

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/MEX/R.71  
17 de julio de 1987

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

EL SALVADOR: PROPUESTAS PARA EL DESARROLLO DE LAS FUENTES DE ENERGIA  
NUEVAS Y RENOVABLES Y DEL USO RACIONAL DE LA ENERGIA

## INDICE

	<u>Página</u>
Presentación	1
I. Organización institucional del subsector leña	2
1. Consideraciones generales	2
2. Objetivos	3
3. Actividades	3
II. Ordenamiento de la distribución y comercialización de la leña y regulación de su precio	5
1. Consideraciones generales	5
2. Objetivos	5
3. Actividades	6
III. Fomento del ahorro y de la substitución de la leña en áreas urbanas	7
1. Consideraciones generales	7
2. Objetivos	8
3. Actividades	8
IV. Satisfacción de las necesidades básicas en medio rural por sistemas fotovoltaicos	9
1. Consideraciones generales	9
2. Objetivos	10
3. Actividades	11
V. Ahorro energético en la industria cementera	12
1. Consideraciones generales	12
2. Objetivos	12
3. Costos y duración	13
Cuadros	15
Diagramas	23

## PRESENTACION

Este trabajo forma parte de la asesoría que, con el apoyo del Gobierno de Francia, brinda la Subsección de la CEPAL en México a los países del Istmo Centroamericano en materia de fuentes de energía nuevas y renovables. Se basa esencialmente en los resultados del documento: El Salvador: Diagnóstico de las Fuentes de Energía Nuevas y Renovables y del Uso Racional de la Energía, (IC/MEX/R.65), del 10 de junio de 1987.

El trabajo consta de cinco capítulos. En el primero, se propone organizar el subsector leña a nivel institucional de manera que se instrumente una política integral en el subsector. En el segundo, se refiere al ordenamiento de la distribución y la comercialización de la leña y la regulación de su precio. En el tercer capítulo, se sugiere la creación de fondos rotativos para sustituir paulatinamente en las zonas urbanas las cocinas de leña de fuego abierto por estufas mejoradas de leña y cocinas de gas licuado. En el cuarto capítulo se propone satisfacer algunas necesidades básicas del medio rural salvadoreño por sistemas solares fotovoltaicos. Finalmente, en el quinto capítulo se presenta un proyecto de auditoría energética detallada de una cementera para reducir su consumo energético.

## I. ORGANIZACION INSTITUCIONAL DEL SUBSECTOR LEÑA

### 1. Consideraciones generales

La leña constituye indudablemente el mayor problema energético de El Salvador. Este recurso representa casi dos tercios del consumo neto total de energía en el país y se estima en 100 millones de colones el volumen de ventas anuales de ese producto. Mientras más del 70% de los hogares emplean todavía este recurso para la cocción de alimentos, existe una escasez de oferta en la mayor parte del país, exceptuando las zonas cafetaleras. Sin embargo, cabe destacar que no existe en El Salvador una institución que cubra de manera integral la problemática de la leña, a nivel de estudios, preparación y ejecución de proyectos y formulación de políticas en el sector.

Desde 1981, la Comisión Ejecutiva del Río Lempa es el organismo rector en materia de biomasa forestal. Cuenta con una Superintendencia de Fuentes no Convencionales de Energía que, junto con la Gerencia de Planificación Energética de la misma empresa, constituyen la contraparte nacional de los estudios de evaluación de oferta y demanda de leña que se realizan con el apoyo de organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Organización de los Estados Americanos (OEA).

El Servicio Forestal y de Fauna del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) es la entidad responsable de aplicar la Ley Forestal vigente desde 1975. En el marco de esa ley, la comercialización de la madera y sus subproductos (como la leña) está sujeta a ciertos controles (concesión de licencias y guías de transporte) para todas las especies madereras, pero no para la poda del café o para las especies que se emplean como sombra de ese cultivo. Sin embargo, los resultados de las encuestas realizadas en el Municipio de Ahuachapán muestran que el mecanismo de licencias no basta para captar la realidad de las corrientes comerciales de leña, ya que solamente se registra el 11% de la leña consumida sujeta a la legislación forestal.

Por otra parte, desde 1979 el Servicio Forestal y de Fauna ejecuta, como contraparte nacional, programas de reforestación con fondos y asistencia técnica a la Agencia Internacional para el Desarrollo del Gobierno de los Estados Unidos (AID). Se reforestaron así 1 000 ha por año entre 1980 y 1985, 500 ha en 1986 y se prevé reforestar 400 ha en 1987 gracias a subsidios de 5 000 colones por hectárea en ese año y de 1 000 colones en cada uno de los dos años siguientes por concepto de mantenimiento. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ejecutó, desde 1982, el proyecto MADELEÑA (cultivo de árboles de usos múltiples) CATIE-ROCAP que estudia y experimenta especies aptas para producir en forma combinada madera y leña.

Los contactos entre las distintas instituciones nacionales e internacionales directa o indirectamente encargadas de la problemática de la leña en El Salvador, son de índole informal, puesto que no existe una

coordinación nacional de carácter oficial que analice esta problemática desde un punto de vista multidisciplinario (agrícola, forestal, comercial, sociológico, etc.) y fomente y lleve a cabo proyectos para corregir las tendencias observadas.

Tal deficiencia institucional explica parcialmente el hecho de que los resultados, en cuanto al alivio de la presión sobre el bosque, hayan sido poco alentadores en los últimos años: las plantaciones anuales representan el 20% de la deforestación observada, los consumidores tienen que recurrir a fuentes poco aptas para producir leña o sustituirla por otro combustible vegetal y no se ha intentado difundir el uso de las cocinas mejoradas.

Es indudable que la limitación institucional constituye uno de los más graves obstáculos para el desarrollo efectivo de una política integral de la leña. Los objetivos, estructura y tamaño de un organismo responsable de poner en práctica una política integral de la leña deberían ser proporcionales a la importancia del problema, para poder así armonizar las actividades de siembra, explotación y uso final del recurso.

## 2. Objetivos

Los objetivos de desarrollo del sector forestal del gobierno 1/ consisten en "lograr que el recurso leña sea utilizado racional y eficientemente; forestar y reforestar el país con fines protectivos y productivos".

Los objetivos de este proyecto son:

a) Crear una estructura interministerial ad-hoc que analice, evalúe y planifique el conjunto de las actividades necesarias para la ejecución de un programa integral de la leña, incluyendo sus aspectos legales, financieros, silvícolas, agrícolas, de mercadeo y de consumo final.

b) Promover la revisión y la actualización de las políticas forestales y de mercadeo vigentes;

c) Contribuir a establecer un sistema apropiado de información y planificación, para facilitar y mejorar el proceso de toma de decisiones del sector;

d) Capacitar al personal para llevar a cabo una política integral de la leña.

## 3. Actividades

Entre las actividades del proyecto se encuentran las de:

---

1/ Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social, Plan Sectorial 1985-1989.

- a) Formular nuevas políticas y leyes, funciones institucionales y objetivos;
- b) Preparar estudios regionales y nacionales sobre los aspectos institucionales de la problemática de la leña;
- c) Establecer un sistema apropiado de recolección y análisis de información y estadísticas a fin de mejorar la planificación de la leña,  
y
- d) Reforzar los mecanismos de organización, comunicación y capacitación de los distintos agentes involucrados.

## II. ORDENAMIENTO DE LA DISTRIBUCION Y COMERCIALIZACION DE LA LEÑA Y REGULACION DE SU PRECIO

### 1. Consideraciones generales

El volumen de ventas de leña al consumidor final se estima excedió los 100 millones de colones en 1986. De este valor, el 90% correspondió al consumo residencial, esencialmente para satisfacer las necesidades relativas a la cocción de alimentos (véase el cuadro 1). Resulta interesante comparar esta cifra con las ventas de la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) en 1985, las cuales llegaron a 204 millones de colones.

A principios de 1987, la leña se vendía entre 40 y 120 colones la tonelada (véase el cuadro 2), en función de la importancia de las ventas (desde rajitas de 1 kg hasta camionadas de dos toneladas) y de la región del país en que éstas se realizaban. Cabe mencionar que, en promedio, el precio de la leña se ha triplicado entre 1979 y 1987, mientras que el índice de precios al consumidor se cuadruplicó durante el mismo período.

Sólo se dispone de información referente al mercado de la leña en el municipio de Ahuachapán.<sup>2/</sup> Los datos que se presentan a continuación provienen de una región favorecida en cierta medida por importantes cafetales por lo que no reflejan necesariamente la situación del país.

Los transportistas de esta región coinciden en señalar la creciente dificultad en conseguir leña, lo que atribuyen a un manejo inadecuado de los cafetales y a la excesiva tala de montes en el pasado. Esto último se supone se debe a la presión ejercida por la demanda de las ciudades principales del municipio (Ahuachapán, Santa Ana y Sonsonate). Se considera que un 60% de la leña comprada por hogares y tortillerías proviene de "detallistas", quienes a su vez se surten de productores, camioneros o vendedores esporádicos. Un 20% se distribuye por medio de pick-ups y camiones que reparten a domicilio, y el 20% restante corresponde al mercado paralelo.

Estos datos, si bien apenas se empiezan a analizar, indican la presencia de un vigoroso mercado organizado.

A nivel del usuario doméstico, cabe destacar que los estratos menos favorecidos de la población son los que consumen leña y que, en los centros urbanos, el gasto en los hogares por este concepto representa una proporción substancial del costo de la alimentación.

### 2. Objetivos

Los objetivos del proyecto son:

---

<sup>2/</sup> OEA-CEL, Estado actual de la producción, consumo y comercialización de leña en el municipio de Ahuachapán, 1985.

i) Considerar a la leña como un componente importante, a menudo el principal, de la canasta básica salvadoreña, a la cual se le debe aplicar una política parecida a la de la reforma agraria, recomendada por el Plan Sectorial 1985-1989: "Se establecerán precios de sustentación nacionales que permitan cubrir costos y márgenes de ganancia adecuados, comercializar los productos en base a los precios de garantía y organizar a los pequeños productores en asociaciones cooperativas de comercialización.";

ii) Regular el precio de la leña, tomando en cuenta costos realistas de producción y de transporte para asegurar precios estables tanto al productor como al consumidor, y

iii) Normalizar las medidas tradicionales (raja, pante, etc.), sustituyéndolas de preferencia por medidas de peso (kg, tonelada, etc.).

### 3. Actividades

Las actividades del proyecto comprenden:

i) Análisis a nivel nacional de la estructura de producción, distribución y comercialización, y la interrelación entre la existencia de este mercado y la deforestación. Identificación de los principales agentes que intervienen en esta estructura;

ii) Identificación de alternativas de organización de este mercado, a fin de tener interlocutores representativos para toda medida de carácter legal o fiscal de que se tome posteriormente;

iii) Establecimiento de patrones de medida de los volúmenes o peso de la leña, y

iv) Estudios sobre los mecanismos que permitan regular el precio de la leña en función de la zona (urbana o rural), de la región considerada, el volumen de venta y del tipo de leña, cuidándose del riesgo de que surja un mercado paralelo.



### III. FOMENTO DEL AHORRO Y DE LA SUBSTITUCION DE LA LEÑA EN AREAS URBANAS

#### 1. Consideraciones generales

En los últimos decenios, los centros urbanos han crecido de manera acelerada, superando el incremento de la población nacional. Aumentó así la presión sobre los recursos madereros de las cercanías de los centros urbanos e, indirectamente, sobre las áreas más distantes que suministran alimentos, leña y material de construcción para los habitantes de las urbes. Por ejemplo, el abastecimiento de leña de la ciudad de San Salvador proviene de lugares tan alejados de la capital como Ahuachapán.

Gran parte de la degradación de la cobertura vegetal refleja la dependencia continua a que están sujetas las ciudades en cuanto a la leña y los materiales de construcción. Ante la falta de otros combustibles económicamente viables, por costumbre o por escasez de los recursos financieros que permitan un cambio de uso de combustible, los recursos leñosos disponibles han sido agotados en un radio de varios kilómetros o varias decenas de kilómetros alrededor de estos centros de consumo.

De los 372 000 hogares urbanos, 149 000 recurren todavía a la leña para la cocción de alimentos (véase el cuadro 3). Por otra parte, sólo el 21% de los hogares urbanos consumidores de leña, cocinan con fuego cerrado. Los demás utilizan fuegos abiertos o semicerrados, con una eficiencia energética de uso final que varía entre el 6% y el 13%, según el tipo de fuego (véase el cuadro 4).

Cabe mencionar que se han desarrollado en Centroamérica cocinas mejoradas estandarizadas para corregir los problemas de las cocinas de autoconstrucción y responder a la demanda urbana, tales como: la cocina prefabricada CETA de bloques de concreto, dos hornillas y chimenea, y la cocina de bloque de concreto ROCKY de una hornilla y chimenea (véanse los diagramas 1 y 2), que tienen un precio de 50 a 60 colones. Estas cocinas consumen aproximadamente dos veces menos leña que las estufas de fuego abierto.

Las ventas de leña en áreas urbanas se estimaron en 54 millones de colones, o sea más del 50% de las ventas totales de El Salvador en 1986, lo cual representa sólo el 18% del consumo en términos de volumen (véanse de nuevo los cuadros 1 y 3).

Así, tomando en cuenta la eficiencia de las cocinas de leña (10%) y de gas (50%), la leña, a un precio de 0.1 colón por kg, o 330 colones por Gcal útil, tiene un precio equivalente al del gas propano de 21 colones para 25 libras, o 380 colones por Gcal útil. Sin embargo, se han observado en la capital precios que alcanzan los 0.2 colones por kg (0.4 colones por raja de 2 kg) y fuegos abiertos de eficiencia baja (6%-7%), que elevan el precio de la leña tres veces sobre el del gas propano. Ello demuestra que, adicionalmente a la costumbre, es esencialmente el costo de inversión inicial (aproximadamente 500 colones para la cocina de gas sin horno y un cilindro) el que impide a los consumidores urbanos de leña usar gas propano.

## 2. Objetivos

Los objetivos del proyecto son:

i) Proteger los recursos forestales aprovechados indiscriminadamente para el abastecimiento de leña de los centros urbanos;

ii) Mejorar el nivel de vida de los estratos más desfavorecidos de las poblaciones urbanas consumidoras de leña;

iii) En una primera etapa, promover el uso de estufas mejoradas en los centros urbanos, y

iv) En una segunda etapa, promover la desaparición paulatina del consumo de leña en los centros urbanos salvadoreños, substituyendo éste por el de gas LP.

## 3. Actividades

Las actividades del proyecto son:

a) Crear un fondo rotativo de promoción de cocinas mejoradas para los 119 000 hogares urbanos donde se cocina con fuego abierto o semicerrado. Tal fondo podría ser manejado por fabricantes de cocinas prefabricadas. Para sustituir la totalidad de estas cocinas en tres años, se requeriría fabricarlas a un ritmo de 3 300 por mes. Considerando que el tiempo de retorno de la inversión es de aproximadamente tres meses, convendría conceder un préstamo de 60 colones, precio de la estufa, a un plazo de tres meses sin intereses, reembolsable a razón de 20 colones mensuales. Se requeriría un fondo inicial de 396 000 colones ya que, a partir del segundo mes, éste estaría formado por los reembolsos del préstamo;

b) Crear paralelamente un fondo rotativo de promoción de cocinas de gas sencillas (dos hornillas, sin horno) en sustitución de las 149 000 cocinas de leña utilizadas en hogares urbanos. Tal fondo podría ser manejado por los fabricantes de cocinas de gas. Para sustituir la totalidad de éstas en 12 años, se necesitaría distribuir 1 030 por mes, y

c) Promover en los centros urbanos, por los medios de comunicación más adecuados, el uso de cocinas de leña mejoradas y de cocinas de gas.

## VI. SATISFACCION DE LAS NECESIDADES BASICAS EN MEDIO RURAL POR SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

### 1. Consideraciones generales

Las necesidades sociales básicas de las poblaciones rurales salvadoreñas están poco y mal satisfechas en la actualidad. En las zonas poco accesibles o donde existen dificultades para introducir tecnología moderna, la carencia de energía convencional ha representado un serio obstáculo para desarrollar los servicios sociales; es difícil que esta situación cambie en el futuro sin el uso de nuevas fuentes de energía, generalmente descentralizadas. Las necesidades energéticas asociadas a estos servicios son crecientes, difusas y consideradas prioritarias por las políticas de desarrollo nacional en los sectores de salud e higiene (centros médicos rurales), educación (alumbrado, televisión educativa), y desarrollo cívico y social (radio, televisión, telecomunicaciones).

Las necesidades energéticas ligadas al desarrollo de estos servicios:

a) No tienen ningún impacto significativo actual sobre el aprovechamiento energético de los países en términos de divisas y de toneladas equivalentes de petróleo, ni tienen repercusiones directas e inmediatas sobre la productividad y el empleo;

b) Están actualmente mal cubiertas o no satisfechas por soluciones energéticas convencionales;

c) Constituyen un componente necesario para la buena prestación de estos servicios, indispensables para el desarrollo de las zonas aisladas y poco favorecidas, y para facilitar la permanencia de sus poblaciones en condiciones socioeconómicas satisfactorias, y

d) Constituyen un campo privilegiado de aplicación de las fuentes de energía nuevas y renovables (FENR).

Estas necesidades energéticas, aún medidas individualmente en unidades que varían desde algunos watts hasta centenares, permiten satisfacer servicios básicos en el medio rural menos favorecido.

En 1983, sólo el 35% de la población salvadoreña era servida por la red eléctrica nacional, el 46% de la población rural era analfabeta, el 88% no contaba con servicio público de agua y sólo existían 3.4 médicos y 13 camas por cada 10 000 habitantes, esencialmente en las urbes.<sup>3/</sup>

Por otra parte, El Salvador recibe una radiación solar anual que

---

<sup>3/</sup> Según estimaciones de la CEPAL, la OEA y la OPS.

varía entre 1 400 y 1 940 kWh/m<sup>2</sup>,<sup>4/</sup> según las diversas regiones. A título de comparación, los países que reciben la radiación anual más elevada en el mundo, alcanzan cifras del orden de 2 200 kWh/m<sup>2</sup>. La variación mensual de la radiación global diaria no excede de 15% de la radiación promedio, lo que significa una excelente uniformidad durante el año. Se puede concluir, por lo tanto, que El Salvador dispone de un excelente potencial solar bastante uniforme durante el año y con un grado satisfactorio de distribución geográfica.

En esas condiciones, los sistemas fotovoltaicos producen un kWh a un costo de 8 a 12 colones, según el tamaño del equipo y del volumen de radiación solar. Por consiguiente, son únicamente competitivos para sustituir pilas (telecomunicaciones, iluminación), recargar baterías (televisores) o sustituir pequeñas plantas eléctricas, inferiores a 1-5 kW (bombeo de agua, refrigeración).

La Administración Nacional de Telecomunicaciones acaba de adquirir 200 unidades de telefonía rural multi-acceso, equipadas con módulos fotovoltaicos. Veinte de ellas ya han sido instaladas en el oriente del país. Asimismo, esta empresa está considerando la adquisición de sistemas fotovoltaicos para la operación de sus repetidoras. Por su parte, la CEL está instalando un refrigerador solar fotovoltaico de demostración.

Existe, aparentemente, un mercado potencial importante para satisfacer las necesidades básicas (salud, bombeo de agua, telecomunicaciones, iluminación) de las poblaciones aisladas y desplazadas en el marco de programas sociales y de desarrollo rural integrado.

## 2. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es el de integrar el componente energía en los programas de desarrollo social destinados al medio rural (salud, telecomunicaciones, educación) que lo requieren específicamente. Se trata de programas bajo la supervisión de los ministerios sectoriales, llevados a cabo, de preferencia, conjuntamente con asociaciones y cooperativas de desarrollo y fomento locales.

El proyecto consistiría en equipar casas comunales con un sistema fotovoltaico que genere la electricidad requerida para el funcionamiento de una refrigeradora (para la conservación de vacunas y medicamentos), de un televisor (para la recepción de programas de educación a distancia), de un radio, un teléfono, iluminación y una bomba de agua, según las necesidades de la comunidad. En un primer análisis, el conjunto de todos estos equipos (sin bomba) costaría aproximadamente 8 500 dólares y permitiría aportar, a una comunidad de cien personas, un mínimo de comodidad (véase el cuadro 5). Su ejecución precisa de una buena coordinación entre los ministerios sectoriales correspondientes.

---

<sup>4/</sup> CEL-BID, Evaluación del potencial de la energía solar y eólica, y perspectivas de su utilización y desarrollo, 1985.

### 3. Actividades

Para lograr estos objetivos, se proponen las actividades siguientes:

i) Identificar con los ministerios sectoriales (Ministerio de Salud, Ministerio de Desarrollo Social, Programa de Salud Rural -PROSAR-, Comisión Nacional de Desplazados -CONADES-, por ejemplo) y con la cooperación externa (AID-FONEP, salud materna e infantil, OEA-BID-OPS, programa social multisectorial, BID-BCIE, proyecto de desarrollo comunitario, por ejemplo), los programas existentes o los futuros susceptibles de abarcar un componente energético a base de sistemas fotovoltaicos;

ii) Determinar conjuntamente con las entidades responsables de esos proyectos y programas las necesidades básicas que deberían satisfacerse a la brevedad posible;

iii) Diseñar uno o varios modelos de sistemas fotovoltaicos que satisfagan estas necesidades, y

iv) Desarrollar una estructura técnica local que permita asegurar la instalación y el mantenimiento (muy reducido) de estos sistemas.

## V. AHORRO ENERGETICO EN LA INDUSTRIA CEMENTERA

### 1. Consideraciones generales

La industria cementera salvadoreña cuenta con dos compañías (CESSA Y MAYA) que produjeron 450 000 toneladas de cemento en 1985 (véase el cuadro 6), y cuenta con una capacidad instalada total de 2 900 toneladas/día (1 800 toneladas en vía seca y 1 100 tonelada en vía húmeda, véase el cuadro 7). A partir de 1980, la producción empezó a declinar considerablemente debido a una baja de la demanda interna que condujo a CESSA a dejar de usar paulatinamente sus tres instalaciones antiguas (1952) de vía húmeda. En 1985, año en que se invirtieron las tendencias de consumo, todo el cemento se produjo en el país por vía seca, con un factor de operación de las plantas del 68%. En 1986 continuó creciendo la demanda y a principios de 1987, a raíz de los requerimientos originados por las consecuencias del terremoto de 1986, CESSA tuvo que volver a producir 500 toneladas diarias en sus instalaciones de vía húmeda.

En 1985, la industria cementera de El Salvador consumió 331 Tcal (véase el cuadro 8) de fuel-oil, o el 30% del consumo anual de ese combustible en el país y el 17% de todo el consumo energético industrial. CESSA consumió 840 kcal/kg de clinker producido en vía seca, cifra que se ha mantenido hasta principios de 1987, así como 1 340 kcal/kg en vía húmeda. Estos valores se comparan ventajosamente con los promedios mundiales de 965 kcal/kg en vía seca y de 1 400 kcal/kg en vía húmeda (véase el cuadro 9). Sin embargo, según estimaciones preliminares, existe un potencial de ahorros de 11% en el caso de la vía seca, si se le compara con un sistema que incluya precalentamiento de cuatro niveles y precalciner, y de 29% en vía húmeda, si se le compara con un sistema en vía semi-húmeda. Esto representaría un total de ahorros al año de 182 Tcal (125 Tcal en vía húmeda y 57 en vía seca), o sea el 9% del consumo industrial de energía en 1985, en el caso en que las tres plantas en vía seca y las tres plantas en vía húmeda fueran utilizadas con un factor de operación del 80%.

Una primera auditoría energética realizada en la planta en vía seca de CESSA permitió identificar una serie de modificaciones susceptibles de mejorar la eficiencia energética de esta planta.

### 2. Objetivos

Los objetivos principales de este proyecto son los siguientes:

i) Evaluar el costo financiero y la tasa de retorno de las inversiones preconicadas por la primera auditoría realizada por CESSA.

ii) Realizar una auditoría energética detallada de las plantas en vía húmeda de CESSA que permita identificar medidas de ahorro de combustóleo (véase el cuadro 10). A 375 colones (123 dólares) por

tonelada en planta en abril de 1987, las medidas posibles tendrían un tiempo de retorno bruto promedio de la inversión de aproximadamente seis años.

### 3. Costos y duración

Para realizar estos trabajos, se requiere de un especialista energético de la industria cementera durante un mes (dos semanas en visita de estudio y dos semanas para la elaboración del documento), con un costo total evaluado en 15 000 dólares. La compañía CESSA estaría dispuesta a cubrir la mitad de este costo.

Cuadro 1

EL SALVADOR: ESTIMACION DE LOS VOLUMENES DE VENTA DE LEÑA, 1986

	Consumo (miles de t)	Porcentaje comprado <u>a/</u>	Precio promedio <u>b/</u> (colones/t)	Ventas (millones de colones)
<u>Total</u>	<u>3 480</u>	<u>37</u>	<u>83</u>	<u>106</u>
Residencial	3 330	34	84	95
Rural	2 730	30	50	41
Urbano	602	90	100	54
Industrial	143	100	80	11

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Estimación a partir de datos del Municipio de Ahuachapán.

b/ Estimación a partir de los datos del cuadro 10.

Cuadro 2

EL SALVADOR: PRECIOS DE LA LEÑA  
(Colones por tonelada a/)

1979	1983	1985	1987
14-40 <sup><u>b/</u></sup>	30-60 <sup><u>c/</u></sup>	33-48 <sup><u>e/</u></sup>	40-120 <sup><u>f/</u></sup>
	48-80 <sup><u>d/</u></sup>		70-90 <sup><u>g/</u></sup>

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Se estimó que una tonelada equivale a 0.5 m<sup>3</sup> estéreo, o sea una tonelada.

b/ Puesto en finca en la zona Occidental.

c/ Puesto en finca en la zona Occidental.

d/ En áreas urbanas de la zona Occidental.

e/ Para cafetales del municipio de Ahuachapán.

f/ A nivel nacional.

g/ En beneficios de café.



Cuadro 3

EL SALVADOR: CONSUMO RESIDENCIAL DE LEÑA, 1986

	Población		Consumo		
	Total (miles)	Consumidora de leña (%)	Diario (kg/hab-día)	Miles de t	Tcal d/
Total	4 820	72	2.66	3 330	10 300
Urbana	2 010 <sup>a/</sup>	40 <sup>b/</sup>	2.05 <sup>c/</sup>	602	1 860
Rural	2 810	95 <sup>b/</sup>	2.8 <sup>b/</sup>	2 730	8 450

Fuente:

- a/ Banco Mundial, 41.8% de la población urbana.  
 b/ Estimación sobre la base de los resultados de la encuesta realizada en el Municipio de Ahuachapán, 1985.  
 c/ OEA-CEL: Estado actual de la producción, consumo y comercialización de leña en el Municipio de Ahuachapán, 1985.  
 d/ Suponiendo un poder calorífico de 3 096 kcal/kg a 20% de humedad.

Cuadro 4

EL SALVADOR: TIPO DE FUEGOS DE COCINAS DE LEÑA  
 EN EL MUNICIPIO DE AHUACHAPAN

(%)<sup>a/</sup>

	Hogares urbanos	Hogares rurales
Fuego abierto	61	86
Fuego semicerrado	63	86
Fuego cerrado	21	14

Fuente: CEPAL, sobre la base de los datos del documento OEA-CEL: Estado actual de la producción, consumo y comercialización de la leña en el Municipio de Ahuachapán, 1985.

- a/ Por las distintas combinaciones de tipos de fuego en las cocinas, las columnas suman más del 100%.

Cuadro 5

EJEMPLO DE UN PAQUETE FOTOVOLTAICO  
PARA UNA CASA COMUNAL

Aparato	Potencia (watts)	Operación diaria (horas)	Consumo diario (Wh)	Potencia pico sistema fotovoltaico (W-pico)	Costo aproximado <u>a/</u> (dólares)
3 luces fluorescentes	3 x 10	3	90	30 <sup>b/</sup>	500
1 televisión B & N <sup>c/</sup>	30	3	90	30 <sup>b/</sup>	1 500
1 refrigeradora 60 L <sup>d/</sup>	60	5	300	100 <sup>b/</sup>	3 500
1 radio teléfono	30	3	100	30 <sup>b/</sup>	3 500
<u>Total</u>			<u>530</u>	<u>170</u>	<u>8 500</u>
1 bomba de agua <sup>e/</sup>	1 400	5 <sup>f/</sup>	7 000	1 400	20 000

Fuente: CEPAL, elaboración propia.

a/ Incluye costo del aparato, de baterías (salvo para bomba de agua), regulador de carga, módulos fotovoltaicos, sop rtes y cables.

b/ Suponiendo que 1 W pico instalado genera 3 Wh/día, o sea una eficiencia del sistema (sin módulos y aparato) de 65% ya que la radiación diaria promedio es de 4.6 kwh/m<sup>2</sup>.

c/ Transistorizado.

d/ Diseño especial de bajo consumo (alto aislamiento y apertura horizontal).

e/ Bombea 40 m<sup>3</sup>/día a 20 m, sin baterías.

f/ Horas equivalentes a radiación pico. De hecho funciona mientras haya radiación.

Cuadro 6

EL SALVADOR: PRODUCCION DE CEMENTO 1978-1985  
(miles de toneladas)

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
<u>Total</u>	<u>532</u>	<u>587</u>	<u>503</u>	<u>460</u>	<u>429</u>	<u>435</u>	<u>399</u>	<u>450</u>
CESSA	328	383	311	304	261	296	288	286
MAYA	216	204	191	155	153	139	111	164

Fuente: Sobre la base de cifras oficiales.

Cuadro 7

EL SALVADOR: CAPACIDAD INSTALADA EN LA  
INDUSTRIA CEMENTERA (1986)

	Vía seca		Vía húmeda	
	Toneladas/día	Fecha de instalación	Toneladas/día	Fecha de instalación
<u>Total</u>	<u>1 800</u>		<u>1 100</u>	
CESSA	1 000	1979	1 100 <sup>a/</sup>	1952
MAYA	800	1978	-	

Fuente: CEL-BID, Módulo de auditorías energéticas, 1986.

a/ Cuenta con tres instalaciones de 500, 300 y 300 toneladas/día.

Cuadro 8

EL SALVADOR: CONSUMO ESPECIFICO DE FUEL-OIL EN LA INDUSTRIA CEMENTERA; 1984-1985

	Producción de cemento <sup>a/</sup> (miles de t)	Consumo de combust <sup>o</sup> leo (Tcal)	Consumo específico (kcal/kg)
CESSA-1984	288	242 <sup>b/</sup>	840
CESSA-1985	286	240 <sup>b/</sup>	840
MAYA-1984	164	138	842
MAYA-1985	111	91.4	823

Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

a/ Por vía seca.

b/ Considerando un consumo específico de 840 kcal/kg.

Cuadro 9

CONSUMO ESPECIFICO TIPICO EN PLANTAS CEMENTERAS

Vía	Consumo específico (kcal/kg) <sup>a/</sup>	Eficiencia (%)
Húmeda	1 400	30
Semi-húmeda	950	44
Semi-seca	835	50
Seca (horno rotatorio)	965	43
Precalentamiento de cuatro niveles	800	52
Precalentamiento de cuatro niveles y precalcinador	750	56

Fuente: Cimenterie Lafarge.

a/ De clinker.

## Cuadro 10

POTENCIAL Y COSTOS DE MEDIDAS DE AHORRO DE  
 COMBUSTOLEO EN CEMENTERAS

Medida	Inversión específica (1982 dólares/TEP <u>a/</u> )	Ahorros energéticos potenciales (% <u>b/</u> )
<u>Corto plazo c/</u>	<u>225-275</u>	<u>9-11</u>
Mejoramiento de la eficiencia de combustión del horno	130-350	1.5-5
Mejoramiento del aislamiento y eliminación de fugas del horno	200-800	2-5
Instalación de quemadores auxiliares en zona de precalentamiento	350-450	1.5-2.5
Instalación o mejoramiento del control de combustión del boiler <u>d/</u>	200-250	- - -
Aprovechamiento de las cenizas volantes	- - -	8-15
Incremento de aditivo en el cemento	- - -	5-10
Producción de agua caliente con gases de escape	100-200	- - -
<u>Mediano plazo</u>		
<u>Vía húmeda c/</u>	<u>700-800</u>	<u>15-20</u>
Incremento de la recuperación de calor para precalentamiento del combustible	300-800	10-32
Instalación de controles de proceso	200-600	1-3
Incremento velocidad, largo y capacidad del horno	600-1 000	1-5
Conversión a proceso seco	1 000+	20-40
<u>Vía seca c/</u>	<u>750-850</u>	<u>20-25</u>
Instalación incremento de niveles de precalentamiento	500-700	10-25
Instalación controles de proceso	400-500	1-3
Modificación molinos (rollers)	800-1 000+	2-3
Incremento capacidad, velocidad y largo del horno	800-1 000+	1-3

Fuente: Hagler, Bailly & Company, Energy demand management and conversation manual, 1985.

a/ Tonelada equivalente a petróleo.

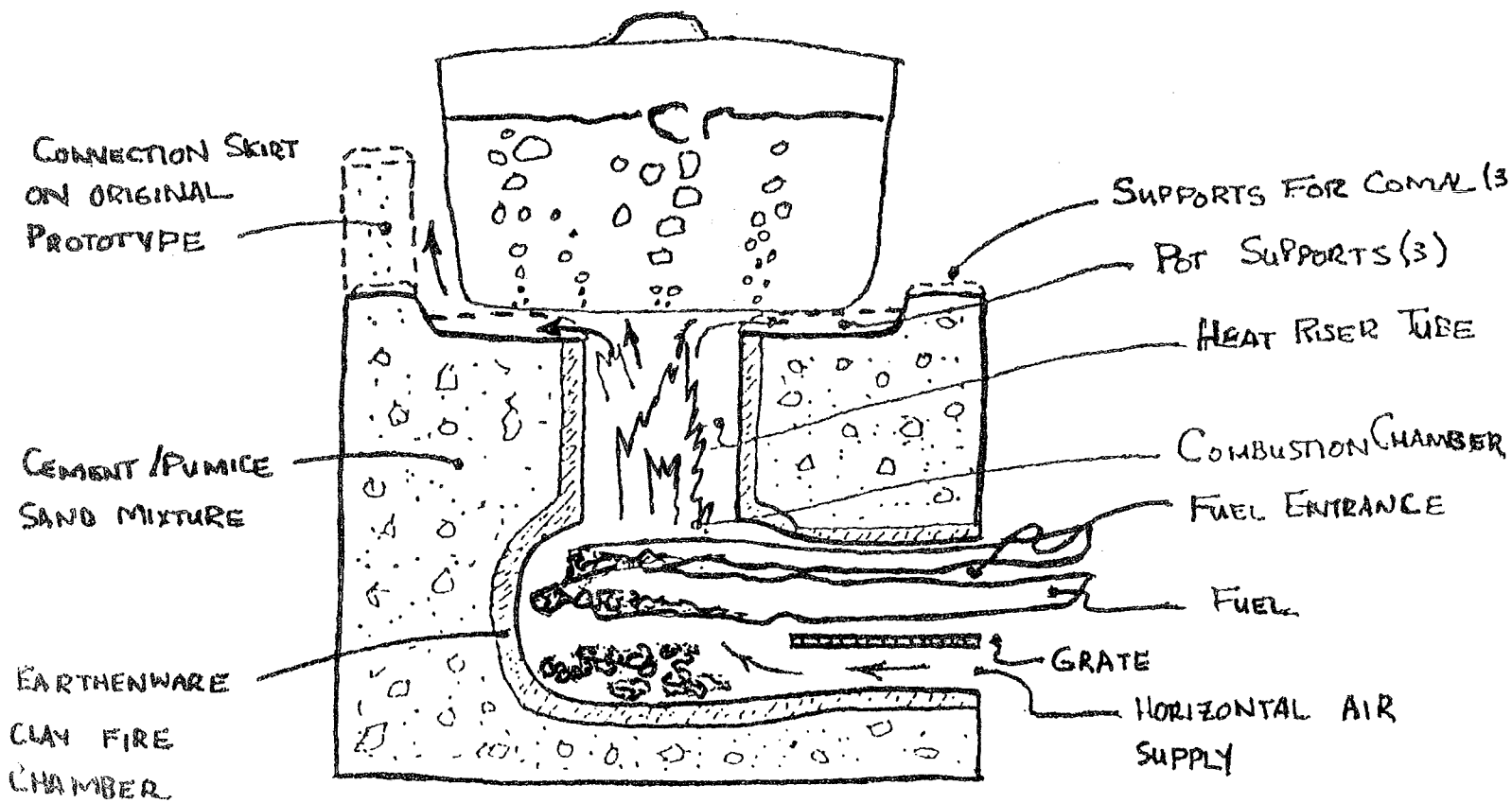
b/ Del consumo energético primario.

c/ Todas las medidas no son adicionales.

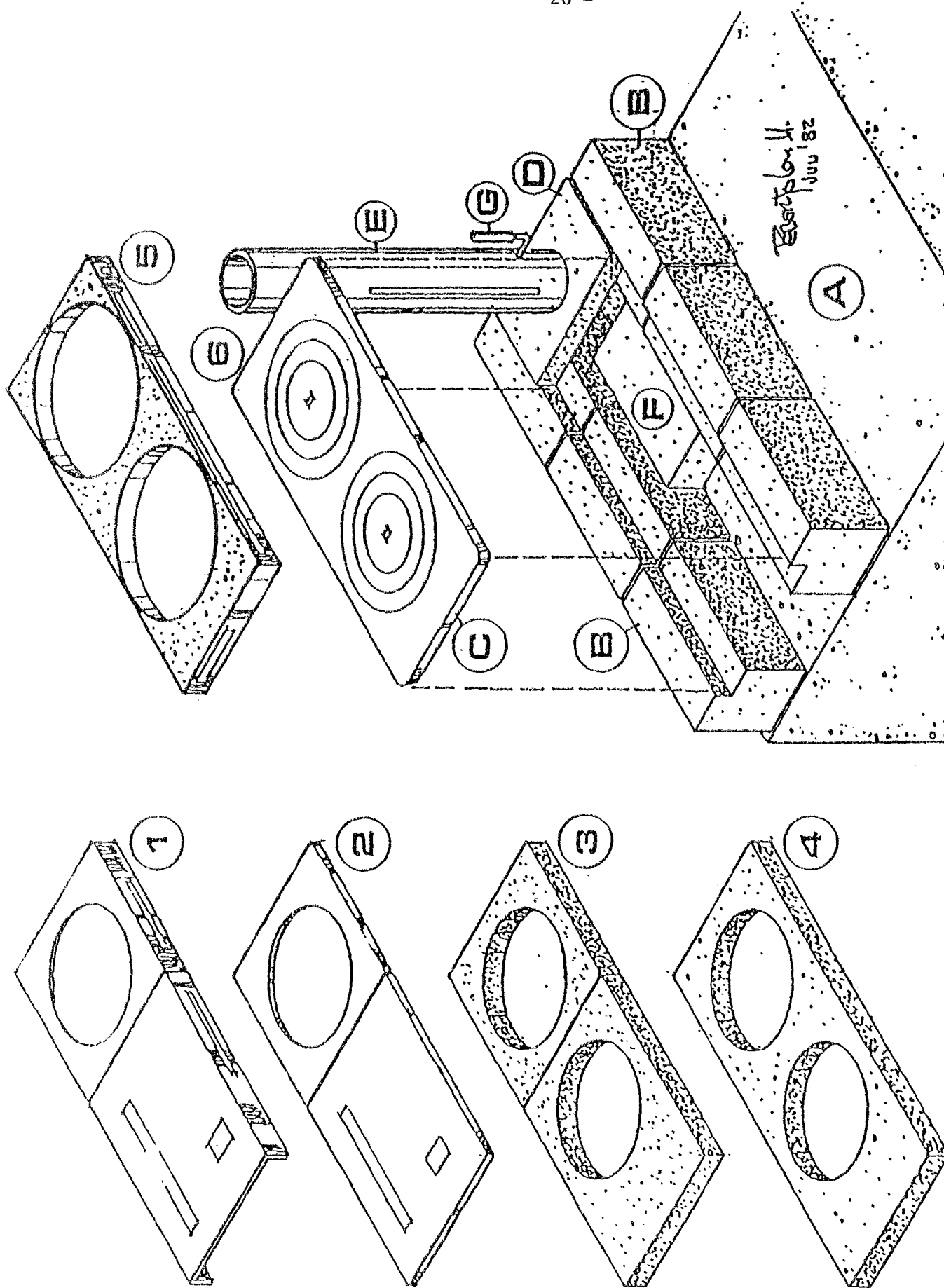
d/ Para vía húmeda.

DIAGRAMAS

# THE ROCKY STOVE



SCALE 1:5



Sistema Prefabricado - CETA