,109	46.3	38,435	65.0	30,704	44.0	68,062 (2)	76.5	245,111	55.3
Bagazo	10,669	10.7	6,109	8.3	2,887	5.5	7,113	12.0	6,524	9.4	4,268	4.8	37,570	8.5
Leña y otros	34,978	35.0	22,050	29.9	18,326	35.2	11,924	20.2	14,511	20.8	9,5[illegible]	10.7	111,329	25.1
Consumo total de recursos	99,909	100.0	73,662	100.0	52,082	100.0	59,136	100.0	69,638	100.0	88,966	100.0	443,393	100.0

(1) Expresado en "equivalente de petróleo", (la cantidad de petróleo que se hubiera utilizado para generar la misma cantidad de electricidad).
(2) Excluye exportaciones.

Fuente: Resumen de datos del Tomo II de este informe.

Guatemala y Honduras, y un 16 por ciento en Panamá. Las observaciones preliminares de las encuestas nacionales realizadas por el proyecto de balances de energía del PNUD muestra que las estimaciones de la CEPAL son probablemente bajas, y que reajustes significativos se harán a las cifras citadas en este informe.

La contribución hidroeléctrica es mayor en Costa Rica (26 por ciento) y menor en Guatemala y Nicaragua (un 3 por ciento). En El Salvador, las instalaciones hidroeléctricas y geotérmicas contribuyeron juntas con el 17 por ciento del consumo total de recursos. Los derivados del petróleo representan entre el 45 y el 50 por ciento del total en la mayoría de los países, con excepción de Panamá, que tiene la mayor población urbana y la mayor industria petrolera en la región. En Nicaragua, el petróleo representa el 65 por ciento del consumo total de energía, porque más de la mitad de la población es urbana y Nicaragua depende fuertemente del petróleo para la generación eléctrica. En Panamá y Nicaragua, el petróleo representa más de las dos terceras partes del consumo total de recursos energéticos.

2.5 Uso de energía en América Central en el futuro

2.5.1 Enfoque y metodología

El objeto de las proyecciones elaboradas en este estudio es ayudar a identificar los principales problemas de energía de América Central para el futuro, y analizar las estrategias alternativas de energía para satisfacer la futura demanda. La metodología de proyecciones fue diseñada para reflejar las incertidumbres que caracterizan cualquier análisis de pronósticos energéticos. Estas proyecciones sirven como instrumentos para medir los efectos de las estrategias alternativas de desarrollo energético en vez de pronósticos sobre el futuro.

Se han usado tres fórmulas de pronóstico, una para cada categoría energética: petróleo, electricidad y combustibles no comerciales:

Energía petrolera = $K_1 G^{a_1} p^{a_2}$

Energía eléctrica = $K_2 G^{b_1}$

Energía no comercial = $K_3 \cdot (POP)$

en la que:

G = PNB normalizado a la unidad en el origen del tiempo del período de proyección

P = el precio del crudo importado normalizado a la unidad en el origen

POP = la población normalizada a la unidad en el origen

K_1 = el consumo de petróleo en el origen

K_2 = el consumo de energía eléctrica en el origen

K_3 = el consumo de energía no comercial en el origen

a_1 = la elasticidad de ingreso de la demanda de petróleo

a_2 = la elasticidad de precio de la demanda de petróleo

b_1 = la elasticidad de ingreso de la demanda de energía eléctrica.

Los valores de las elasticidades y las tasas de crecimiento para cada variable se dan a continuación:

		Caso I	Caso II
Petróleo:	Elasticidad de ingreso	$a_1 = 1.35$	$a_1 = 1.00$
Petróleo:	Elasticidad de precio	$a_2 = -0.32$	$a_2 = -0.32$
Electricidad:	Elasticidad de ingreso	$b_1 = 1.50$ (*)	

Tasas de crecimiento (o/o)	PNB	Precio de petróleo importado	Población (POP)
Guatemala	6.7	5.0	2.87
El Salvador	5.0	5.0	3.02
Honduras	5.0	5.0	3.27
Nicaragua	5.0	5.0	3.23
Costa Rica	5.0	5.0	2.16
Panamá	5.8	5.0	2.05

Energía del petróleo

El modelo para estimar la futura demanda de petróleo capta simultáneamente la necesidad de cantidades aumentadas de petróleo cuando la economía (G) crece (a_1 0) y también la reducción del uso del petróleo cuando los precios (P) del petróleo aumentan (a_2 0). Para las proyecciones de petróleo, se presentan dos panoramas a lo largo de este estudio: el Caso I y el Caso II. El Caso I es el caso de referencia basado en la experiencia histórica, mientras que el Caso II supone un pronóstico basado en tasas menores de petróleo/PNB.

En las proyecciones de referencia del Caso I se han empleado las elasticidades

(*) Con excepción de Costa Rica y Panamá en que se han usado los pronósticos de empresas nacionales de servicio público.

derivadas por Choe y Lambertini para la región de América Latina y el Caribe. (*) Estas cifras son consistentes con las de las proyecciones de energía LDC usadas en el Laboratorio Nacional de Brookhaven. (**) La elasticidad de ingreso de 1.35 fue derivada de datos históricos y refleja la tendencia de los países a aumentar la intensidad energética de sus actividades industriales y otras (por unidad de actividad o producción), a medida que procede el desarrollo.

En las proyecciones del Caso II, la elasticidad de ingreso fue reducida a 1.00. Esta hipótesis implica una relación lineal entre el uso del petróleo y el PNB. En otras palabras, no existe un aumento previsto en la intensidad del consumo del petróleo con el crecimiento del PNB.

Dadas las nuevas condiciones energéticas en el mundo y las nuevas percepciones en los gobiernos de América Central, los próximos veinte años podrían testimoniar un marcado desvío de la experiencia histórica. Por ejemplo, el desarrollo económico podría alejarse de la manufactura hacia una base agroindustrial que es generalmente menos intensiva en energía. (***) En todo caso, es probable que el ritmo de manufactura en América Central disminuya durante las próximas dos décadas en relación con la tasa de crecimiento observada durante los años 60 y 70. Esto es debido a que las tasas de crecimiento durante los últimos veinte años reflejaron el crecimiento a partir de una base industrial esencialmente no existente. Además, el suministro de petróleo mundial ha motivado recientemente a muchos gobiernos de América Central a adoptar incentivos para fomentar la electrificación hidroeléctrica, o bien cerrar las estaciones de servicio de gasolina los fines de semana. Igualmente la experiencia en las economías industriales indica que significativas mejoras en eficiencia son posibles en los procesos industriales. Estos desarrollos favorables están, en un sentido, fuera del control de los formuladores de políticas nacionales, pero la transferencia de tecnología disminuirá inevitablemente las tasas entre el crecimiento del uso del petróleo y el crecimiento del ingreso, en base a las tasas advertidas en las últimas décadas.

El segundo efecto primordial sobre la demanda de petróleo es el precio de los combustibles. En una hipótesis de trabajo, se ha supuesto que el precio de los productos derivados del petróleo aumentará a una tasa del 5 por ciento por año (en términos reales) entre 1977 y el año 2000. A partir de un precio medio mundial de $ 13 por barril en 1977, está hipótesis lleva a un precio de $ 25 en 1990 y $ 40 por barril en el año 2000. Ya que el precio medio mundial a comienzos de 1980 podría ser unos $ 25 por barril (menos de $ 19 por barril expresado en dólares en 1977), la hipótesis es probablemente conservadora en el futuro inmediato. A largo plazo, el precio de $ 40 por barril (en dólares de 1977) es consistente con algunas estimaciones del costo de alternativas en gran escala como el carbón licuado o el etanol de la biomasa.

(*) B.J. Choe y A. Lambertini, "Energy Prospects in Non-OPEC Developing countries: 1976-1985", agosto 1978, Documento de trabajo del personal del Banco Mundial citado en Luis Hoffman, "Energy Demand in Developing Countries: Approaches to Estimation and Projection" in Workshop on Energy Data of Developing Countries, OECD, París, 1979.

(**) Véase, por ejemplo, Departamento de Energía de los Estados Unidos, Joint Egypt/United States Report in Egypt/United States Cooperative Energy Assesssment, Servicio Nacional de Información Técnica. Abril 1979, Anexo G. Tomo 1.

(***) Aunque históricamente las elasticidades de ingreso aparentes en El Salvador, Honduras y Nicaragua han sido considerablemente superiors a 1.3, cabe esperar que en el futuro se seleccionarán en esos países estrategias de desarrollo industrial menos intensivas en energía.

Energía eléctrica

Dado que los países de América Central dependerán primordialmente de los recursos hidroeléctricos para la generación eléctrica, los precios del petróleo no ejercerán una fuerte influencia en la demanda de electricidad. (*)

Por consiguiente, la fórmula empleada anteriormente expresa la demanda de electricidad en el futuro en función únicamente del desarrollo económico. Con excepción de Costa Rica y Panamá, se ha empleado una elasticidad de ingreso de 1.50. (**) Con respecto a Costa Rica y Panamá, las proyecciones son extensiones de los datos existentes desarrollados por sus respectivas empresas de electricidad.

En todos los casos, las tasas de crecimiento de electricidad, que varían entre 6.8 por ciento al año para Panamá y 10.0 por ciento al año para Guatemala, tienden a ser altas, considerando que tienen que ser sostenidas durante más de veinte años. Sin embargo, son menores que las tasas de crecimiento históricas. Con excepción de Guatemala, no son mayores que las que se dieron en los países industrializados durante la década de los 60. Guatemala es excepcional porque el país percibe que las grandes "demandas suprimidas" no son actualmente satisfechas por falta de infraestructura. El sistema eléctrico existente no está integrado ampliamente (por tanto, las industrias con sus propios generadores aún están en vías de ser incorporadas al sistema eléctrico). Guatemala, entre todos los países de la región, tiene la menor proporción de su población con acceso a la electricidad. En un sentido, los argumentos esgrimidos aquí para apoyar el alto crecimiento de la demanda eléctrica en Guatemala, son válidos para los demás países, aunque en forma menos drástica.

Energía no comercial

La energía no comercial está prevista que crecerá en función de la tasa de crecimiento de la población. Este tratamiento, aunque elemental, es consistente con los enfoques de instituciones tales como la CEPAL y la SIECA en sus proyecciones sobre futuros requerimientos energéticos.

2.5.2 Proyecciones de la demanda de energía

Las proyecciones de demanda de energía que aparecen en las evaluaciones de energía preparadas para cada país de América Central fueron desarrolladas empleando las metodologías descritas anteriormente. Las proyecciones básicas suponen ninguna substitución por combustibles líquidos diferentes de combustibles derivados del petróleo, y el uso de nuevas tecnologías que no sea la energía geotérmica.

Se prevé que la demanda total de petróleo aumentará a partir de una base de 235 757

(*) Tomada de la baja gama de elasticidades presentadas en B.J. Choe, **Demand for Energy and Electricity in Developing Countries: An Aggregate Approach**, Banco Mundial, 29 de enero de 1979.

(**) Se manifestará un efecto indirecto debido al efecto de los precios del petróleo en los materiales de construcción, los costos de transporte y los costos del equipo de transmisión.

TJ (40.8 millones de barriles) en 1977, para toda la región, a un total de 807 775 TJ (132.1 millones de barriles) en el Caso I y a 565 075 TJ (82.3 millones de barriles) en el Caso II (véase cuadro 2-9). Estos totales comprenden el consumo para generación eléctrica, transporte industrial y uso en viviendas. Según se explicó en la Sección 2.5.1, el Caso I refleja la relación histórica entre el PNB y el consumo de petróleo, mientras que el Caso II supone un cambio en la tasa hacia las condiciones de los países más avanzados.

Se ha previsto que la demanda de petróleo crecerá a una tasa del 5.4 por ciento anual en el Caso I y al 3.6 por ciento anual en el Caso II. La porción del consumo de petróleo usado directamente por los últimos sectores de consumo aumentará más rápidamente, a una tasa del 6.0 por ciento anual para el Caso I, y al 4.0 por ciento anual para el Caso II. Estos totales regionales, que se resumen en el cuadro 2-10, se obtuvieron de los totales nacionales dados en el Tomo II. Estos niveles de la demanda de petróleo, a saber: 687 535 TJ (112.4 millones de barriles) en el Caso I y 444 835 TJ (72.6 millones de barriles) en el Caso II, sirven como puntos de referencia en el análisis que sigue en la Sección 2.6 sobre el impacto de las estrategias energéticas.

CUADRO 2–9

AMERICA CENTRAL

DEMANDA TOTAL DE PETROLEO

Actual	Actual 1977/78	Proyectada, Año 2000	
		Caso I	Caso II
Guatemala			
TJ	45,336	204,209	141,062
Millones de barriles	8.3	33.4	23.1
El Salvador			
TJ	31,815	115,521	88,123
Millones de barriles	5.2	18.9	14.4
Honduras			
TJ	23,286	64,952	43,672
Millones de barriles	3.9	10.6	7.1
Nicaragua			
TJ	36,830	100,217	75,404
Millones de barriles	6.3	16.4	12.3
Costa Rica			
TJ	30,254	114,890	74,132
Millones de barriles	6.0	18.8	12.1
Panamá (1)			
TJ	68,238	207,986	145,682
Millones de barriles	11.1	34.0	23.3
Total			
TJ	235,757	807,775	565,075
Millones de barriles	40.8	132.1	92.3

(1) Incluye la Zona del Canal de Panamá, pero excluye las ventas a barcos que utilizan el canal, estimadas en aproximadamente 7 millones de barriles.

Fuente: MITRE/E/DI

CUADRO 2–10

AMERICA CENTRAL

PROYECCION DE LA DEMANDA DE PETROLEO PARA USOS DIRECTOS

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	Total
Crecimiento del PNB 1978-2000 (o/o)	6.7	5.0	5.0	5.0	6.0	5.7	
Consumo de petróleo para usos directos, 1978 (TJ)	31,171 (1)	28,430	20,241 (1)	23,602 (1)	28,747	47,195 (1)	179,386
(millones de barriles)	5.1	4.6	3.3	3.9	4.7	7.7	29.3
Tasa de crecimiento, Caso I (Elasticidad de ingreso= +1.35) (o/o)	7.4	5.2	5.2	5.2	6.5	6.1	
Tasa de crecimiento, Caso II (Elasticidad de ingreso = X1.0) (o/o)	5.1	3.4	3.4	3.4	4.4	4.1	
Demanda de petróleo para usos directos Caso I, año 2000 (TJ)	161,009	86,721	64,952	75,737	114,890	184,226	687,535
(millones de barriles)	26.3	14.2	10.6	12.4	18.8	30.1 (2)	112.4
Demanda de petróleo para usos directos Caso II, año 2000 (TJ)	97,862	59,323	43,672	50,924	74,132	118,922	444,835
(millones de barriles)	16.0	9.7	7.1	8.3	12.1	19.4 (2)	72.6

(1) Dato para 1977.
(2) Además, los barcos que usan el canal comprarán unos 7 millones de barriles de bunker.

Fuente: MITRE/E/DI

Las futuras demandas de electricidad siguen un patrón de rápido crecimiento del suministro que es característico en los países de menor desarrollo y se refleja en todos los planes nacionales e internacionales existentes. En general, este crecimiento es posible mediante los grandes aumentos en la capacidad hidroeléctrica instalada. No obstante, en cuatro de los países considerados parece improbable que la electricidad a base de petróleo sea totalmente substituida por generación hidroeléctrica y geotérmica. El cuadro 2-11 da un resumen de las proyecciones de electricidad usadas en este análisis.

El consumo de GWh per cápita aumenta por un factor de tres o más para todos los países, con excepción de Guatemala, en la que se manifiesta un aumento de cinco veces (véase cuadro 2-12). A pesar de este tremendo aumento en Guatemala, su consumo per cápita en el año 2000 no será mayor que el uso per cápita de Panamá en 1977. (*) Los países con el mayor uso per cápita son (Costa Rica y Panamá) históricamente aquellos en los que se prevé que la demanda eléctrica aumentará más lentamente, como sería de esperar el 7.0 y 6.8 por ciento, respectivamente. No obstante, en el año 2000 estas tasas de aumento se traducen en un consumo per cápita de 2 500 a 2 800 kWh. Para propósitos de comparación, Francia no alcanzó estos niveles de consumo sino hasta fines de los 60 y comienzos de los 70.

El cuadro 2–13 presenta una síntesis de las proyecciones del uso de recursos energéticos para la región en el año 2000. Al igual que anteriormente, los recursos hidroeléctricos y geotérmicos están tabulados a una tasa de conversión de "equivalente en combustibles fósiles", es decir, al nivel de consumo de petróleo si la electricidad se hubiera generado con petróleo u otros combustibles fósiles. La conversión usada es 0.25 terajulios de electricidad por terajulio de combustible fósil.

La proyección anticipa una gran ampliación hidroeléctrica para Costa Rica, Guatemala y Panamá, y menores en Nicaragua, Honduras y El Salvador. Esta consideración de la producción hidroeléctrica en un sólo año no refleja, sin embargo, las diferentes condiciones que privan en estos países. Honduras y Costa Rica parecen tener las mayores potencialidades hidroeléctricas allende el año 2000; le siguen Guatemala y Panamá. El Salvador y Nicaragua, sin embargo, parecen estar más limitados y es poco probable que excedan las producciones hidroeléctricas indicadas aquí.

La energía geotérmica se prevé que crecerá a niveles entre el 5 y 6 por ciento del uso total de los recursos para finales del siglo, la cual se convertirá en un significativo recurso energético en Nicaragua, El Salvador y Guatemala, y en menos grado en Costa Rica. Honduras y Panamá se consideran faltos de energía geotérmica dentro de las dos próximas décadas.

La generación eléctrica en base al petróleo en el año 2000, que consume 120 240 TJ (19.6 millones de barriles) por año, soslaya las posibles substituciones que se consideran en la siguiente sección.

(*) Sin embargo, el consumo per cápita en la parte "occidental" industrializada de Guatemala en el año 2000 será comparable con los consumos de Costa Rica y Panamá.

CUADRO 2–11

AMERICA CENTRAL

PROYECCION DE LA DEMANDA DE ELECTRICIDAD (SERVICIO PUBLICO), AÑO 2000

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá (1)	Total
Ventas en 1978							
(TJ)	3,740	4,302	1,994 (1)	3,098	5,717	5,394	24,245
(GWh)	1,039	1,195	554	861	1,588	1,499	6,736
Tasa de crecimiento (o/o)	10.1	7.5	7.5	7.5	7.0	6.8	
Demanda proyectada, año 2000							
(TJ)	34,196	21,118	10,523	16,348	25,965	24,365	132,515
(GWh)	9,499	5,866	2,923	4,541	7,213	6,768	36,810
Generación proyectada, año 2000							
(TJ)	40,242	25,006	12,133	19,403	29,970	28,516	155,270
(GWh)	11,178	6,946	3,370	5,390	8,325	7,921	43,130

(1) Incluye la zona anterior del Canal de Panamá. Nota: La diferencia entre la demanda y la generación representa pérdidas de transmisión y distribución.

Fuente: MI-TRE/E/DI. Véase Tomo II.

****** Mil toneladas métricas de equivalente de petróleo = 41.84 Terajulios.

CUADRO 2–12

AMERICA CENTRAL

GENERACION DE ELECTRICIDAD PER CAPITA, ACTUAL Y PROYECTADA

(KWh)

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
Actual	157	272	167	348	752	849
Año 2000	839	798	483	1,046	2,465	2,806

Fuente: Datos basado en información de los servicios eléctricos nacionales públicos.

CUADRO 2–13

AMERICA CENTRAL

PROYECCION DEL USO DE RECURSOS DE ENERGIA, AÑO 2000

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	Total
Hidroelectricidad (1)	97,704	41,328	43,200	31,680	110,692	90,434	415,038
Geotérmica	20,088	29,952	0	21,600	9,836	0	81,476
Demanda de petróleo							
Para uso directo							
Caso I	161,009	86,721	64,952	75,737	114,890	184,226	687,535
Caso II	97,862	59,323	43,672	50,924	74,132	118,992	444,835
Generación total de elect.	43,200	28,800	0	24,480	0	23,760	120,240
Uso no comercial	87,509	57,996	44,464	39,549	34,386	22,021	285,925
Caso I	409,510	244,800	152,616	193,046	269,804	320,441	1,590,217
Caso II	346,363	217,399	131,336	168,233	229,046	255,137	1,347,514

(1) Expresado en "equivalente de combustuble fósil", suponiendo una eficiencia de conversión de 0.25.

Nota: El uso de recursos de energía esta dado en Terajulios (TJ).

Fuente: MITRE/E/DI.

****** Mil toneladas métricas de equivalente de petróleo = 41.84 Terajulios.

2.6 Estrategias energéticas en América Central

Las proyecciones presentadas en la sección anterior reflejan el criterio actual en América Central con respecto al desarrollo energético. Comprenden los substanciales aumentos en capacidad hidroeléctrica y geotérmica que están actualmente en planificación. No obstante, los principales problemas de energía que afrontan la región (ej. excesivas importaciones de petróleo y abastecimiento decreciente de leña) no pueden solucionarse solamente mediante estos esfuerzos. Según se indicó, las necesidades de petróleo importado y de combustibles no comerciales continúan creciendo hasta fines del año 2000.

En esta sección, se sugieren futuras alternativas en forma de tres principales estrategias energéticas para América Central:

- o substitución de importaciones de petróleo,
- o conservación, y
- o desarrollo de energía rural.

A continuación se considera cada una de estas estrategias y, cuando sea posible, se indicarán los posibles beneficios energéticos.

El contexto de esta presentación de estrategias es importante. En primer lugar, la orientación es regional. Muchos problemas de energía son comunes a los países de América Central. Sin embargo, existen diferencias en las estrategias, según se aplican a cada país, que no están captadas en este enfoque. En compensación, los principales factores de las estrategias regionales son evaluadas brevemente en los informes de cada país en el Tomo II.

En segundo lugar, el desarrollo cuidadoso de estrategias nacionales de energía es una tarea sustantiva que trasciende al alcance de este estudio de cuatro meses. El desarrollo de las estrategias en este informe debe considerarse como un paso preliminar que da orientación para el desarrollo energético de la región.

2.6.1 Substitución de petróleo importado

El cuadro 2-14 presenta un resumen de las proyecciones de la demanda de petróleo del Caso I al año 2000 para América Central. El 88 por ciento de la demanda prevista es para uso directo y el resto para uso de empresas de servicio público. El uso directo consiste en el consumo de combustible por parte de las industrias, el transporte y los sectores residenciales y comerciales.

La estrategia para la substitución de este petróleo, considerada aquí como un requerimiento de petróleo importado, contiene varias opciones:

- o el descubrimiento y el desarrollo de reservas petrolíferas autóctonas
- o la substitución del petróleo en la generación de potencia eléctrica

- la substitución de combustibles líquidos alternativos en el transporte.
- la substitución del petróleo en la industria y el comercio.

2.6.1 El descubrimiento y el desarrollo de reservas petrolíferas autóctonas

Con excepción de los recientes descubrimientos hechos en Guatemala, América Central no ha tenido éxito en localizar recursos petrolíferos que sean comercialmente explotables. Actualmente se llevan a cabo exploraciones petroleras en cada país. Sin embargo, con excepción de Guatemala, las pasadas perforaciones inexplotables, han atemperado el interés y las esperanzas de descubrimientos petrolíferos en el área. Si se descubriera petróleo recuperable, los beneficios serían enormes. No solamente disminuiría el costo total de las importaciones de petróleo, sino que también mejorarían el crecimiento económico y la situación de la balanza de pagos. Cabe señalar, una vez más, que si se encontrara petróleo, esta estrategia sería la vía más fácil para la solución a corto plazo de reducir las siempre crecientes porciones de ingresos de exportación que se utilizan para las adquisiciones de petróleo.

La exploración de petróleo es un empeño muy costoso y muy arriesgado. La erogación de fuertes montos con pocas probabilidades de obtener resultados satisfactorios plantea claramente un interrogante. Sin embargo, dados los recientes aumentos en los precios del petróleo, los beneficios del descubrimiento de petróleo son mucho mayores. Los hallazgos petrolíferos previos que se tenían como "económicamente inexplotables" podrían deparar ahora mejores oportunidades.

Lo que se recomienda es un enfoque más organizado e intenso con respecto a la exploración de petróleo: la planificación concienzuda, los cronogramas de exploración, el análisis y la interpretación gubernamentales de los hallazgos de las compañías, una legislación bien formulada para otorgar concesiones, y la regulación de las perforaciones y la producción.

2.6.1.2 La substitución del petróleo en la generación de potencia eléctrica

El cuadro 2-15 da una comparación entre el uso previsto en el Caso I de potencia hidroeléctrica y geotérmica para el año 2000 y el uso actual y previsto a corto plazo de estos recursos. Para toda la región, existe una potencialidad hidroeléctrica que, incluso, no será explotada en el año 2000. No es evidente si estos recursos serían económicamente explotables. Guatemala, por ejemplo, que tiene una substancial potencialidad hidroeléctrica inexplotada, tiene planes para instalar plantas eléctricas térmicas en el período entre 1990 y 2000. Los futuros precios del petróleo y la mejora de la evaluación de los recursos determinará el grado de esta potencialidad adicional hidroeléctrica. Los países como Honduras, con aparente exceso de capacidad hidroeléctrica en el año 2000, pueden proveer más substitución de petróleo a sus vecinos mediante la venta de energía eléctrica a través de sus fronteras.

En cada país de América Central, existe la oportunidad para substituir la potencia hidroeléctrica por pequeñas plantas aisladas de generación diesel. Las investigaciones realizadas

CUADRO 2–14

PROYECCIONES DE LA DEMANDA DE PETROLEO PARA EL AÑO 2000, CASO I

(Terajulios)

	Industrial	Transportes	Residencial/ Comercial	Usos directos Totales	Servicios Públicos	
Guatemala	33,497	100,280	27,232	161,009	43,200	204,209
El Salvador	36,670	39,166	7,886	86,721	28,800	115,521
Honduras	23,191	35,542	6,219	64,952	0	64,952
Nicaragua	25,569	44,017	6,151	75,737	24,480	100,217
Costa Rica	31,117	77,354	6,419	114,890	0	114,890
Panamá	29,589	136,037	3,870	184,226 (1)	56,160	240,386
Total	179,635 (22o/o)	432,468 (53o/o)	57,777 (7o/o)	687,535 (82o/o)	152,640 (18o/o)	840,175

(1) Incluye usos en la Zona del Canal

Fuente: MITRE/E/DI

****** (Mil toneladas métricas de equivalente de petróleo = 41.84 Terajulios

CUADRO 2–15

AMERICA CENTRAL

POTENCIALIDAD ELECTRIDA HIDRO/GEOTERMICA Y UTILIZACION PROYECTADA PARA EL AÑO 2000 (MW)

	Potencialidad hidroeléctrica	Potencialidad geotérmica	Utilización proyectada Año 2000
Guatemala	10,900 (101 existente)	1,800 (55 en 1985)	2,430
El Salvador	1,351 (232 existente)	720 (60 existente)	1,474
Honduras	2,800 (69 existente)	No hay estimaciones confiables	730
Nicaragua	4,416 (100 existente)	6,000 (35 en 1981)	1,150
Costa Rica	9,000 (290 existente)	720 (40 planeada)	1,770
Panamá	2,500		2,249
Total	30,967 (792 existente)	(190 existente o planeada)	9,803

Fuente: Véase el Tomo II de este informe para las fuentes de datos por país.

en el Instituto de Recursos Hidraúlicos y Electrificación (IRHE), de Panamá, han demostrado que el ahorro de costos por esta substitución es considerable . (*)

El continuo descubrimiento de recursos geotérmicos para generación eléctrica no ha sido supuesta en nuestros pronósticos. Los descubrimientos de recursos geotérmicos aprovechables también permitirán la substitución adicional de petróleo importado para generación eléctrica. Por esta razón, se recomiendan fuertemente los programas continuos de exploración geotérmica.

Otras opciones para generación eléctrica

Bagazo

Otra opción para descartar el consumo de petróleo consiste en la generación de electricidad a partir del bagazo. Este desecho del procesamiento de la caña de azúcar se quema para generación eléctrica en los ingenios de azúcar. Sin embargo, el uso del bagazo en las plantas es muy ineficiente, y existe una evidente potencialidad para generar más electricidad del bagazo que la que necesitan los ingenios de azúcar. Por consiguiente, las estrategias de substitución de petróleo deberían considerar la venta del excedente de energía eléctrica generada por bagazo a los sistemas eléctricos locales.

Leña

Las comunidades aisladas sin acceso al sistema nacional de electricidad o a potencial hidroeléctrico, podrían substituir los sistemas eléctricos diesel o alimentados a petróleo que usan actualmente por calderas alimentadas con leña. Esta opción tiene posibilidades para las comunidades en la parte oriental de Panamá y los bajíos de Honduras.

Sistemas de energía solar y eólica

Aunque los datos de energía solar y eólica no están ampliamente disponibles para América Central, las indicaciones preliminares acusan una gran potencialidad para estas opciones energéticas en la región. Los países con limitada potencialidad hidroeléctrica, como El Salvador, salvo substanciales hallazgos geotérmicos, tendrán que encontrar otras opciones para generación eléctrica en el año 2000, si el uso del petróleo para la generación eléctrica no es nuevamente una necesidad. Los sistemas de generación eléctrica por medio de energía solar y eólica constituyen excelentes opciones. La rapidez del viento y los niveles de insolación a lo largo de América Central son mayores durante los tres o cuatro meses de la estación seca cuando la potencialidad hidroeléctrica puede ser limitada.

La primera etapa en este desarrollo es recopilar una base confiable de datos sobre energía solar y eólica para toda la región. A medida que se adquiera más experiencia en la construcción y operación de estos sistemas en todo el mundo, debe también considerarse la instalación de plantas piloto.

Los sistemas solares fotovoltaicos, aunque conceptualmente deparan un medio ideal para generar electricidad, tienen una potencialidad limitada para el futuro inmediato debido a su alto

(*) IRHE, comunicación con Victor Ossa.

costo. El futuro de estos sistemas dependerá de los resultados de las actuales investigaciones y el desarrollo.

Energía nuclear

La energía nuclear, debido a su tecnología sumamente complicada y a sus limitaciones de interconexión con grandes sistemas eléctricos y la necesidad de técnicos extranjeros y materiales, no es una opción que se recomienda por el momento para América Central.

2.6.1.3 Combustibles automotrices para transporte

El cuadro 2-14, presentado anteriormente, indica que el 53 por ciento de la demanda de petróleo prevista para el año 2000 está destinada a combustibles para el transporte. Sería también beneficioso sustituir este petróleo importado. Sin embargo, la substitución del petróleo en el sector de transporte no es tan fácil como en el caso de la generación de electricidad. Los combustibles líquidos son casi esenciales para el transporte.

En esta sección consideraremos dos opciones de combustibles líquidos para América Central, a saber: metanol y etanol.

Metanol

El metanol proveniente de la biomasa de madera depara una buena potencialidad de substituir el petróleo en América Central. El cuadro 2-16 indica que aproximadamente el 30 por ciento de la demanda de petróleo en el año 2000 para América Central podría ser substituida directamente por metanol y por los productos sintéticos de petróleo derivados del metanol. Esta estimación se basa en la conversión del 10 por ciento de las maderas renovables de los bosques y zonas forestales de la región (véase cuadro 2-17). El costo de la inversión requerida es estimado en $ 4.8 mil millones (1976) para 138 plantas de metanol. Esto no incluye la inversión necesaria para la subsiguiente conversión del metanol a los productos líquidos de petróleo, lo cual requeriría un monto adicional de $ 2 a $ 3 mil millones. Los detalles de este análisis se muestran en el cuadro 2-18.

El número de plantas de metanol puede reducirse si se supone una mayor capacidad de planta, con la correspondiente rebaja en el costo de inversión. Se ha supuesto un tamaño de planta equivalente a 114 millones de litros por año. Las plantas más pequeñas entrañan una mayor descentralización y, por tanto, ayudarían a suministrar combustibles a las áreas rurales.

Una vez que el metanol esté disponible, se puede procesar de nuevo para obtener gasolina. Los precios mínimos por galón de producto para un ciclo de conversión de madera a gasolina son $ 0.50 para el metanol de la madera y $ 1.10 para la gasolina a partir de la madera. Estos precios se comparan con $ 1.60 para el etanol producido a partir del maíz. (*) Las estrategias para usar metanol en vez de petróleo en el transporte (o cualquier otro sector)

(*) R.S. Greely, Analysis of National Energy Plans, MTR-79W00346, la MITRE Corporation, Noviembre 1979.

CUADRO 2–16

AMERICA CENTRAL

POSIBLE PRODUCCION ANUAL DE METANOL A PARTIR DE BIOMASA DE MADERA

	Producción de metanol a partir del 10o/o de bosques		
	10^6 toneladas métricas/año[1]	10^9 litros/año	10^{15} julios/año
Guatemala	2.56	3.22	48.4
El Salvador	1.14	1.43	21.5
Honduras	3.13	3.93	59.1
Nicaragua	2.73	3.43	51.6
Costa Rica	1.11	1.39	20.9
Panamá	1.81	2.27	34.1
América Central	12.48	15.67	235.6

(1) Basado en 0.39 toneladas de metanol/toneladas de biomasa y los datos del Cuadro 2–17.

CUADRO 2–17

AMERICA CENTRAL

POTENCIALIDAD DE PRODUCCION DE BIOMASA DE MADERA

	Bosques y tierras boscosas	Potencialidad de biomasa maderera (10^6 toneladas métricas secas/año)
Guatemala	5.8	65.0
El Salvador	2.6	29.1
Honduras	7.1	79.5
Nicaragua	6.2	69.4
Costa Rica	2.5	28.0
Panamá	4.1	45.9
América Central	28.3	316.9

(1) Basado en 5DMT/acre-año (Ref.: Tomo IV, Silvicultura). (11.2 toneladas métricas/hectárea).

Fuente: Anuario de Producción de FAO, 1978.

CUADRO 2–18

ESTIMACIONES DE COSTOS DE INVERSION PARA LA PRODUCCION DE METANOL A PARTIR DE LA BIOMASA DE MADERA

	Número aproximado de plantas	Costo estimado de inversión en planta ($\$10^6$)
Guatemala	28	992
El Salvador	13	444
Honduras	35	1,215
Nicaragua	30	1,062
Costa Rica	12	430
Panamá	20	701
América Central	138	4,844

(1) Basado en 114×10^6 litros/capacidad anual a $\$ 35.23 \times 10^9$ de inversión (1976).

deben tener en cuenta la competencia por la leña entre los usuarios tradicionales. Por esta razón, se debe examinar también la utilización de desechos agrícolas y desechos sólidos como materias primas alternativas para la producción de metanol.

Etanol

El etanol a partir de la caña de azúcar es el segundo combustible líquido principal para substituir al petróleo en el sector del transporte. El etanol mezclado con la gasolina en pequeños porcentajes es un efectivo combustible para los vehículos automotores. La cuestión que cada país de América Central se plantea es si el valor del petróleo importado desplazado por el etanol sobrepasa el costo de la producción de etanol considerando los usos alternativos de la tierra disponible. Desde el punto de vista meramente técnico, la producción de etanol en gran escala a partir de la caña de azúcar es evidentemente posible.

El cuadro 2-19 presenta los datos de la producción de caña de azúcar entre 1976 y fines de 1978 para cada país de América Central. La región toda produjo un promedio de 18.6 millones de toneladas métricas de azúcar anualmente de un área cultivada de 303 000 hectáreas. Esta estimación supone una productividad media de 61.6 toneladas métricas por hectárea.

El cuadro 2-20 indica la potencialidad para la producción de etanol, en base a la disponibilidad de caña de azúcar que se refleja en el cuadro 2-19. La cosecha total de azúcar, si se convirtiera en carburante, produciría unos 1 231 millones de litros ó 24 160 terajulios de etanol.

El azúcar cruda y las melazas contribuyen significativamente a los ingresos de exportación en América Central; por tanto, se ha presentado un estadio en el que la industria azucarera existente se deja esencialmente intacta y la capacidad productora de etanol se desarrolla a partir del excedente de la producción azucarera. En consecuencia, el segundo grupo de cifras en el cuadro 2-20 muestra una potencialidad de suministro de etanol más realista. La producción regional llega aproximadamente a 6 030 TJ (309 millones de litros) de etanol. En el año 2000, esto representa aproximadamente el 1.0 por ciento de la demanda de petróleo prevista para la región. El etanol puede utilizarse eficazmente en mezclas con la gasolina.

El cuadro 2-21 presenta datos sobre los costos estimados de capital involucrados en la producción de 309 millones de litros de etanol al año. Con plantas relativamente pequeñas de 10 000 000 litros/año de capacidad, se necesitarían aproximadamente 34 plantas en toda la región a un costo de unos $ 367 millones. (*)

(*) Esta estimación se basa en una producción de 180 días/año y costos calculados por Schaffer. Véase página 49 de MTR-7936, Comparative Economic Assessment of Ethanol from Biomass, la MITRE Corporation, Septiembre 1978.

CUADRO 2–19

AMERICA CENTRAL

PRODUCCION DE AZUCAR DE CAÑA, 1976–1978

	Area cosechada (10^3 hectáreas)			Producción total 10^3 toneladas métricas)			Pruductividad Toneladas métricas/ hectárea		
	1976	1977	1978	1976	1977	1978	1976	1977	1978
Guatemala	91	82	77	6,845	6,760	5,430	75.2	82.5	70.5
El Salvador	42	41	41	3,170	3,200	3,200	76.2	77.5	77.4
Honduras	50	55	73	1,542	1,845	2,300	30.8	33.5	31.5
Nicaragua	39	42	45	2,300	2,578	2,706	59.5	62.1	66.8
Costa Rica	38	40	44	2,292	2,243	2,437	60.1	55.8	55.8
Panamá	30	37	41	1,925	2,396	2,757	64.8	64.6	67.0
América Central	290	297	321	18,074	19,022	18,830	62.3	64.0	58.6
América Central (Promedio anual, 1976-1978)		302.7			18,642			61.6	

Fuente: Anuario de Producción de FAO, 1978.

CUADRO 2–20

POSIBLE PRODUCCION ANUAL DE ETANOL A PARTIR DE LA CAÑA DE AZUCAR (1)

	100o/o de producción de azúcar		25o/o de producción de azúcar	
	10^6 litros/año	10^{12} Julios	10^6 litros/año	10^{12} Julios
Guatemala	419	8,220	105	2,060
El Salvador	211	4,130	53	1,030
Honduras	125	2,460	31	610
Nicaragua	167	3,280	42	820
Costa Rica	153	3,010	38	750
Panamá	156	3,060	40	760
Central America	1,231	24,160	309	6,030

(1) Basado en la producción media anual de caña de azúcar —1976-1978, y 66 litros de etanol/tonelada métrica de caña de azúcar.

Fuente: C. S. Hapkinson, Jr., y J.W. Day, Jr.
MITRE/E/DI.

CUADRO 2–21

AMERICA CENTRAL

ESTIMACIONES DE COSTOS DE INVERSION PARA LA PRODUCCION DE ETANOL COMBUSTIBLE (1)

	Número aproximado de plantas	Costo estimado de la inversión para planta
Guatemala	11	119
El Salvador	6	65
Honduras	4	43
Nicaragua	5	54
Costa Rica	4	43
Panamá	4	43
Central America	34	367

(1) Basado en 10 000 000 –litros/producción anual.

Fuente: MITRE/E/DI.

Electrificación del transporte colectivo

Aunque el transporte por autobuses en América Central es extenso, podrían lograrse ahorros de petróleo por medio de la construcción de sistemas eléctricos de transporte urbano colectivo. Es necesario investigar los costos y el ahorro de energía de tales alternativas.

2.6.1.4 Combustibles alternativos para usos industriales, comerciales y residenciales

El segundo usuario principal de petróleo importado después del sector del transporte en el año 2000 será el sector industrial con el 22 por ciento de la demanda total. El consumo residencial y comercial es solamente el 7 por ciento. Dos opciones para substitución de petróleo se presentan en las siguientes secciones:

- o substitución de petróleo por electricidad
- o substitución de petróleo por energía térmica directa

Substitución de petróleo por electricidad

En los casos en que la electricidad puede generarse por medio de recursos autóctonos, tales como potencia hidroeléctrica y geotérmica, el consumo de petróleo puede reducirse convirtiendo los sistemas de calefacción alimentados a petróleo en sistemas eléctricos.

Calentamiento eléctrico

Los sistemas de calentamiento de agua alimentados a petróleo y los sistemas de vapor alimentados a petróleo pueden ser reemplazados por sistemas de calentamiento eléctrico. En los Estados Unidos, sistemas de disipación dieléctricos de radio frecuencia (microondas) se están aplicando en el procesamiento de alimentos, porque esta tecnología ofrece ventajas técnicas en el calentamiento interno de los alimentos. Otras tecnologías incluyen la radiación infrarroja, la liofilización, la conducción eléctrica directa, la radiación ionizadora, y el secado al vacío. (*)

Bombas de calor. Las bombas de calor eléctricas industriales también deparan una oportunidad de reemplazar el petróleo por la electricidad. Las bombas de calor son ciclos termodinámicos que permiten a los usuarios industriales captar el calor disipado. Así, por ejemplo, las bombas de calor industrial pueden recuperar y aumentar el calor en la corriente de desagüe de una caldera convencional. Este calor puede precalentar el agua de alimentación de la caldera y, en esa forma, ahorrar petróleo u otros combustibles fósiles.

Substitución de petróleo por energía térmica directa

Energía térmica solar. Las aplicaciones de la energía térmica solar en procesos a calor también pueden reemplazar el consumo de petróleo. Colectores solares de planchas planas pueden precalentar el agua de alimentación de las calderas, o pueden proveer agua caliente de baja temperatura (unos 60° a 70°C). Considerando un período de pagos entre cinco y siete años, los calentadores solares de agua son económicamente viables en los Estados Unidos. Además, la viabilidad económica de su utilización en América Central se acentuará debido a las tasas relativamente mayores de insolación.

Energía geotérmica. La energía geotérmica podría utilizarse para substituir las plantas de vapor alimentadas a petróleo en una amplia variedad de aplicaciones de procesos a calor a temperaturas bajas y medianas. La viabilidad técnica de estos usos está bien demostrada. Los países de América Central deberán investigar la potencialidad de establecer industrias y parques industriales cerca de recursos geotérmicos probados a fin de aprovechar este recurso.

2.6.2 Conservación

La conservación de energía se define como la reducción en la cantidad de energía necesaria para producir un servicio o un bien físico, es decir, aumentar la eficiencia de

(*) Mary Harlow, et al., Survey of Electric Technologies, Technical and Economic Factors Influencing the Selection of Steam or Electric Energy in the U.S. Industry, (McLean, Virginia: la MITRE Corporation, 1976. Pág. xxxiii.

utilización de la energía. Esta definición marca la diferencia entre la conservación y la reducción en servicios o producción de bienes. Esta es una diferencia importante porque muchos formuladores de políticas del tercer mundo entienden por conservación de energía la reducción en las tasas de crecimiento. En vez de ello, la conservación es un medio para lograr tasas de crecimiento más altas con insumos de energía comparables o para reducir la energía requerida (y, por ende, los egresos de divisas) para una tasa dada de crecimiento económico.

El principal objetivo de esta clase de conservación en América Central es el consumo de petróleo. El cuadro 2-22 presenta un resumen de la distribución por sectores del consumo de petróleo en los seis países. Según se indicó en el cuadro 2-22, los principales sectores para conservación de petróleo se encuentran en la industria y el transporte.

CUADRO 2–22

DISTRIBUCION POR SECTORES DEL CONSUMO DE PETROLEO

País	Electricidad	Residencial/ comercial (1)	Industria	Transporte
Guatemala	31	12	14	43
El Salvador	9	8	40	43
Honduras	13	8	31	48
Nicaragua	36	5	22	37
Costa Rica	16	5	22	57
Panamá (2)	31	4	7	51

(1) Residencial-comercial incluye gobierno.
(2) La distribución indicada no incluye el 7o/o usado por el Canal de Panamá.

Fu ..e: Diagrama de Flujo de Energías en el Tomo II de este informe.

La potencialidad de conservación de energía en la industria

La potencialidad de conservación industrial de energía es una función de las clases de industrias, los tipos de equipo usados en estas industrias, y las maneras cómo es manejado el equipo. Debido a la falta de tales datos para la región, los argumentos esgrimidos se basan en deducciones.

Una idea de la magnitud de los ahorros que pueden ser posibles mediante programas

de conservación en el sector industrial es sugerida por el programa de "Objetivos" de los Estados Unidos. Para el período entre el 1 de enero de 1973 y el 1 de enero de 1980, las siguientes mejoras en eficiencia energética fueron fijadas como objetivos para diez principales industrias de los Estados Unidos:

INDUSTRIA	OBJETIVO DE MEJORA (porcentaje)
Alimentos	13
Productos textiles	25
Papel	23
Productos químicos	17
Productos de petróleo	20
Piedra, arcilla y vidrio	16
Metales primarios	14
Productos metálicos fabricados	25
Maquinaria	17
Equipo de transporte	18
Promedio ponderado de industria	17

Según los datos de 1979, se prevé que la mayoría de las industrias alcanzarán sus objetivos, y algunos los sobrepasarán en varios puntos de porcentaje. Los análisis de los informes presentados al Departamento de Energía por las industrias con respecto a sus actividades de conservación, y también los pronósticos de potencialidad de conservación hechos antes de fijar los objetivos, indican que el primer 10 por ciento de ahorros es típicamente atribuible a una mejor administración y el resto a programas que involucran pequeñas inversiones de capital en las plantas existentes. (*) Los grandes programas de inversión, incluso nuevas plantas, no tendrán un gran efecto de conservación en los siete años hasta enero de 1980, debido a los largos períodos de antelación para la puesta en marcha. Los ahorros solamente por mantenimiento probablemente no aumentarán significativamente después de comienzos de 1980, mientras que los ahorros atribuibles a las nuevas inversiones principales serán sumamente importantes.

El cuadro 2-23 muestra cifras comparativas internacionales para la industria de cemento. El cuadro indica la potencialidad de conservación en Perú. Los datos de consumo de electricidad y combustible se comparan favorablemente con los de otros países. Comparado, sin embargo, con la "mejor tecnología moderna", el consumo de energía en varias plantas del Perú es bastante alto. Se presume, por tanto, que la potencialidad de mejora de la eficiencia energética es buena en la industria del cemento, en términos de mejoras en las plantas existentes y de eficiencia mejorada en las nuevas plantas. Las ventajas de eficiencia de las nuevas plantas pueden calcularse según sean cerradas las antiguas plantas. Los programas de conservación para mejorar las plantas existentes y garantizar que sean debidamente instaladas y manejadas las nuevas, pueden contribuir, por tanto, a mejorar los balances nacionales de energía.

(*) Informes anuales del Departamento de Energía de los Estados Unidos del "Industrial Energy Efficiency Improvements Program", 1978 y 1979, y trabajo de apoyo técnico por Gordian Associates, Nueva York.

CUADRO 2–23

INTENSIDADES ENERGETICAS COMPARATIVAS EN PLANTAS DE CEMENTO, PERU Y OTROS LUGARES

		Combustible para horno Kcal/kg cemento	Electricidad KWh/tonelada de clinquer
Perú (1976)	Planta A	900	115
	Planta B	1440	N/A
	Planta C	1215	137
	Planta D	1196	135
	Promedio Nacional	1111	137
Alemania (1974)		800 – 1200	118
Italia (1974)		900	127
Reino Unido		886	127
Estados Unidos		1358	163
"Mejor tecnología moderna"		850	110 – 120

Fuente: Phil Palmedo, Pamela Baldwin, et. al., The Contribution of Renewable Resources and Energy Conservation as Alternatives to Imported Oil in Developing Countries, E/DI, 1980.

La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos ha estimado que las mejoras de conservación efectivas en cuanto a costos en la industria estadounidense podría rebajar el consumo industrial de energía por unidad de producción hasta un 30 al 40 por ciento en el año 2000. (*)

Parte de esta economía se logrará mediante las medidas presentes o programas a través de la acción normal de las fuerzas del mercado que responden a los precios de energía más altos. En base a la evidencia indirecta indicada, otra reducción del 10 al 20 por ciento en la demanda de energía en la industria podría anticiparse si se instituyen vigorosos programas de conservación.

Transporte

En base a los análisis mostrados en el Tomo II de este informe, el transporte

(*) Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, Estudio CONAES, 1980.

representa entre el 40 y el 50o/o del consumo de petróleo en América Central. En las proyecciones futuras de energía-demanda se han supuesto importantes efectos de precios en todos los sectores, incluso el transporte. Existen, sin embargo, otros medios por los cuales el consumo de petróleo puede ser rebajado más allá de las expectativas basadas en tendencias históricas (en las que se basan las elasticidades de precio). En el sector de transporte, se pueden identificar dos categorías adicionales de mejoras: eficiencia mejorada en la flota de autobuses existente y cambios en los modos de transporte.

La eficiencia de los combustibles varía ampliamente en los automóviles nuevos y usados disponibles actualmente en el mercado. Así, por ejemplo, la diferencia en economía de combustible entre un Ford LTD II 1977, y un Honda Civic 1977 es casi un factor de tres. (**) Varias opciones de política, tales como impuestos, derechos de importación y programas de mantenimiento podrían impulsar el movimiento hacia una flota automotora más eficiente. Tales iniciativas podrían ser especialmente importantes en el transporte de fletes que representa por lo menos el 50 por ciento del consumo de energía para el transporte en la región. Sin atención gubernamental, sin embargo, los altos costos de combustible tienden a ser trasladados a las industrias servidas..

La segunda estrategia general de conservación en el sector del transporte es el cambio a un medio de transporte más eficiente, especialmente de vehículos particulares a transporte colectivo y de camión a ferrocarril. Aunque el logro de estas medidas puede tomar más tiempo, tienen una mayor potencialidad de impacto, ya que la eficiencia energética entre diferentes medios de transporte puede variar por factores entre 2 y 4. Los program. .s para llevar a la práctica tales estrategias podrían incluir inversiones en sistemas eficientes de transporte urbano colectivo (acompañados de desincentivos al uso de automóviles particulares en áreas urbanas) y la modernización y ampliación del sistema ferroviario. Los sistemas ferroviarios funcionan a niveles muy por debajo de su potencialidad en los países de América Central.

Sin evaluaciones con más detalle es imposible especificar las economías en energía que podrían lograrse con estos programas. Sin embargo, la experiencia en otros países indica que una reducción en el consumo de energía para el transporte del 15 al 25 por ciento, por debajo de los valores previstos para el año 2000, sería viable con acción gubernamental. (*)

Residencias y comercio

Una cantidad relativamente pequeña de productos derivados del petróleo se utiliza en los sectores residenciales y comerciales para propósitos esenciales tales como cocinar. De las elasticidades de precios usadas en las proyecciones, se desprenden posibles aumentos en la eficiencia en estos sectores. Es improbable que sean posibles más reducciones. No obstante, los programas gubernamentales para hacer conciencia entre los residentes de los métodos de conservación de energía, y los servicios de eficiencia energética son importantes, si han de alcanzarse las mejoras en eficiencia previstas.

(**) Departamento de Energía de los Estados Unidos, Conservation Strategy, preparado por la Oficina del Secretario Adjunto para Conservación y Energía Solar, 16 de octubre de 1979.

(*) En base a los objetivos fijados por el Programa de Mejoramiento de Eficiencia Industrial de los Estados Unidos, administrado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Electricidad

La potencialidad de conservación de la electricidad (y por ende el petróleo usado para su generación) varía considerablemente según sea su uso específico. En América Central, los usos principales de la electricidad consisten en iluminación, aparatos eléctricos, motores eléctricos y varios usos industriales. Las proyecciones de demanda de energía presentadas en este estudio suponen que no existen incentivos para la conservación. Si se establecieran tales programas, se podría lograr una reducción de la demanda entre el 5 y el 10 por ciento.

Obstáculos a la conservación

En la discusión de las estrategias de conservación es necesario identificar los principales obstáculos. Estos son de varias clases:

- precios de energía bajos destinados a alcanzar objetivos sociales o políticos
- escasa información sobre los patrones actuales de consumo de energía y posibles economías mediante medidas de conservación
- tendencias de inversión hacia esquemas de aumento de producción en vez de operaciones de reducción de costos
- falta de comprensión gubernamental y empeño en la conservación
- falta de tecnologías apropiadas
- apoyo financiero mínimo para medidas de conservación.

Ante todas las estrategias de conservación se alza uno o más de estos obstáculos. Los esfuerzos para superarlos deben empezar con el reconocimiento general por parte de los gobiernos de América Central de la conservación de energía y el desarrollo de medidas apropiadas. En la Sección 3.3 se describen las recomendaciones relativas a las medidas de conservación.

2.6.3 Desarrollo de energía rural

La utilización de la energía rural se concentra en combustibles no comerciales, tales como leña, carbón vegetal y bagazo. Debido al carácter disperso de la recolección y el consumo de leña, es difícil cuantificar su última utilización. Sin embargo, es sabido que el consumo de energía no comercial se da sobre todo en el sector residencial, en las industrias rurales pequeñas y en la agricultura.

Los combustibles no comerciales constituyen una gran parte del consumo nacional de energía. Así, por ejemplo, en Honduras y Guatemala, la leña representó el 35 por ciento del insumo total de energía en 1977 (véase cuadro 2-8). Por cuanto el consumo de energía rural es grande, el precio y la disponibilidad del suministro ejercen un gran efecto en la economía

rural. Los precios ascendentes de la leña han tenido un impacto proporcionalmente mucho mayor en el ingreso de los pobres. Así pues, las mejoras en el suministro y la eficiencia de los combustibles no comerciales tienen un mayor significado para los pobres que para otros sectores de ingreso de la población.

Aparte de los motivos equitativos, otras razones exigen que se encauce la atención al sector rural. América Central ha manifestado recientemente una tendencia hacia la expansión de las bases agroindustriales. Este cambio de los esfuerzos de industrialización de la década de 1960 y comienzos de 1970 se debe, en parte, a la dramática alza en los costos de la energía. Por consiguiente, durante las décadas del 60 y el 70, los proyectos rurales no se consideraban "financiables", por lo cual hubo pocas inversiones en el sector rural.

Las soluciones a los problemas de la energía rural pueden cobrar muchas formas. Las reformas socio-políticas, tales como los cambios en la tenencia de la tierra rural, pueden aumentar los ingresos de los necesitados. Los cambios en valores culturales pueden influir en el tipo de tecnología utilizada y en la rapidez con que ésta es adaptada. Los incentivos y los desincentivos financieros y fiscales pueden igualmente influenciar la producción y los ingresos. Sin embargo, la consideración de las soluciones tecnológicas es más relevante a la cuestión energética.

2.6.3.1 Opciones tecnológicas para el uso de la energía rural

A continuación se presentan las opciones que están disponibles actualmente y que son financieramente viables para mejorar el uso de la energía en el sector rural.

Las plantas hidroeléctricas en pequeña escala (minihidroeléctricas) deparan una importante potencialidad para reemplazar los costosos generadores diesel en las áreas rurales aisladas y, por ende, nuevas oportunidades para los habitantes rurales. Así, por ejemplo, en Panamá, la AID y el Banco Interamericano de Desarrollo están financiando una demostración de plantas minihidroeléctricas a través del Instituto de Recursos Hidraúlicos y Electricidad (IRHE) (*) en áreas aisladas. Un funcionario del IRHE ha estimado que los costos de energía eléctrica podrían bajar de un promedio de $ 0.16/kWh a menos de $ 0.03 kWh mediante la substitución de generadores diesel por minihidroeléctricas. Estas plantas también pueden suministrar electricidad para iluminación y refrigeración en los puestos de salud pública, en centros para educación de adultos, y en otros servicios gubernamentales en áreas aisladas.

La energía solar directa tiene probablemente la mayor utilización rural, por lo menos en América Central, para el secamiento de leña y cosechas como el banano, los granos de café y de maíz. El secamiento de la leña puede aumentar la eficiencia de combustión en un 50 por ciento más que la de la leña verde. El secamiento solar de las cosechas puede reducir el deterioro y el peso, aumentando así los ingresos del productor. El calentamiento de agua tiene indudablemente un valor económico marginal, pero quizás sea importante para aumentar la calidad de vida en las áreas rurales.

(*) IRHE, comunicación con Víctor Ossa.

La generación **eólica** de electricidad es también una posible fuente de energía, especialmente en las islas (ej. isla Contadora en Panamá) y en las áreas litorales (ej. Guanacaste, Costa Rica). La fuerza del viento puede utilizarse asimismo para bombear agua y moler granos. Así, por ejemplo, una máquina de viento fue construida, en su mayor parte con materiales locales, y demostrada ante pequeños agricultores en la Estación Experimental ICADA-Choquí, en Guatemala. El Instituto Tecnológico de Costa Rica proyecta llevar a cabo un proyecto piloto similar en ese país.

Los digestores de **biogás** han sido demostrados (unos pocos) en Guatemala, Panamá, El Salvador y Nicaragua. Sin embargo, es dudosa su potencialidad para uso en gran escala por los pequeños agricultores de la región. La experiencia en Guatemala indica que esta tecnología es adoptada rápidamente por los agricultores comerciales medianos y grandes, con mentalidad innovativa, que tienen acceso a capital para inversiones, para grandes necesidades de fertilizantes, y para el ganado y otras fuentes de biomasa. En Panamá, se ha informado que los beneficiadores de café están interesados en el biogás como un medio rentable de disponer de los desechos del café. Igualmente, en Panamá, el único mecanismo por el cual los pequeños agricultores han utilizado el biogás es gracias a un proyecto de demostración agrícola a nivel de bachillerato. En El Salvador, una cooperativa rural ha mancomunado con éxito los recursos locales para mantener una planta de biogás.

La estufa Lorena es una estufa construida con materiales locales en el altiplano de Guatemala. Los experimentos realizados con ella han dado buenos resultados. Se tiene entendido que la estufa ha sido muy bien acogida en áreas donde ha sido introducida. Los usuarios han percibido varios beneficios, incluso la reducción del humo, el ahorro en el consumo de leña, mayor cocción, y menor esfuerzo. Sin embargo, varios obstáculos han mermado la utilización de la estufa, tales como lo inadecuado del entrenamiento para la construcción y el mantenimiento, las rajaduras debidas a la mezcla incorrecta de los materiales, y la incapacidad de proveer calentamiento del espacio en las madrugadas y tardes frías del altiplano. Existe una necesidad de participación local en el diseño y adaptación de la estufa, especialmente de mujeres (los principales usuarios), y de un aumento de respaldo técnico para superar los problemas de diseño, construcción y mantenimiento.

Opciones tecnológicas para la utilización de la energía rural industrial

Una información general será suficiente por ahora con respecto a las mejoras en la eficiencia de la tecnología rural industrial, ya que en este campo se ha realizado poca investigación. Las industrias rurales, tales como los hornos para ladrillos y cal, las reposterías, y las pequeñas refinerías de azúcar, utilizan grandes cantidades de madera y bagazo para generar calor para cocinar y hornear. Se requieren encuestas e investigaciones para evaluar la potencialidad de opciones energéticas en este campo.

2.6.3.2 ,Transferencia de tecnología a las gentes pobres del área rural

Al tratar de identificar los mecanismos de entrega de energía rural, debería prestarse atención a la experiencia en transferencia de tecnologías energéticas y agrícolas a las áreas rurales. La razón fundamental para la transferencia de tecnología energética es evidente.

Debido a que las instituciones involucradas en investigación y en servicios de extensión tienen frecuentemente años de experiencia en el sector rural, conocen los métodos eficaces para la transferencia de información y tecnología a la gente pobre del campo. Además, mucha de la tecnología energética para la gente pobre del área rural está relacionada con la agricultura.

La similitud entre la extensión de la energía y la investigación y la extensión agrícolas indica que podría ser conveniente no sólo aprovechar la experiencia de los programas de desarrollo agrícola, sino también complementar los programas existentes.

Un lugar para extensión energética efectiva lo constituyen las estaciones experimentales regionales (agricultura y energía). Un grupo de autores han denominado a tal entidad en agricultura un "centro de producción", (*) y lo han descrito en términos que se refieren igualmente al concepto de las estaciones experimentales de energía.

Entre algunas importantes funciones de tales centros figuran:

- el funcionamiento de una instalación experimental que tenga como objetivo primordial el desarrollo y la prueba de tecnología en el área en donde esté ubicado tal centro.

- el entrenamiento de los agricultores y de aquellos empeñados en investigaciones basadas en las estaciones experimentales

- proveer una base de operaciones para otros organismos que se ocupan directamente de las tecnologías de base rural.

Estaciones experimentales de energía semejantes a las descritas existen en los países en desarrollo. El Centro de las Naciones Unidas para Recursos Naturales, Energía y Transporte, por conducto del Programa del Medio Ambiente de la ONU, patrocina tres "centros rurales de energía" en México, Sri Lanka y Senegal. En estos centros se llevan a cabo investigaciones aplicadas y demostraciones de tecnologías de bajo costo que utilizan recursos locales renovables.

A fin de llevar a la práctica las estrategias para centros rurales de energía, los gobiernos deben identificar a las instituciones que tengan penetración actual o posible en las áreas rurales pobres. Además de las entidades agrícolas, estas instituciones podrían comprender otras oficinas gubernamentales, universidades e instituciones particulares. Las instituciones académicas en América Central que se interesan por actividades de energía en áreas rurales son la Universidad Nacional y el Instituto Tecnológico en Costa Rica, la Universidad de San Carlos en Guatemala, y el Instituto Politécnico de la Universidad Nacional en Panamá. La Estación Experimental ICADA-Choquí en Guatemala constituye un ejemplo de un esfuerzo privado. Las universidades, en particular, tienen un papel que desempeñar en el desarrollo económico rural. Estos centros pueden impartir educación, en forma directa, a

(*) Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Servicio de Desarrollo Agrícola Internacional, Investigación Agrícola y Servicios de Asesoría a los Agricultores en Centroamérica y Panamá, Informe No. 2348-CA, enero 1979, página 72.

los agricultores, enseñar a los jóvenes del área rural materias sobre tecnologías energéticas aplicadas, y dar oportunidades a los estudiantes urbanos de trabajar en el sector rural.

Para ser eficaz, la transferencia de tecnología debe ir acompañada de la educación y la participación de los beneficiarios. Los problemas deben ser definidos mancomunadamente, y las soluciones deben hallarse en la misma forma. Sin embargo, muy a menudo se plantean problemas al tratar de obtener la participación de la población local. Se da el caso frecuentemente de que las barreras culturales de clase o étnicas (o ambas) perpetúen la indiferencia. En consecuencia, aún cuando la población local esté interesada, ciertos valores y costumbres pueden impedir la aceptación de ciertas tecnologías. Más aún, es necesario demostrar que las tecnologías son más eficaces, menos arriesgadas, y más ventajosas que las que se utilizan actualmente por costumbre.

Breves discusiones con personas que se ocupan del desarrollo rural en América Central revelaron un marcado interés en las tecnologías de energía rural y la creencia, en base a la experiencia de campo, de que los habitantes del área rural están comenzando a reconocer el problema energético y a buscar soluciones. En particular, pareció posible y deseable la incorporación de elementos energéticos en los proyectos de desarrollo de la comunidad que actualmente tienen éxito.

2.6.3.3 Mejoramiento del suministro de energía rural

Reforestación. La reforestación es indispensable para aumentar el abastecimiento de leña disponible para la gente pobre y las industrias del área rural. Especialmente en áreas con gran densidad demográfica y extensa desforestación, la población rural podría beneficiarse considerablemente de los programas de reforestación destinados a detener la erosión y proveer leña para el consumo local. Entre las áreas que necesitan reforestación urgentemente figuran el altiplano central de Guatemala, la mayor parte de El Salvador, el oeste y el centro de Honduras, la costa del Pacífico, las zonas centrales de Nicaragua y Costa Rica, y la zona central de Panamá.

Para apresurar la reforestación e impedir la desforestación, en forma simultánea, se requiere la mancomunación de los intereses privados y públicos. Esto entraña que las entidades que trabajan en la reforestación tienen que obtener la participación de la población rural. La educación y los servicios de extensión son elementos esenciales. El gobierno de El Salvador ha tenido amplia experiencia en este campo. Los problemas que ha afrontado y los programas que ha desarrollado podrían ser instructivos para las entidades de reforestación en otros países.

Además de los programas de reforestación que actualmente están en marcha, en las estrategias de reforestación deberían tomarse en consideración varios elementos.

- Las municipalidades podrían establecer lotes comunitarios de madera. Los institutos forestales nacionales podrían iniciar los proyectos por medio de la educación de las comunidades y luego la transferencia gradual de capacidades y responsabilidades. La Municipalidad de Turrialba, Costa Rica, ha

desarrollado técnicas para trabajar con grupos locales.

- El ICAITI podría ayudar en el desarrollo de nuevas tecnologías energéticas eficientes para las industrias rurales.

- Los silvicultores profesionales (guardabosques, agentes de extensión, etc.), podrían recibir entrenamiento, a nivel regional, posiblemente en el ESNACIFOR, en Siguatepeque, Honduras. (*)

Electrificación rural. La electrificación rural constituye una opción para aumentar el suministro de energía rural, la cual se considera en gran parte, como un programa social y casi nunca se considera como atrayente desde el punto de vista financiero. Los planificadores de servicios eléctricos públicos manifestaron, en discusiones con los investigadores de MITRE/E/DI, poco entusiasmo por la electrificación rural, aduciendo los altos costos de la infraestructura de transmisión y conexión y el escaso uso de la electricidad por parte de la gente pobre en las áreas rurales.

Este criterio puede ser válido desde el punto de vista de servicios públicos. La electrificación rural concita menos interés por el hecho de que las instituciones financieras internacionales exigen frecuentemente que las empresas de servicio público mantengan ciertas tasas mínimas de rentabilidad. Cabe poner en tela de juicio si tal criterio es apropiado para los países en desarrollo con ricos recursos hidraúlicos en una época de creciente escasez de leña y petróleo. Pueden existir beneficios que escapan al análisis financiero de la empresa de servicios públicos, a saber: disminución del consumo de combustibles escasos, merma de la erosión producida por la desforestación, utilización de recursos para inversiones más productivas, uso de mano de obra local para la instalación y el mantenimiento de los sistemas (por ejemplo, de plantas minihidroeléctricas).

(*) **Esta recomendación reitera esencialmente la que se hizo en un informe patrocinado conjuntamente por la AID/IBRD/IDB, a saber: Cooperación Regional para el Desarrollo de los Recursos Forestales, preparado por la Oficina Regional de América Latina/Caribe, Departamento de Proyectos Agrícolas, IBRD (1977), pág. 76.**

3.0 RECOMENDACIONES

Uno de los propósitos de este informe es ayudar a la AID en la orientación de sus programas de asistencia energética en América Central. El enfoque del análisis ha sido examinar el amplio panorama energético en cada país de América Central y desarrollar posibles estrategias para solucionar los principales problemas de energía. La puesta en práctica de cada una de estas estrategias requiere recursos que, a veces, no están disponibles en los países de América Central. Estas necesidades se definen en esta sección. Así, pues, las recomendaciones se hacen en el contexto tanto de estrategias como de necesidades.

3.1 Necesidades de desarrollo energético en América Central

La AID es miembro de una amplia comunidad internacional que realiza actividades de desarrollo energético en América Central. Entre este grupo figuran el Banco Interamericano de Desarrollo, las Naciones Unidas por medio de su Programa de Desarrollo (PNUD), la Organización Latinoamericana de Desarrollo Energético (OLADE), y la Organización de los Estados Americanos (OEA). Los papeles de cada organización son marcadamente diferentes. Por ejemplo, los grandes proyectos de servicio público de capital intensivo son financiados usualmente por los bancos internacionales de desarrollo en vez de la Organización de los Estados Americanos o la AID.

A fin de ayudar efectivamente a la AID a encauzar los problemas energéticos de América Central, es importante situar las recomendaciones dentro del contexto de las necesidades de energía que afrontan los países de América Central y los programas en marcha o que probablemente serían patrocinados por otras instituciones de desarrollo. En el cuadro 3-1 se presenta esta información para los países de América Central.

Las estrategias descritas en este informe se muestran en el cuadro 3-2. El último renglón en la primera columna es una estrategia general de planificación energética que abarca el planeamiento nacional de energía, análisis y actividades de formulación de políticas. En la segunda columna se describen los conceptos de requerimientos. En la tercera columna, dividida en tres categorías, se dan las posibles fuentes de apoyo para las necesidades identificadas. Los asteriscos indican las actividades en marcha; los espacios en blanco identifican áreas de desarrollo.

3.2 La potencialidad de cooperación regional en desarrollo energético de América Central

El énfasis del presente estudio es primordialmente regional. En vista que las condiciones económicas y energéticas son comunes a cada país del área, las soluciones a los problemas de energía serán similares. Existen importantes beneficios derivados de un enfoque integrado de los programas comunes de asistencia en el campo de la energía.

Además, deben tomarse en cuenta las realidades políticas de la región y las posibles dificultades de compartir la asistencia externa. La experiencia y las expectativas indican que es improbable que los países cooperen en proyectos de capital intensivo en gran escala. Sin embargo, la cooperación regional debe ser apoyada en la medida de lo viable. Tal cooperación

CUADRO 3–1

AMERICA CENTRAL

EVALUACION DE NECESIDADES DE RECURSOS ENERGETICOS

Recursos	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá	Regional
Hidroeléctricos, gran escala				*			
Geotérmicos		*	*	*	*	*	
Petróleo y gas	*	*	*	*	*	*	
Carbón							
Eólicos	*	*	*	*	*	*	
Solar	*	*	*	*	*	*	*
Biomasa	*	*	*	*	*	*	*
Potencialidad minihidroléctrica	*	*	*	*	*	*	*

(*) Evaluación de necesidades de recursos energéticos.

(o) Meta para el apoyo de la AID.

Fuente: MITRE/D/DI.

CUADRO 3–2

NECESIDADES PARA EL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA ENERGETICA EN AMERICA CENTRAL

Estrategia	Necesidades	Posibles fuentes de asistencia		
		AID	Otras organizaciones de fomento	Privadas
BUSQUEDA DE PETROLEO	Estructura jurídica apropiada		*	
	Personal capacitado	*		
	Exploración			*
SUBSTITUCION DE PETROLEO				
Electricidad				
Hidroeléctricas	Evaluación de recursos	*	*	
	Fondos para construcción y equipo		*	
	Asistencia técnica			*
Geotérmicas	Evaluación de recursos	*	*	
	Fondos para construcción y equipo	*	*	
	Asistencia técnica			*
Minihidroeléctricas	Evaluación de recursos	*	*	
	Fondos para construcción y equipo	*	*	
	Asistencia técnica	*	*	
Electrificación				
Transporte	Evalución de posibles beneficios	*	*	
Industria	Desarrollo de incentivos	*	*	
Etanol	Evaluación de recursos	*	*	
	Estudios de factibilidad	*	*	
	Plantas de demostración	*	*	*

CUADRO 3–2

NECESIDADES PARA EL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA ENERGETICA EN AMERICA CENTRAL (Continuación)

Estrategia	Necesidades	Posibles fuentes de asistencia: AID	Otras organizaciones de fomento	Privadas
SUBSTITUCION DE PETROLEO (continuación)				
Metanol	Evaluación de recursos	*	*	
	Estudios de factibilidad	*	*	
	Plantas de demostración	*	*	*
CONSERVACION	Programa global de conservación Personal capacitado Análisis de estrategias de conservación Conservación Programas de incentivos	*	*	
DESARROLLO DE ENERGIA RURAL	Programas de diseminación de tecnologia Programas establecidos de tecnología aislada	*	*	
ESTRATEGIA GLOBAL DE ENERGIA	Personal capacitado de análisis	*	*	
Análisis de políticas	Datos adecuados	*	*	
	Sistema de recolección de datos adecuados	*	*	
Investigación	Institución de investigación personal	*	*	

Fuente: MITRE/E/DI. Basado en comunicación personal con miembros de la comunidad internacional de desarrollo.

puede consistir, en forma realista, en compartir la información energética y las experiencias en desarrollo energético. Algunos programas recientes, tales como el proyecto de leña de ROCAP y los esfuerzos del PNUD en el campo de la energía, han demostrado que los países se benefician más si actúan mancomunadamente que si lo hacen separadamente.

3. Recomendaciones a la AID para los programas energéticos en América Central

Las siguientes recomendaciones son pertinentes para toda la región de América Central. Las recomendaciones específicas para cada país se presentan en el Tomo II, como refinamientos y adiciones de las recomendaciones regionales.

1. La AID debería apoyar los análisis energéticos y el desarrollo institucional para formulación de políticas energéticas en América Central

La planificación general de energía y las capacidades de análisis en América Central competen, en general, a las compañías nacionales de electricidad. Los análisis de estas entidades están orientados generalmente a satisfacer las necesidades de energía eléctrica. Así por ejemplo, las evaluaciones de recursos no convencionales se efectúan en términos de las fuentes de combustibles para la generación de electricidad. Existen pocas instituciones con suficiente capacidad para apoyar las evaluaciones y el desarrollo de combustibles líquidos basados en biomasa y de programas nacionales de conservación.

Por consiguiente, se recomienda que la AID fomente el desarrollo de las instituciones de formulación de políticas energéticas. En realidad, la responsabilidad de decidir la estructura apropiada para las instituciones de planificación energética incumbe a cada gobierno. Empero, la AID puede apoyar los cometidos de los gobiernos mediante programas flexibles para promover el entrenamiento de personal y actividades de asesoría técnica. Un personal activo compuesto por economistas en energía, analistas de políticas energéticas y expertos en tecnología energética, es esencial para el desempeño eficaz de una organización de formulación de política energética.

2. La AID debería apoyar el desarrollo de programas de conservación energética en América Central

Las estrategias de conservación deparan una importante potencialidad para contribuir a la solución del problema de combustibles líquidos en América Central. A pesar de este hecho, no se ha prestado esencialmente asistencia a la región para programas de conservación energética. El valor de la conservación energética está subestimado, en general, en la región. Al iniciarse los verdaderos esfuerzos de conservación, puede ser apropiada una amplia variedad de programas (incluso investigación en el equipo conservador de energía, los mecanismos financieros para conversión). Sin embargo, dada la falta de información fundamental en esta área, es necesario tomar medidas más básicas. Se proponen dos programas prioritarios:

a. Análisis de consumo de energía y de conservación

Antes de poder elaborar medidas de conservación, debe obtenerse una mayor

información sobre la utilización de la energía. Los proyectos actuales del PNUD para el desarrollo de balances de energía, a nivel nacional, proveerán algunos datos útiles; sin embargo, los balances de energía no contienen los detalles apropiados para análisis de conservación. El principal factor de los análisis orientados a la conservación sería evaluar tanto la eficiencia de los combustibles usados actualmente como la efectividad de costo de otros usos energéticos más eficientes. En el sector industrial, esto entrañaría estudios de procesos y plantas. En el sector de transporte, esto abarcaría la evaluación de la eficiencia energética de los patrones alternativos de transporte presentes y futuros.

La AID debería considerar la asistencia técnica y financiera para evaluar la potencialidad de conservación e investigar los posibles esfuerzos de conservación energética, incluso las políticas de impuestos y precios.

b. Apoyo institucional y capacitación

Una estrecha vinculación con el primer programa es la asistencia concertada para el desarrollo de las capacidades locales para evaluar y promover la conservación. La intención sería, en lo que a la inversión se refiere, colocar la eficiencia energética aumentada a la par del aumento de la producción o la producción de combustibles. Estos campos abarcarían la capacitación de personal en análisis de conservación energética, prestar asesoría técnica a los grupos y entidades de conservación energéticos y proporcionar información sobre tecnologías para lograr una mayor eficiencia energética. El entrenamiento del personal de conservación está vinculado íntimamente a las recomendaciones hechas para la capacitación de personal y el desarrollo en las entidades de política energética en América Central.

3. La AID debería apoyar el desarrollo de combustibles líquidos basados en biomasa en América Central.

La evaluación preliminar de la potencialidad de recursos de biomasa para la producción de combustibles líquidos indica que la biomasa podría substituir una importante cantidad de las importaciones de petróleo. La AID puede jugar un papel efectivo en la evaluación y el desarrollo de este recurso energético. Se recomiendan cuatro programas.

a. Evaluación de la conversión de caña de azúcar a etanol carburante

Aunque en América Central se ha realizado algún trabajo para la producción de etanol carburante a partir de la caña de azúcar, todavía existen dudas con respecto a la viabilidad económica de establecer en el área plantas de etanol en gran escala. La AID debería apoyar una evaluación de la conversión de caña de azúcar a etanol. Este estudio debería basarse en una apreciación de la situación de América Central de los mercados de azúcar, la balanza de pagos, la estación del cultivo, el transporte y la competencia de otros usos de la tierra. La metodología debe formularse de modo que sea fácilmente duplicada entre país y país, y deberían divulgarse ampliamente los resultados del estudio.

b. Proyecto de demostración para convertir caña de azúcar en etanol

La planta en Costa Rica que produce etanol de la caña de azúcar emplea tecnología

brasileña; empero, aunque el Brasil ha tenido muchos años de experiencia, la solidez financiera de este proyecto ha suscitado considerable controversia en América Central. Una operación bien planeada y energéticamente eficiente con sólida base económica sería sumamente útil para el desarrollo regional de esta fuente de combustibles. El aspecto primordial de este proyecto debería ser la accesibilidad, de modo que la información relevante sea eficazmente divulgada en toda la región.

c. Evaluación de la conversión de madera a metanol

La potencialidad de utilizar la madera para producir metanol es considerable en América Central. Además, se está desarrollando rápidamente la tecnología que permite la producción de combustibles líquidos como la gasolina y el diesel, empleando el metanol como una materia prima intermedia. El primer paso consiste en evaluar cuidadosamente la potencialidad de la madera para la producción de metanol. Una vez más, la AID debería apoyar un estudio sobre metanol semejante al que se recomienda para el etanol. En este estudio se debería examinar el mercado de los productos madereros en América Central y sus efectos en la balanza de pagos. El estudio debería evaluar la economía del proceso de producción y el impacto nacional por el uso del metanol como combustible y como un medio de producir gasolina sintética y diesel. En esta investigación se deberían examinar también los efectos ambientales por la utilización en gran escala de los bosques existentes y las necesidades de transporte.

Los resultados deberían ser distribuidos ampliamente en toda la región. Serían también útiles para la divulgación de información sobre el metanol carburante la celebración de conferencias regionales.

d. Proyecto de demostración de la producción de metanol a partir de la madera

En base a la viabilidad de los sistemas de producción de metanol a partir de la madera, la AID debería considerar el financiamiento de una o más instalaciones de demostración en América Central.

4. La AID debería apoyar programas rurales de energía en América Central

La AID debería prestar mayor atención a los problemas energéticos en América Central por medio de varios mecanismos tales como:

a. Establecimiento de centros energéticos de extensión y demostración

Los centros de extensión y demostración de energía impulsan la diseminación de tecnologías energéticas de bajo costo (solar, eólica, minihidroeléctricas, biogás, etc.), entre los individuos y las comunidades. Los centros de energía deberían establecerse a través de entidades públicas o privadas, tales como los organismos de desarrollo de la comunidad, las universidades, las agencias de extensión agrícola, las cooperativas y las agencias cooperativas nacionales. El Cuerpo de Paz podría trabajar con una o varias de estas instituciones, posiblemente con financiamiento de la AID. Desde estos centros, los agentes de extensión

entrenados y los trabajadores en desarrollo de la comunidad podrían impartir instrucción a individuos o grupos en materia de tecnologías apropiadas.

Esta estrategia requiere el fortalecimiento de las organizaciones mencionadas que trabajan en el sector rural, mediante la adición y el mejoramiento del personal, la mejora de la organización, la clara definición de las responsabilidades y los insumos de capital. Estos organismos, como por ejemplo las entidades de investigación agrícola, afrontan dificultades para cumplir su cometido primordial, y, por lo tanto, no están en capacidad de extenderse al campo de la energía. Por consiguiente, no recomendamos que la responsabilidad de los servicios de extensión energéticos queden solamente en una organización.

b. Fortalecimiento de los institutos forestales nacionales y los programas nacionales de reforestación

La AID debería apoyar las medidas para mejorar la capacitación de los silvicultores, especialmente el personal de campo. El apoyo de la capacitación del personal podría ser en forma de cursillos en centros regionales, tales como el ESNACIFOR en Honduras.

c. Apoyo a proyectos energéticos de la comunidad

La AID debería continuar apoyando los proyectos energéticos locales que deparen potencialidad para mejorar el uso de la energía en comunidades rurales, las condiciones de vida, etc. Se recomienda el aporte de fondos por la AID para el desarrollo de actividades especiales de desarrollo en este campo.

d. Entrenamiento y enseñanza en tecnología relacionada con la energía rural

Un medio eficaz de incorporar nuevas ideas en las áreas rurales es mediante la participación directa de la gente local. Esta clase de aceptación requiere el respaldo de dirigentes respetados en la comunidad. La AID debería respaldar los programas de educación energética en el área rural que tratan de transferir tecnología energética en esa forma. Podrían utilizarse varios medios:

- capacitación de los agentes de extensión agrícola en materia del uso de instalaciones energéticas en el área rural

- el desarrollo de materiales de tecnologías energéticas aplicadas que podrían ser incorporadas en los programas de bachillerato, tales como el Programa de Ciclo Básico de Panamá.

5. La AID debería apoyar las evaluaciones de recursos energéticos renovables en América Central

En América Central se cuenta con poca información sobre la potencialidad eólica, solar, de biomasa y de minihidroeléctricas. Los datos de energía solar no parecen consistentes en todos los países y, a veces, entre estaciones. Los datos sobre energía eólica y biomasa

están raramente disponibles en forma adecuada para propósitos energéticos. Por tanto, un sistema uniforme de medición sería útil para todos los países.

La AID debería apoyar el desarrollo de metodologías uniformes para las evaluaciones de recursos energéticos renovables. Si se prevé apoyo gubernamental a largo plazo para programas de evaluación y medición de recursos energéticos renovables, la AID debería entonces, prestar apoyo técnico y financiero a estos programas.

6. La AID debería apoyar la investigación energética innovadora en América Central

La AID debería estar al tanto de las nuevas ideas energéticas interesantes en los países y fomentar el desarrollo de estas ideas. En base a nuestra experiencia en proyectos de investigación en América Central, el financiamiento de ciertas actividades despiertan el interés público en problemas de energía y sus soluciones, alientan la innovación y, en algunos casos, dan resultados interesantes en materia de energía. Se recomienda, por tanto, el financiamiento de proyectos de investigación energética apropiados.

3.4 Recomendaciones para la AID sobre mecanismos para el desarrollo de programas regionales de energía

Aunque los programas energéticos que acabamos de describir están dirigidos a toda la América Central, cada programa debe estar destinado al desarrollo energético dentro de cada país. Por ejemplo, se podría construir una planta de etanol en Panamá, o desarrollar un proyecto de investigación energética en Honduras. La cooperación regional sobrevendría gracias a la comunicación de los resultados de los desarrollos energéticos y de las experiencias. En esta sección se recomienda cómo la AID podría garantizar efectivamente que se realice esta comunicación o divulgación.

1. La AID debería requerir que los principales proyectos energéticos de la AID incluyan programas de diseminación regional de los resultados

Los beneficiarios de financiamiento de la AID para investigación y desarrollo deben establecer los mecanismos apropiados para la divulgación de la información resultante. Entre estos mecanismos debe figurar la presentación de los resultados en conferencias regionales, proyectos de viajes de demostración y la capacitación de técnicos. Este requisito no solamente aumentaría la diseminación de información, sino que también mejoraría la calidad de los proyectos debido a la revisión de colegas expertos.

2. La AID debería apoyar conferencias regionales de energía sobre necesidades específicas de desarrollo energético

La AID debería apoyar las reuniones de especialistas en desarrollo energético de los países de América Central, a fin de informar sobre los desarrollos de energía en sus respectivos países y compartirlos. Las conferencias sobre desarrollo energético deberían abarcar lo siguiente:

- recolección y análisis de datos sobre energía

- utilización de la leña
- desarrollo de programas de conservación
- desarrollo de etanol/metanol
- desarrollo de energía rural
- actividades de substitución de petróleo

3. La AID debería apoyar los programas regionales de capacitación en materia energética

La experiencia obtenida en áreas específicas relacionadas con la energía en uno o más países puede ser de gran valor para los otros países de la región. El grupo MITRE/E/DI recomienda que la AID reafirme la importancia de los programas de capacitación por medio de asistencia financiera. Los programas podrían abarcar:

- la administración de hidrocarburos
- la administración de bosques
- la conservación de energía
- la producción de energía a partir de la biomasa.

Los expertos de América Central deberían organizar y llevar a la práctica tales programas. Cuando sea apropiado se podría solicitar la participación de otros especialistas.

4. La AID debería investigar la posibilidad de establecer un sistema de diseminación de información energética en América Central

Con el objeto de ayudar a América Central en la transferencia de información energética, la AID debería estudiar los mecanismos y los beneficios posibles de una red regional de información energética. El mecanismo podría ser una publicación periódica con artículos de cada país sobre los actuales desarrollos en el campo de la energía y la ampliación del sistema NTIS, con el empleo de procedimientos especiales para definir las publicaciones de América Central sobre energía.

5. La AID debería seguir prestando apoyo a instituciones regionales de energía tales como SIECA/COMENER, ICAITI y CATIE

Las instituciones regionales de América Central constituyen un punto focal para el desarrollo de programas energéticos y los relacionados con la energía. El ICAITI y CATIE poseen capacidades de investigación que pueden ser utilizadas efectivamente para la investigación de problemas locales de energía. Las técnicas importadas suelen requerir modificaciones, y dichas instituciones pueden ocuparse eficazmente de estas dificultades. Cuentan con personal, instalaciones y conocimientos técnicos que no pueden duplicarse fácilmente en base de país a país. El proporcionar a estas instituciones asistencia financiera aumentará su capacidad para prestar asistencia en los programas de desarrollo energético de América Central.

ANEXO A

TABLAS DE CONVERSION

ANEXO A – TABLAS DE CONVERSION

Equivalencias de energía a unidades de energía

Según definición:

1 tonelada métrica de equivalente de petróleo (toe) = 10^7 Kcal (1)

mil toneladas métricas de equivalente de petróleo (mtoe) = 41.84 Terajulios (TJ)

1 mtoe = 11.62 gigawatthoras (GWh)

En base a las definiciones anteriores

Petróleo crudo:	1 barril	=	0.146 toe
Gasolina:	1 barril	=	0.132 toe
Keroseno:	1 barril	=	0.143 toe
Diesel:	1 barril	=	0.147 toe
Residual:	1 barril	=	0.158 toe
LPG:	1 barril	=	0.101 toe

(1) También se encuentran en la literatura las siguientes equivalencias:

1 toe = 10.5×10^6 kcal

y

1 toe = 10.7×10^6 kcal

Unidades físicas a unidades de energía

			Millones de Julios
Petróleo crudo:	1 barril	=	6120
Productos de petróleo—			
Gas LP (propano/butano):	1 barril	=	4230
Gasolina	1 barril	=	5540
Keroseno y combustible para aviones de propulsión a chorro:	1 barril	=	5980
Destilados (diesel, gas, aceite, aceite combustible, aceite No. 2)	1 barril	=	6145
Residuos (petróleo pesado, bunker, aceite No. 5-6, aceite combustible	1 barril	=	6630
Otros	1 barril	=	6120

Unidades de energía a unidades de energía

1 KWh	=	3.6 millones de Julios
1 GWh	=	3.6 Terajulios (TJ)
1 BTU	=	1 055 Julios
1 Kcal	=	4.184 Julios

Misceláneas

Volumen:

1 m^3	=	6.296 barriles
1 m^3	=	35.31 pies cúbicos
1 barril	=	42 galones
1 barril	=	159 litros
1 galón	=	3.785 litros
1 pié cúbico	=	28.32 litros

Otros:

1 barril por día	=	365 barriles por año
KILO	=	10^3 (K)
MEGA	=	10^6 (M)
GIGA	=	10^9 (G)
TERA	=	10^{12} (T)
PETA	=	10^{15} (P)
EXA	=	10^8 (E)

ANEXO B

CONTRIBUYENTES CENTROAMERICANOS A ESTE ESTUDIO

APENDICE B – CONTRIBUYENTES CENTROAMERICANOS A ESTE ESTUDIO

COSTA RICA

Dr. Jorge Zuñiga
RECOPE

Teófilo de la Torre A.
Instituto Costarricense de Electricidad

Roberto Gomelsky
Naciones Unidas

Peter Smith
Ministerio de Obras Públicas y Transporte

Roberto Enrique Vargas
OFIPLAN

Richard Morris
Ministerio de Obras públicas y Transportes

Luis Felipe Sandoval M.
Geología, Minas, y Petróleo

Alejandro Cruz M.
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Donald B. Peterson
Instituto Tecnológico de Costa Rica

S. S. Nadwani
Universidad Nacional

Elio Ricci
Universidad Nacional

Marco T. Gutierrez
CODESA

Eduardo Doryan
University of Costa Rica

Alvaro Umaña
University of Costa Rica

Roberto Trijos
University of Costa Rica

Glen Dewey
University of Costa Rica

Alvaro Salas
Ferrocarriles Costarricenses

EL SALVADOR

Ricardo A. Navarro
Universidad Centroamericana

Noel Espinosa
Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa

Alberto Chiquillo
Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa

GUATEMALA

Juan Recari A.
Empresa Eléctrica de Guatemala

Rafael Pérez Riera
SIECA

Julio E. Obiols
SIECA

Robert O Evans
PETROMAYA

Jorge Luis Monzón
Secretario de Minería, Hidrocarburos y Energía Nuclear

Luis Francisco Saénz
Instituto Nacional de Electrificación

Raúl Sánchez Pellecer
Instituto Nacional de Electrificación

Carlos E. Quintana
Instituto Nacional de Electrificación

Carlos Mansilla M.
Instituto Nacional de Electrificación

Carlos P. Lemmerhofer
Instituto Geográfico Nacional

Emilio Beltranena
Universidad de San Carlos

Beatriz Charnaud
Universidad de San Carlos

Manuel Ruano
Universidad de San Carlos

Carlos Alberto Avalos C.
United Nations

Francisco Aguirre
ICAITI

Ludwig Ingram
ICAITI

Justin H. Whipple
ICAITI

Hugo Rolando Bethancourt
Instituto Nacional de Electrificación

Larry Andrade
Consejo Nacional de Planificación Económica

José Luis Terron C.
Consejo Nacional de Planificación Económica

Claudio Urrutia
Instituto Nacional de Sismología, Volcanología,
Meteorología, e Hidrología

Mario Dary
Jardín Botánico

Rafael R. Gonzalez Castillo
Banco de Guatemala

Alma M. de Siliezar
Dirección General de Minería e Hidrocarburos

Michael Brands
Cuerpo de Paz

HONDURAS

Hector Ferro
United Nations

J. Ochoa
Consejo Superior de Planificación Económica

Hugo Elvir Castillo
Ministerio de Recursos Naturales

Miguel A. Matute
Altos Hornos de Centroamerica, S.

H. L. Paredes
Banco Centroamericano de Integración Económica

Marta de Zambra
Ministerio de Recursos Naturales

Omar del Cid
Ministerio de Economía

José Orlando Moreno
Ministerio de Recursos Naturales

Dagoberto Gomez Suazo
Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal

Renien Elvir
Compañía Nacional de Inversiones

Semilla Alamedo
Ministerio de Recursos Naturales

J. Zuñiga
Universidad Nacional

Nicholas Metes
Cuerpo de Paz

Felipe Antonio Peraza
Azucarera Cantarranas, S.A.

Adan Ramón Zelaya
Aceros Industriales

Rafael Kafie
Cementos de Honduras

Ramón Flores
Ferrocarriles Nacionales

NICARAGUA

Horacio Jarquín
Banco Central

Saul Lewites
AGROINRA

Ernesto J. Martínez Tiffer
INEPERF

Rodolfo Narvaez
Esso Standard Oil, S.A., Ltd.

Jorge Jenkins
Instituto de Recursos Naturales

Patricia Fulguería
Ministerio de Planificación Nacional

Alejandro Guerrero
Instituto Nicaragüense de Energía

Carlos Velásquez
Instituto Nicaragüense de Energía

Noel Somarriba
Instituto Nacional de Reforma Agraria

Leonel Corea
Departamento de Transporte y Obras Públicas

Francisco Vega Jackson
Ministerio de Industria

Francisco Javier Bermejo
Coordinadora Ejecutiva de Cerro Prieto

Bernardo Domínguez
Coordinadora Ejecutiva de Cerro Prieto

Lombardo de Trinidad
Instituto Nicaraguense de Energía

PANAMA

Isaac Castillo
Instituto de Recursos Hidraúlicos y Electrificación

José Felix Coronado
Instituto de Recursos Hidraúlicos y Electrificación

Claudio Candanedo
Instituto de Recursos Hidraúlicos y Electrificación

Cristobal Silva
Instituto de Recursos Hidraúlicos y Electrificación

Víctor Ossa
Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación

Víctor C. Urrutia
Ministerio de Comercio e Industrias

Daniel Esquivel K.
Ministerio de Comercio e Industrias

Cervantes Escalona
Ministerio de Comercio e Industrias

Ariel Barnett
Corporación Azucarera La Victoria

J.E. Falconett
Corporación Azucarera La Victoria

Rolando Tovar
Ministerio de Planificación

Víctor J. Fabrega, Jr.
Refinería Panamá, S.A.

Henry Harman
United Nations

Irving R. Díaz H.
RENARE

Rafael Beitia
RENARE

Rafael Castrellon
MIDA

Demetrio Miranda M.
Amigos de la Naturaleza

John Fillis
Colegio San Benito

Hector Castillo Silva
Universidad Nacional de Panamá

Victor Levi
Universidad Nacional de Panamá

Samuel Birn
Grupo de Tecnología Apropiada

Franklin H. Morris
Panamá Canal Commission

David Berg
Panamá Canal Commission

BIBLIOGRAFIA

Agency for International Development, IBRD, and the Inter-American Development Bank. **Cooperación Regional para el Desarrollo de los Recursos Forestales,** 1977.

Choe, B.J. and A. Lambertini. **Energy Prospects in Non-OPEC Developing Countries: 1976-1985.** Washington, D.C.: The World Bank, 1978.

Domínguez, Alfredo Mendez. **Fuelwood Use and Attitudes in Guatemala, Salvador, Honduras, and Costa Rica.**. Guatemala, Guatemala: Regional Offices for Central American Programs (ROCAP), August 1979.

German Agency for Technical Cooperation, Ltd. **Master Plan for Electricity Supply,** Vol. 1. Guatemala, Guatemala: INDE, 1976.

Greeley, Richard S. **Analysis of National Energy Plans,** MTR-79WOO346. McLean, Virginia: The MITRE Corporation, November 1979.

Hoffman, Lutz. "Energy Demand in Developing Countries: Approaches to Estimation and Projection", **Workshop on Energy Data of Developing Countreis.** Paris: OECD, 1979.

Lassen, Cheryl. "Reaching the Assetless Rural Poor," **Development Digest,** 17 (1979).

Lord, Norman and Beth Borko. **Survey of El ectric Technologies, Technical and Economic Factors Influencing the Selection of Steam or Electric Enery in U.S.,** MTR- 7209. McLean, Virginia: The MITRE Corporation, 1977.

Medville, Douglas, J. Rosenberg, D. Salo, and Mary Schauffler. **Comparative Economic Assessment of Ethanol from Biomass,** MTR-7936. McLean, Virginia: The MITRE Corporation, 1978.

Obiols, Julio E. **The Situation in the Energy Sector in the Member Countries of the Central American Common Market.** SIECA/INFRA/ 79-14. 1979.

Palmedo, Philip, Pamela Baldwin, et. al. **The Contribution of Renewable Resources and Energy Conservation as Alternatives to Imported Oil in Developing Countries.** New York: Energy/Development International, 1980.

Regional Offices for Central American Programs (ROCAP). **Fuelwood and Alternative Energy Sources,** 596-0089. Washington, D.C.: USAID, 1979.

U.S. Department of Energy. **Industrial Energy Efficiency Improvements Program.** Washington, D.C.: U.S. Gobernment Printing Office, 1978-1979.

———. **Joint Egypt/United States Report on Egypt/United States Cooperative Energy Assessment.** Washington, D.C.: U.S. Gobernment Printing Office, 1979.

World Bank, Inter-American Development Bank, U.S. Agency for International Development, International Agricultural Development Service. **Agricultural Research and Farmer Advisory Services in Central America and Panama,** Report No. 2348-CA. Washington, D.C.: World Bank, 1979.