

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCION DE ESTUFAS
DE ALTO RENDIMIENTO

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERIA

FOR

SILVIA EUGENIA SANCHEZ LEGRAND

AL CONFERIRSE EL TITULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08
T(3666)
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su
consideración mi trabajo de tesis titulado:

IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCION
DE ESTUFAS
DE ALTO RENDIMIENTO

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela
de
Ingeniería Mecánica Industrial
con fecha 6 de marzo de 1984


Silvia Sánchez Legrand

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
VOCAL 1o.	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VCAL 2o.	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL 3o.	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL 4o.	Br. Fernando Waldemar de León Contreras
VOCAL 5o.	Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. César Fernández Fernández
EXAMINADOR	Ing. Francis Barillas W.
EXAMINADOR	Ing. Sergio Enriquez
EXAMINADOR	Ing. Ricardo Lam Wong
SECRETARIO	Ing. Manuel de Jesús Castellanos Dubón

Ingeniero
Jorge Peláez Castellanos
Director de la Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para presentarle el trabajo de tesis de la estudiante universitaria SILVIA FUGENIA SANCHEZ LEGRAND, previo a obtener el título de INGENIERO INDUSTRIAL.

El trabajo en mención se titula "IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCION DE ESTUFAS DE ALTO RENDIMIENTO". Asesorado y revisado el trabajo, considero que reúne todos los requisitos para su aprobación.

Deseo al mismo tiempo, dejar constancia que dicha tesis presenta una muy buena alternativa para la conservación de nuestros recursos forestales, y a la vez, brinda la oportunidad para el desarrollo de actividades económico-sociales en Guatemala.

Agradeciendo su atención, aprovecho la oportunidad para reiterarle las muestras de mi consideración y estima.

Guatemala, 19 de septiembre de 1995



Miguel Ángel Astina Toralla
Ingeniero Industrial Col. No. 864
ASESOR.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador del Area de Producción de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, al contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado **IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCION DE ESTUFAS DE ALTO RENDIMIENTO** presentada por el estudiante universitario **Silvia Eugenia Sánchez Legrand** recomienda la aprobación del presente trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Guisela Gaitán
COORDINADOR

Guatemala, 2 de octubre de 1,995.



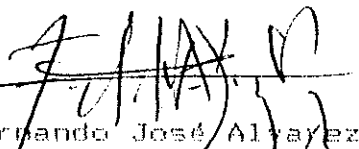
FACULTAD DE INGENIERIA

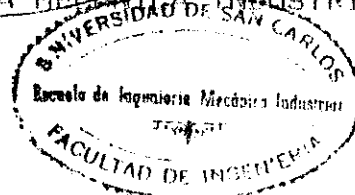
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador General de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y del Licenciado en Letras, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, así como el contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado **IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCION DE ESTUFAS DE ALTO RENDIMIENTO**, presentado por el estudiante universitario **Silvia Eugenia Sánchez Legrand**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Fernando José Alvaréz Paz
COORDINADOR GENERAL DE TESIS
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, noviembre de 1, 995.



FACULTAD DE INGENIERIA

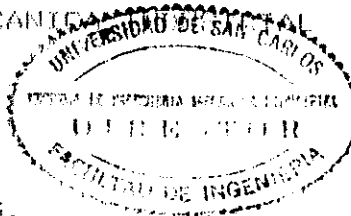
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Área y del Coordinador General de Revisión de Tesis, al trabajo de tesis titulado **IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCION DE ESTUFAS DE ALTO RENDIMIENTO**, presentado por la estudiante universitaria **Silvia Eugenia Sánchez Legrand**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Jorge Peláez Castellanos
DIRECTOR
INGENIERIA MECANICA



Guatemala, noviembre de 1,995.

emds



FACULTAD DE INGENIERIA

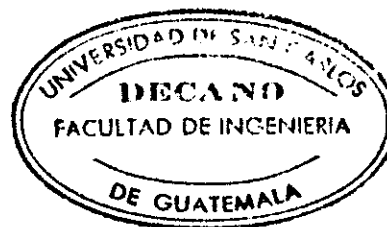
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica y Regional de Post-grado de Ingeniería Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCION DE ESTUFAS DE ALTO RENDIMIENTO, presentado por la estudiante universitaria Silvia Eugenia Sánchez Legrand procede a la autorización para la impresión de la misma.

INPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, noviembre de 1,995.

emds

ACTO QUE DEDICO A:

Jesús

Elise Legrand

Roberto y María José Lou

Con amor

INDICE GENERAL

LISTA DE ILUSTRACIONES	I
INTRODUCCION	II
OBJETIVOS	IV
CAPITULO 1 UTILIZACION RACIONAL DE RECURSOS RENOVABLES	1
1.1 Crisis de energia	
1.2 Leña, deforestación y tentativas de solución	
1.3 Historia y actualidad de las estufas mejoradas	
1.4 El caso de Guatemala	
CAPITULO 2 DEFINICION FUNCIONAL DEL PRODUCTO	10
2.1 Marco técnico	
2.2 La relación producto-usuario: Marco social y económico	
CAPITULO 3 DEFINICION DEL MODELO A PRODUCIR	20
3.1 Características generales	
3.2 El modelo HC-30 ϕ -24 ϕ -CH	
3.3 Pruebas de laboratorio	
3.4 Pruebas con usuarios seleccionados	
CAPITULO 4 IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PILOTO	28
4.1 Aspectos generales	
4.2 El producto	
4.3 Máquinas, equipo, materiales y mano de obra	
4.4 La planta	
4.5 El proceso	
4.6 costos	
CONCLUSIONES	V
RECOMENDACIONES	VI
REFERENCIAS	VII
BIBLIOGRAFIA	X
ANEXO "Instrucciones generales para la instalación, uso y mantenimiento de la Estufa Rural"	XI

LISTA DE ILUSTRACIONES

CAPITULO 1

- gráfica 1 - Estructura del consumo final de energía en Guatemala por fuente energética y por sector económico, año 1993.
Consumo de energía del sector residencial por fuente energética, año 1991.
Según los últimos datos oficiales publicados por el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala.
- gráfica 2 - Ilustración de la aplicación, en un estudio hecho para Guatemala, de las curvas que caracterizan la degradación de un patrimonio forestal en función del tiempo. Extraída del informe A FUELWOOD POLICY FOR GUATEMALA, presentado por V. Susan Bogach (1981)
-traducción libre del Inglés al Español de su contenido-

CAPITULO 3

- gráfica 3 - Vista en perspectiva de la Estufa Rural, y detalle de sus elementos componentes. Montaje de ilustraciones del Ingeniero Roberto Lou.

CAPITULO 4

- gráfica 4 - Plano de detalle y explosión de materiales de la Estufa Rural.
- gráfica 5 - Planta propuesta para la fabricación de la Estufa Rural.
- gráfica 6 - Detalle de distribución de planta para la fabricación de armazones.
- gráfica 7 - Detalle de distribución de planta para la fabricación de planchas.
- gráfica 8 - Detalle de distribución de planta del moldeado de bloques.
- gráfica 9 - Diagrama de Operaciones de la fabricación de planchas
- gráfica 10 - Diagrama de Operaciones del moldeado de bloques.

INTRODUCCION

El presente trabajo se inscribe en el marco general de una estrategia global de preservación de recursos naturales y desarrollo y en el particular, de referencia, del "Programa de Estufas Mejoradas" del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería (CII) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en cuyo seno, en colaboración con el Centro de Experimentación en Tecnología Apropriada (CETA) se realizaron diversos estudios y se llevaron a cabo distintos proyectos sobre la materia, en los que me fuera facilitada la ocasión de participar.

Su contenido se presenta en capítulos subsiguientes, según las líneas básicas del desarrollo de un producto:

- la identificación del problema y el contexto en que se presenta, acción que implícitamente determina el objetivo básico a alcanzar y la escala en la que se ha de resolver;
- la concepción, donde el responsable de la "Ingeniería del Producto", en este caso el Ingeniero Roberto Lou, determina los parámetros críticos de diseño;
- la definición del producto: un modelo ("Estufa Rural") que en base al diseño satisfaga de manera óptima las solicitudes para las que fue creado;
- la determinación del mercado y la comercialización: aunque podría contemplarse que el producto entrara a competir a través de canales comerciales regulares, la premisa de estar resolviendo, primordialmente, un problema ecológico de nivel mundial (no percibido como prioritario por los usuarios finales) unida a la alta ponderación que en su concepción se ha dado al

factor socio-económico, ha conducido a considerar como estrategia de difusión de las "Estufas Mejoradas", la de su distribución por entidades interesadas en la preservación de los recursos naturales que las ofrecerían gratuitamente o con subsidios a sus beneficiarios;

-la fabricación: con base en la producción piloto, se definen los requerimientos para el funcionamiento de una planta; en este caso la mínima de funcionamiento óptimo.

Por último se presentan las conclusiones y las recomendaciones, tanto las tocantes al tratamiento del problema general en que se inscribe el de las "Estufas Economizadoras", como las relativas al que plantean estas últimas.

OBJETIVOS

Se enumeran a continuación los objetivos en base a los cuales se desarrolló el presente trabajo de investigación:

- 1) Definir un modelo de estufa que satisfaga las necesidades y usos culinarios de la familia típica rural guatemalteca.
- 2) Desarrollar métodos y equipo para producción en serie y normalizada de dicho modelo, a nivel de industria de aldea, con miras a una amplia difusión.
- 3) Implementar una planta para la producción piloto.

CAPITULO 1: UTILIZACION RACIONAL DE RECURSOS RENOVABLES

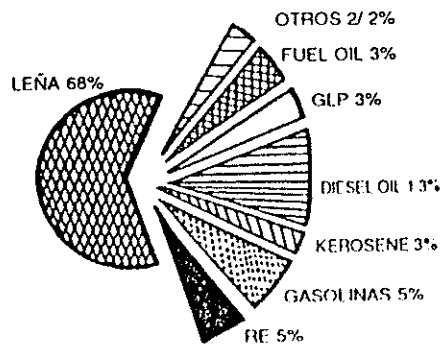
1.1 CRISIS DE ENERGIA

La llamada crisis energética de la década del setenta con la contracción de la oferta y el encarecimiento del precio de los productos petroleros que provocó una fuerte perturbación en la economía mundial, puso de nuevo en relieve el interés en el uso de fuentes alternas de energía. Interés que para los países del tercer mundo se tradujo en invertir parte de los presupuestos gubernamentales, de organizaciones mundiales para el desarrollo y de institutos de investigación y experimentación en el estudio de estas también llamadas nuevas fuentes y fuentes renovables de energía. Uno de los indicadores básicos de los estudios de las últimas dos décadas muestra que aun cuando las economías tercer mundistas son fuertemente petróleo-dependientes: ("la mayoría de los países del tercer mundo emplea dos tercios de sus divisas en adquirirlo"-ref 1) la leña cubre, según la región, entre el 20% y el 60% de las necesidades energéticas totales de estos países, en contraste con el 1% para los países desarrollados.

En el caso de Guatemala, aun si el consumo de productos del petróleo crece a una tasa del 11% anual, la leña ha sido y sigue siendo la principal fuente de energía a nivel global: 60% del consumo total en 1975, 65% en 1986 y 68% en 1993, cubriendo casi totalmente las necesidades del sector de mayor demanda: el doméstico, en que actualmente provee el 93% de la energía utilizada en los hogares, principalmente como combustible para cocinar. (ref 2) (Gráfica 1)

ESTRUCTURA DEL CONSUMO FINAL DE ENERGIA EN GUATEMALA POR FUENTE ENERGETICA AÑO 1993

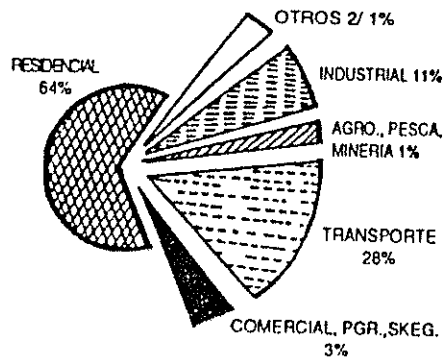
CONSUMO TOTAL: 31,638 KEEP



KEEP Miles de barriles equivalentes de petroleo

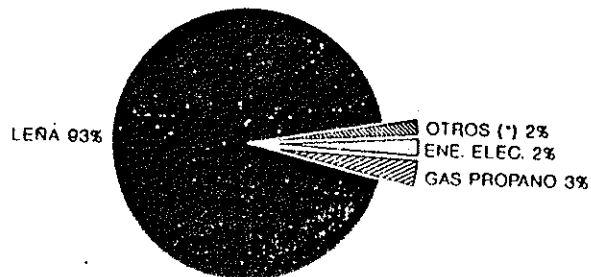
ESTRUCTURA DEL CONSUMO FINAL DE ENERGIA EN GUATEMALA POR SECTOR ECONOMICO DE CONSUMO AÑO 1993

CONSUMO TOTAL: 31,638 KEEP



CONSUMO DE ENERGIA: SECTOR RESIDENCIAL POR FUENTE ENERGETICA, AÑO 1991

CONSUMO: 20,071 KEEP



Fuente: Ministerio de Energía y Minas de Guatemala

GRAFICA 1.

Poner en relieve dichos indicadores, conduce naturalmente a ocuparse del bosque como recurso energético.

El bosque, como bien de la tierra, esencialmente modera el clima, protege la calidad del aire, regula el agua de las lluvias, conserva los suelos, sustenta fauna y enmarca la vida del hombre. Como recurso natural potencialmente renovable es fuente de diversas materias primas principalmente maderas, pulpa para la producción de papel, distintos fluidos para usos industriales (p.e. resinas, rayón, aceites, látex) y combustibles: leña y carbón vegetal.

Debería parecer obvio que el valor de tal bien fuera si no superior cuando menos igual al del recurso, siendo este de gran peso, y que la utilización que de él se hiciera se mantuviera en los límites de su regeneración. La realidad evidencia ser otra: los informes de los estudios relativos al tema son reveladores de lo que se dio en llamar "la otra crisis", la del energético de los pobres.

Dichos informes coinciden en los siguientes acertos:

-Los bosques en los países del tercer mundo están siendo sobre-explotados.

-Las causas de depredación en orden de importancia creciente serían:

*la tala para la extracción de productos maderables comerciales;

*el clareo para la expansión de la frontera agrícola;

*la extracción de leña para uso directo o para producción de carbón vegetal.

1.2 LEÑA, DEFORESTACION Y TENTATIVAS DE SOLUCION

La magnitud del consumo de la leña se explica por las condiciones en que se genera:

- Amplio mercado que se cuantifica en millones de usuarios.
- Accesibilidad del producto, tanto en cuanto a su obtención, como a su uso.
- Oferta insuficiente de productos substitutivos al alcance de los usuarios.
- Utilización deficiente: uso generalizado de la fogata abierta (o "tres piedras") que se pondera de baja eficiencia.

Del ámbito en que tiene lugar la deforestacion se destacan los siguientes factores:

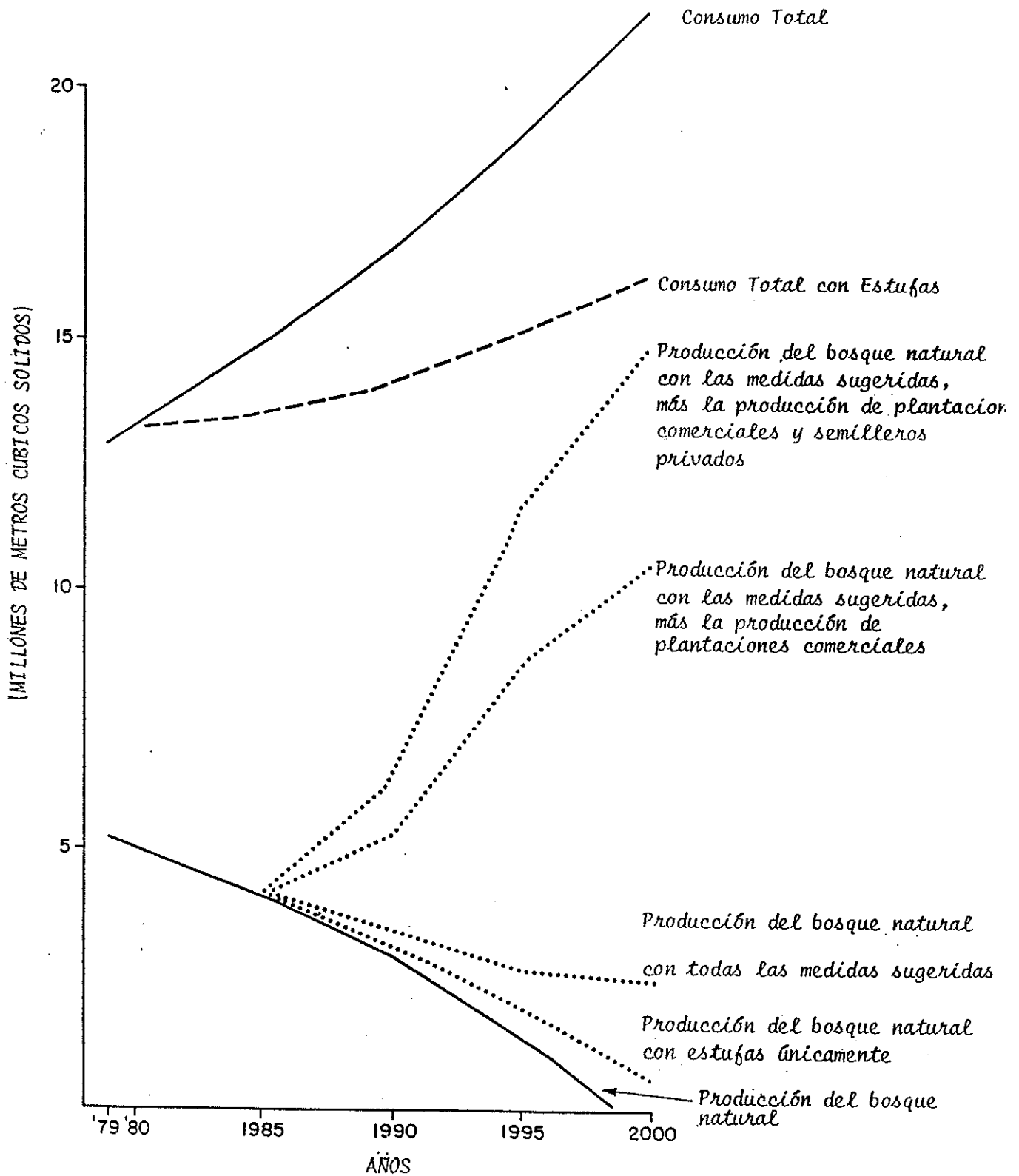
- El régimen de tenencia del bosque es estatal o comunal y sólo excepcionalmente individual, lo que da responsabilidades muy dispersas en cuanto a su conservación.
- Gran parte de los productos, principalmente combustibles, son objeto de extracción primaria o llegan a los usuarios finales fuera de circuitos comerciales regulados, por lo que difícilmente se ejerce sobre ellos algún control.
- En la comercialización de los distintos productos ligneos, no se toma en cuenta como componente de costo el valor de la recuperación forestal por lo que existe una distorsión de precios relativa a productos de substitución.

El fenómeno de la deforestación puede esquematizarse en un modelo de consumo/producción/agotamiento, en el que una situación de equilibrio: consumo=producción, evolucione a un consumo mayor que la producción hasta llegar al agotamiento: desertificación, si no intervienen agentes externos para su reequilibrio. Excluyendo la tendencia del sistema al auto-equilibrio, en que factores internos correctivos entrarían en juego: contracción del consumo y utilización de productos alternos: desechos orgánicos (animales: estiércol y vegetales: desechos agrícolas) o derivados del petróleo (principalmente kerosina), donde esto sea posible.

Un desarrollo matemático que con tres ecuaciones básicas y como parámetros: la productividad del bosque, expresada en % , (masa arbórea producida por unidad de árboles en pie por año); la tasa de crecimiento del consumo, en porcentaje, (crecimiento anual de la tala) y por otra parte el consumo anual de leña por habitante, en kg o m³ de leña/habitante-año y la masa total de leña en pie por habitante, en kg o m³ de leña/habitante; permite determinar la evolución teórica de la situación forestal y cuantificar las medidas a tomar para resolver el problema, con las limitantes que implica sintetizar una situación compleja (ref 3).

En un estudio realizado para Guatemala (ref 4), se utilizó dicho esquema, arrojando como indicadores grave escasez de leña en la década del 90, y el agotamiento de la masa forestal del país (excluyendo el Petén) alrededor del año 2000, si no se toma ninguna medida para evitarlo (gráfica 2)

IMPACTO DE LAS MEDIDAS SUGERIDAS EN LA SITUACION DEL COMBUSTIBLE LIGNEO.



Fuente: A Fuelwood Policy for Guatemala - V. Susan Bogach (1981)

GRAFICA 2

En dicho estudio, como en otros hechos para otras regiones del mundo, aparte de las concernientes a la optimización del manejo de los bosques naturales y al incremento de la cubierta forestal, se recomienda la difusión masiva de una estufa con la que se obtendría una reducción promedio del 50% del consumo de leña respecto al fuego abierto. El tipo de estufa recomendado en estos estudios es el de las conocidas como "Hornillas Economizadoras" o "Estufas Mejoradas" (por oposición a los fuegos abiertos, poyos o estufas tradicionales de muchos pueblos del mundo).

1.3 HISTORIA Y ACTUALIDAD DE LAS ESTUFAS MEJORADAS.

"Una estufa es un artefacto en el cual, quemando leña, se genera y aprovecha el calor necesario para la cocción de alimentos, y que puede ser visualizada, en último análisis, como una simple estructura en túnel o cañón, con agujeros en la parte superior para acomodar las ollas. La porción inicial del túnel, abierta hacia el frente, constituye la cámara de combustión u hogar, o sea el sitio donde se quema la leña. Las llamas, los gases calientes y el humo, fluyen por el túnel, bajo las ollas, para ser finalmente evacuados por la chimenea conectada al extremo terminal. A los agujeros para las ollas suele dárseles el nombre de hornillas en nuestro medio." (ref 7)

Aunque en Europa y Estados Unidos en los siglos XVIII y XIX, hubo investigadores, entre ellos Benjamin Franklin, que propusieron modificaciones a estufas en uso en esas regiones para aumentar su eficiencia, motivados en algunos casos por escaseces locales de leña; el concepto de estufas mejoradas, tal como se maneja en nuestra época y en el contexto de los países del tercer mundo, para mejorar la calidad de vida de los más pobres, nació en la India en los años 40, debido al interés de Mohandas Gandhi por

los programas de desarrollo rural. Por sus orígenes, a estas estufas mejoradas se les conoce también como "Chula", nombre genérico prestado del Hindi que designa la cocina (tanto el lugar para cocinar como el artefacto en que se cocina). Se toma como precursor el desarrollo de la "Magan Chula" en 1947 en Magawandi. Por otra parte, el doctor en Ingeniería S.P. RAJU, como director y fundador de los Laboratorios de Investigación de Ingeniería de Hyderabad (HERL), inició un programa denominado "Investigación para las Masas" en el que se buscaba desarrollar científicamente artefactos que mejoraran la vida doméstica corriente. En este marco, se iniciaron en HERL investigaciones sobre cocina en 1946, obteniendo como producto la "Nueva Chula" o "Chula sin Humo de Hyderabad". En su publicación "Smokeless Kitchens for the Millions" (1a edición 1953), el ingeniero Raju además de definir el producto en sus características geométricas, dimensionales y funcionales, expone los ahora clásicos lineamientos generales de diseño y distintos métodos de construcción:

- el modelado de barro con arena en estado plástico (utilizando plantillas para conformarse al diseño);
- la utilización de adobes (bloques);
- el empleo de moldes (para producción a mayor escala en industrias de aldea);
- la prefabricación por alfareros de planchas para cubiertas y anillos reductores;
- el uso de compuertas y deflectores para gobernar el flujo.

Hay una clara evidencia documental que señala que las Estufas Mejoradas promovidas en las tres últimas décadas, son adaptaciones de la CHULA de HERL; y que la metodología que se ha venido empleando para su producción y difusión, se fundamenta en los criterios básicos de diseño delineados por HERL para desarrollarla:

-el marco: usuarios en condiciones de pobreza;

-el método: experimentación sobre bases científicas que involucran principalmente la combustión, las formas de transmisión del calor, el flujo de fluidos y la eficiencia térmica;

-las limitantes de diseño acorde al marco:

*uso de materiales terrosos por su accesibilidad y bajo costo.

*simplicidad: -en cuanto a construcción "el producto debe poder ser elaborado por artesanos locales o por las usuarias mismas".

-En cuanto a aceptación y uso "su forma general, método de alimentación del hogar y operación deben ser lo más cercanos a lo que les sea familiar a las usuarias" (ref 18)

*adaptabilidad: para adecuarse a las necesidades de diferentes tamaños de familias, hábitos culinarios e ingresos, a usos comunitarios y a diferentes combustibles sólidos;

-requerimientos técnicos: aumento de la eficiencia térmica y reducción del consumo de combustible respecto al fuego abierto.

-reproductibilidad que garantice en cada unidad las características técnicas de diseño.

Estas variables, con una coherencia económica de adaptación del producto a su mercado, prestadas por diversas instituciones de promoción social en sus programas de difusión de estufas mejoradas, se tradujeron de manera muy generalizada en la autoconstrucción asistida, asumida de costo prácticamente nulo, de artefactos definidos en función de satisfacer necesidades asumidas para sus usuarios, atribuyendo sus pregonadas alta eficiencia y economía (manejo emblemático de la cifra 50%) a materiales y a métodos de construcción, más bien que a parámetros de diseño acordes al logro de este fin.

Esta práctica trajo como consecuencia costos elevados de estructura promocional y de asistencia, difusión de corto alcance, poca durabilidad por fallas estructurales de las unidades así producidas, mayores consumos de leña que con el fuego abierto y el consecuente rechazo de los usuarios potenciales a estos programas.

Inscritas en el mismo espíritu pero con concepciones diferentes, se han definido otros tipos de estufas economizadoras: fuegos escudados (sin evacuación de gases de combustión por medio de una chimenea, generalmente de una hornilla), y las llamadas estufas livianas: elaboradas con lámina metálica.

Parece promisorio, según experiencias documentadas de otros países, el método de difusión a través de una dinámica comercial.

1.4 EL CASO DE GUATEMALA

En Guatemala, se hicieron esfuerzos importantes de promoción con un fuerte apoyo institucional, esencialmente para una adaptación de la Chula de HERL, que logró imponer una imagen de marca y vender la idea de ser una estufa economizadora: La Lorena; y en menor escala para otras quince adaptaciones locales: estufas de cerámica, Poyo Criollo y Chefina, entre otras, con las que se utilizó la construcción in situ como medio esencial de difusión.

Si bien en las investigaciones de HERL, el objetivo central era la evacuación del humo de las cocinas para mejorar las condiciones de la vivienda y la salud de sus moradores, y asociado al logro de este fin, el de una mayor eficiencia térmica y como consecuencia la economía en el consumo de leña; el imperativo actual -con las mismas limitantes que prevalecían cuando dichas investigaciones se llevaron a cabo- es obtener una máxima reducción del consumo, tanto a nivel individual como global. La consecución de esta meta involucra la amplia difusión de una estufa de probada eficiencia, producida de forma masiva y normalizada, asociada a la promoción de prácticas y utensilios de cocina que favorezcan un rendimiento óptimo, perspectiva en la que se inscriben los sistemas CETA de estufas mejoradas.

CAPITULO 2 DEFINICION FUNCIONAL DEL PRODUCTO

2.1 MARCO TECNICO

Como resultado de un programa de investigaciones conjunto del CETA y el CII, el Ingeniero Roberto Lou, Director del CETA e investigador del CII, estableció la siguiente guía general de consideraciones técnicas de diseño, aspecto bajo su responsabilidad en el programa:

"El diseño, en lo concerniente a concepto, geometría y uso de materiales, deberá ser lo más simple y directo posible."

OLLAS: se preferirá el uso de ollas metálicas a las de barro, en vista de su mayor conductividad térmica. Deberán tener la capacidad volumétrica mínima compatible con el uso previsto, teniendo en cuenta que se llenarán a $2/3$ o $3/4$ de su capacidad para evitar derrames. Serán de fondo plano y estarán provistas de tapadera. Se propiciará su máxima exposición al calor de combustión y la mínima exposición al medio ambiente encastrándolas profundamente en las hornillas.

HORNILLAS: la estufa tendrá un máximo de dos hornillas, en diámetros apropiados y con el mínimo espaciamiento entre ellas.

HOGAR: para lograr el óptimo aprovechamiento de calor por radiación, el fondo de la olla deberá situarse muy cerca del lecho del combustible, pero no tanto como para ahogar la llama impidiendo la adecuada combustión de volátiles. Las dimensiones de la cámara de combustión u hogar serán las mínimas compatibles con la máxima potencia de fuego requerida para las tareas culinarias a realizar, y con el tamaño de las piezas de leña a utilizar. Para uso doméstico corriente se ha determinado que son

adecuadas las siguientes:

- a) Una altura entre el piso (o la reja del hogar, según sea el caso) y el fondo de la olla principal, de 12 a 15 centímetros.
- b) Un ancho del 60 al 100% del diámetro de la hornilla principal.
- c) Una longitud de 30 a 45 centímetros.

CHIMENEA: para proveer el tiro necesario al suministro de aire de combustión y activar el flujo de gases a través de la estufa, se instalará una chimenea, la cual al mismo tiempo dará escape fuera de la cocina al humo y gases residuales de la combustión. Por razones funcionales y de costo, se considera adecuado un diámetro de alrededor de 10 centímetros.

AMORTIGUADORES: se proveerán medios para controlar el tiro y el aporte de aire, y así poder gobernar la intensidad de combustión según sea requerido. Para este propósito generalmente bastará colocar un solo amortiguador (compuerta o válvula) a la entrada o a la salida de la estufa. Una válvula de mariposa incorporada a la base de la chimenea resulta muy conveniente por su facilidad de fabricación, instalación y manejo.

DEFLECTORES: también se proveerán los medios para propiciar la máxima transferencia de calor por convección hacia la olla secundaria. Para este fin, un simple bloque deflector plano, colocado a continuación del hogar, a manera de elevar el piso del túnel de difusión hasta uno o dos centímetros por debajo del fondo de dicha olla será suficiente. En general y considerando que una alta velocidad de flujo favorece la transferencia de calor, el espacio libre entre el fondo de la olla y el deflector deberá ser el mínimo compatible con la adecuada aspiración por la chimenea.

Otra opción, dada la posición relativa entre las dos ollas, es prescindir del bloque deflector, encastrando profundamente la olla secundaria, situando su fondo a sólo un centímetro sobre la base de la estufa. Esto favorece la captación del calor convectivo, a la vez que expone dicha olla a la radiación directa del fuego. Simplificándose la construcción de la estufa.

USO DE MATERIALES: en un hogar compacto y bien aislado, el combustible arderá a mayor temperatura, la combustión será más completa y limpia y habrá una mayor transferencia de calor hacia las ollas. Por tanto, para la construcción de las estufas, se hará la máxima elección de materiales termófogos. Si fuera requerido el uso de una plancha de hornillas metálica, el área superficial de la misma deberá ser lo más reducida posible a fin de minimizar las pérdidas térmicas al medio ambiente.

Para arribar a un diseño definitivo, a estos criterios, apoyados por trabajo experimental de verificación y optimización con prototipos, se suma el criterio de utilidad que en la concepción del producto, objeto de este estudio, fue definido en los siguientes términos:

"La adecuación con el contexto de necesidades, hábitos, recursos, preferencias, gustos y tradiciones en materia de alimentación y cocina de los usuarios potenciales, asociado a un bajo consumo de leña, llenando los requisitos complementarios de simplicidad, seguridad, durabilidad y buena apariencia"

Se tipificaron hábitos y necesidades de cocina de la familia rural y urbano-marginal guatemalteca, en tres tareas básicas:

- a) cocer frijoles negros, por ebullición en agua, durante dos o tres horas;
- b) hacer nixtamal o sea precocer el maíz por ebullición, durante una hora, en agua a la que se ha agregado un poco de cal;
- c) tortear o sea la operación de conformar la masa de maíz en tortillas y cocinar éstas sobre una plancha caliente o comal.

Por otra parte y siendo un criterio de utilidad el bajo consumo de leña, se identificó una serie de prácticas que asociadas al uso de una estufa térmicamente eficiente, favorecerían un mayor rendimiento, por lo que a juicio del investigador, su divulgación debería integrarse a la promoción de las estufas, son estas:

Llevar a ebullición rápidamente los alimentos para luego completar su cocción a fuego lento (al alcanzar el punto de ebullición, proseguir con fuego intenso sólo intensifica la evaporación).

Tortear en comal de no más de 40 cm de diámetro, cuya capacidad es de 7 tortillas, número que se ha comprobado en varias experiencias controladas es, en promedio, el máximo que una persona torteando puede mantener en el comal (uno de mayor diámetro perdería calor al medio ambiente de la superficie no utilizada).

Planear la ejecución de las tareas de cocina en combinaciones y/o secuencias apropiadas, a fin de hacer el mayor uso simultáneo de las hornillas.

Cocinar preferentemente en recipientes metálicos y no de barro, utilizando en cualquier caso siempre tapadera.

Utilizar recipientes adecuados a la tarea a realizar, no más grandes de lo necesario (por ejemplo, en un bote de un diámetro de 28cm por una altura de 24cm se pueden cocer perfectamente hasta

diez libras de malz).

Escoger utensilios que se ajusten bien al tamaño de las hornillas.
Rajar la leña en piezas delgadas para mejorar la combustión y facilitar su dosificación según la labor culinaria, no poniendo al fuego más leña de la necesaria.

Usar leña bien seca (con bajo contenido de humedad).

Apagar el fuego entre comidas.

Ajustar adecuadamente el tiro de la chimenea al nivel de fuego requerido.

Remojar y saturar el frijol previamente a la cocción.

Cocinar en días alternos, calentando los días en que no se cocina, práctica frecuente en muchos hogares.

Concluyendo que cuando un diseño dado ha sido bien determinado y suficientemente probado en cuanto a eficiencia térmica y utilidad dicho diseño se estandarizará, incluyendo también los propios utensilios de cocina, a fin de implementar su producción, promoción y difusión (ref Nos. 5 a 10)

2.2 LA RELACION PRODUCTO-USUARIO Marco social y económico

Para definir un marco social y económico de referencia al desarrollo, producción distribución y uso del producto, se aplicaron diversas metodologías: la recolección de indicadores económicos de nivel regional y nacional, publicados regularmente por distintas entidades gubernamentales y privadas; entrevistas con usuarios y expendedores de leña, seleccionados al azar, sobre usos culinarios y consumos, práctica sistemática y periódica; encuestas y prospección de poblados.

De los indicadores económicos, en razón de su natural desactualización y fácil acceso en momento útil, baste citar que para las familias de menores ingresos del país el renglón principal de la distribución del gasto familiar, con 2/3 del total, corresponde al de alimentos y bebidas, en que está comprendido todo lo referente a la actividad culinaria y que a su vez poco más de dos tercios de este gasto, lo constituyen la suma de las adquisiciones de maíz, frijol y leña.

En cuanto al trabajo de campo, siendo el mercado potencial del producto final las, aproximadamente, 1.6 millones de familias usuarias de leña de las comunidades urbano marginales y rurales de las cinco regiones del país, se decidió realizarlo en el Altiplano Central, no con la pretensión de generalizar las conclusiones de la información allí obtenida, sino como una primera base de trabajo y como un medio en el cual contrastar datos obtenidos de otras fuentes. Las razones por las que se escogió la región indicada fueron de índole práctica: cercanía y accesibilidad, y contactos con personas relacionadas con proyectos del programa; así como también, en atención a la solicitud de colaboración de entidades que tenían ya definida un área para sus proyectos de energía.

Para este estudio se preparó un cuestionario de encuesta comprendiendo cinco aspectos: combustible, cocina, alimentos, utensilios de cocina y familia. La encuesta, de la que a continuación se presenta como ejemplo un resumen de resultados, fue efectuada en las cuatro zonas de la población de Sumpango, Sacatepéquez.

I. COMBUSTIBLE: en el 95% de los casos, se emplea leña. La especie más utilizada es el pino (72% como especie de uso único y 21% en combinación con el encino). El 60% de los encuestados compra la leña. Las unidades comerciales utilizadas son: tarea=400 leños, carga=80 leños, tercio=40 leños. El dato más contrastado para el consumo promedio es de 2.2 leños/persona-día. Las dimensiones promedio de un leño encontradas fueron de longitud: 47.7cm, ancho: 7.4cm, peralte: 7.8cm. El 69% de las personas usa algún combustible auxiliar (79% de ellas, olote en tiempo de cosecha de maíz). -Peso promedio de un leño de pino 705gr-

II. COCINA: la estufa en el 79% de los casos está situada en una pieza cerrada. El 75% de las personas satisface sus necesidades de cocina con una o dos ollas en uso simultáneo y ninguna emplea más de 4, siendo este ya un número muy raramente encontrado (5% de los casos). La altura a la cual se cocina es variable, siendo en el 41% de los casos a ras del suelo.

III. ALIMENTOS:

A. FRIJOL: el 89% de las personas entrevistadas cuece de una a dos libras de frijol dos o tres veces por semana, siendo indiferente la hora del día a la que lo hace. El consumo promedio es de 0.17 lb/persona-día. La cocción se efectúa en 81% de los casos en olla de barro. El 91% de las personas usa tapadera en las ollas al cocerlo. Sólo el 35% reduce el fuego en el momento de la ebullición. No existe prácticamente la costumbre de dejar en remojo el frijol desde el día anterior para facilitar su cocción. Las dimensiones de las ollas más frecuentemente empleadas varían en su diámetro máximo entre 22 y 30 cm. El tiempo empleado para cocer el frijol es función de su

calidad y el más frecuentemente encontrado es de 3 horas.

B. MAIZ: el 80% de las personas encuestadas prepara diariamente el nixtamal y las cantidades más frecuentemente preparadas están entre 4 y 8 libras. El consumo promedio es de 0.90 Lb/persona-día. El 69% de las personas lo prepara por la mañana. Sólo el 28% usa tapadera en el recipiente al preparar el nixtamal. Se prepara en el 55% de los casos en un bote cilíndrico. Las dimensiones del utensilio empleado más frecuentemente encontradas varían entre 25 y 30 cm para el diámetro. El tiempo más frecuentemente encontrado para la cocción va de una a dos horas.

C. TORTILLAS: el 94% de las personas hace tortillas diariamente. 91% de ellas usa comal de barro (la opinión sobre el comal de metal es negativa para un porcentaje igual). El diámetro de comal más frecuentemente empleado va de 40 a 52 cm. El diámetro de tortilla más frecuente se sitúa entre 10 y 12 cm. El tiempo que se emplea para tortear más frecuentemente reportado va de media a una hora.

IV. FAMILIA: en el 88% de los casos una sola familia habita la casa, en el resto el número de familias es de dos. El número de personas que habita cada casa de las encuestadas va de una a once como máximo, y se encuentran con más frecuencia casas donde viven de siete a diez personas. El número de niños que se encuentra con más frecuencia es de uno a tres, y de cinco a seis. Para determinar los consumos, se tomó un niño=0.5 adulto. La familia promedio es de 7 miembros: 4 adultos y 3 niños. El equivalente adulto (persona) promedio es de 6.

En un 75%, las personas entrevistadas estarían dispuestas a probar una nueva estufa.

La prospección de poblados, análisis monográfico, visitas y entrevistas se inscribe en la perspectiva de una primera aproximación a puntos de localización de plantas. Datos que no es relevante citar fuera del contexto de un proyecto concreto.

En cuanto a la comercialización del producto, normalmente dirigido a las familias de menores ingresos y/o a los habitantes de regiones donde no son accesibles a nivel doméstico otros energéticos, son de tomarse en cuenta los siguientes criterios:

Pretender que el producto será aceptado por los usuarios en función de su precio extremadamente bajo o hasta nulo y por ser de una tecnología y manejo muy simples, es negar la evidencia de que entre los grupos de menores ingresos hay mercado para transistores, bicicletas, máquinas de coser, entre otros enseres que de mayor sofisticación y precio encuentran aceptación. La aceptación del producto dependerá más bien de su buen funcionamiento y de su capacidad para satisfacer las necesidades de quienes lo adquieran.

Hay una contradicción profunda en el hecho de presentar el producto como beneficioso por las economías de leña que a largo plazo se obtendrán con él, a personas que se presume se desenvuelven en una economía de subsistencia con visión de corto plazo. Tratar de convencer a una persona de hacer un desembolso monetario, por reducido que este sea, usando dicho argumento, entraña aspectos que hay que considerar: si bien para las personas que compran la leña, efectivamente una reducción del

consumo se traducirá en términos monetarios, para los que la recogen, este se convertirá en tiempo disponible o en todo caso en ahorro de trabajo, pero para ambos grupos hay que tomar en cuenta, como se anotó anteriormente, que la economía de leña no es función solamente de una estufa térmicamente eficiente, y que menos ahorros de los esperados por los usuarios podrían traducirse en rechazos. De la misma manera, los problemas ecológicos están muy lejos de las preocupaciones cotidianas del común de la gente. Será preferible ponderar más los valores de uso y estima: utilidad, aumento del confort, estética del hogar e imagen en general; evitando, sin embargo, en campañas promocionales, crear falsas expectativas: se tienen informes de casos de personas que tras una campaña promocional se muestran inconformes con recibir una estufa de leña y son renuentes a usarla, aunque, en principio, sea la que se adapta a sus condiciones de vida.

Deberá considerarse acceder a los puntos de venta de productos de manufactura local (p.e. las planchas metálicas para estufas de leña producidas en el Altiplano Central y Occidental y vendidas en mercados y ferreterías locales) como un primer ensayo de llegar libremente al usuario (no en el contexto de una campaña de economía de leña).

Como un factor correlacionado, debe tenerse en cuenta que la demanda de la leña es inelástica.

CAPITULO III DEFINICION DEL MODELO A PRODUCIR

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Existen dos sistemas CETA de construcción de estufas:

a) TerraCETA: de construcción monolítica in situ, que utiliza tierra arcillosa como materia prima la cual es compactada dentro de un molde desarmable (ref 8 Y 11) y

b) PrefabricadoCETA (PF-CETA): de producción en planta, con diversas opciones en lo referente a materiales de construcción.

De interés para el presente trabajo es el último sistema citado, cuyas características generales se definen así:

Las estufas se construyen a partir de pequeños elementos prefabricados, diseñados para ser ensamblados (por los propios usuarios). El cuerpo de las mismas está conformado por la CUBIERTA o PLANCHA DE HORNILLAS y por los BLOQUES PERIMETRALES que la soportan; ciertos modelos se completan con una chimenea, amortiguador y bloque deflector. Se arman por simple yuxtaposición de sus componentes, sin necesidad de pegarlos con mortero: los bloques perimetrales tienen un rebajo en el que encaja la plancha de hornillas, lo que da a las estufas la hermeticidad necesaria para su adecuado funcionamiento, a la vez que suficiente estabilidad para conservar su forma al estar en servicio.

Ventajas: siendo compactos y livianos, los elementos son de fácil manejo, transporte y almacenamiento; su pequeño tamaño los hace menos vulnerables a la fractura por esfuerzos internos causados por expansión térmica; al no pegarse con mortero, se remueven fácilmente para reemplazarlos en caso de deterioro.

La producción estandarizada de los elementos garantiza la

fidelidad de reproducción, del modelo de estufa elegido, en cada unidad.

3.2 EL MODELO HC-30 ϕ -24 ϕ -CH o ESTUFA RURAL

Por su solidez, durabilidad, bajo costo y facilidad de fabricación, se escogió fabricar el modelo PF-CETA-HC-300-240-CH, cuya principal característica la constituye la particular estructuración de su plancha, consistente en una armazón ligera de hierro, soldada, rellena con concreto espumoso de pómez; de ahí su designación (HC= Hierro y concreto).

La armazón consta de un marco rectangular de hierro plano de 3 por 40mm de sección transversal, el cual conforma el borde externo de la plancha; tres aros circulares del mismo material, para formar los agujeros para ollas y chimenea; y varios segmentos de varilla de hierro de 6mm de diámetro, cuya función es reforzar y retener el relleno de concreto espumoso colocado en los espacios entre el marco y los aros. Todas las piezas metálicas están sólidamente unidas entre sí con soldadura al arco.

La plancha mide 80cm de longitud, 31cm de ancho y 4cm de espesor. Tiene una hornilla principal de 30cm de diámetro, una hornilla secundaria de 24cm de diámetro y agujero para la chimenea de 10cm de diámetro, y es soportada por siete bloques perimetrales idénticos, de 11cm por 26cm de base y 16cm de altura, con un rebajo en su parte superior de 4 por 4 por 26cm, estos últimos son moldeados a presión a partir de una mezcla de arena pómez y cemento en una proporción volumétrica de 1 a 10.

La cámara de combustión mide 12cm de altura, 22cm de ancho y 40cm

de longitud. No necesita bloque deflector.

La plancha pesa 10Kg y cada bloque perimetral 5Kg, lo que da un total para la estufa de 45Kg. El peso de hierro utilizado es de solamente 4.5Kg.

Para su adecuado funcionamiento, la estufa necesita una chimenea de una altura efectiva minima de un metro. En caso de utilizar una chimenea de mayor altura, se hace necesario instalar una sencilla válvula de mariposa en su base para regular el tiro.

Las chimeneas pueden ser adquiridas comercialmente a bajo precio, habiendo en Guatemala una industria tradicional que las produce en pequeños talleres. Consisten éstas en tubos de hojalata de 10cm de diámetro y un metro de longitud, con o sin válvula incorporada, que pueden acoplarse para obtener distintas alturas.

La estufa se utiliza en combinación con los siguientes utensilios: un bote de nixtamal de 28cm de diámetro y 24cm de altura, con tapadera; un comal de 40cm de diámetro; y una olla metálica de 24cm de diámetro y 16cm de altura, con tapadera.

La designación PF-CETA-HC-30 ϕ -24 ϕ -CH corresponde a: estufa fabricada según el sistema prefabricado, con plancha de hierro-concreto, con hornillas de 30 y 24cm de diámetro, provista de chimenea. Por conveniencia, se le denomina HC RURAL.

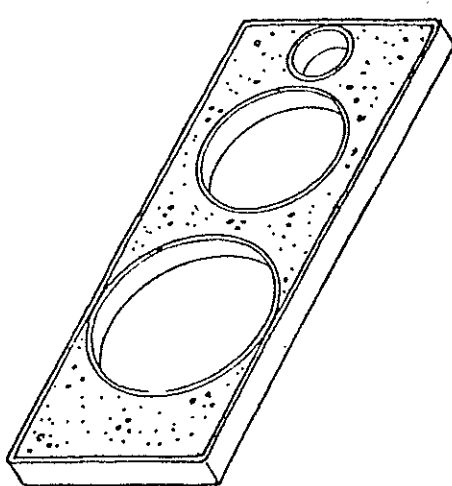
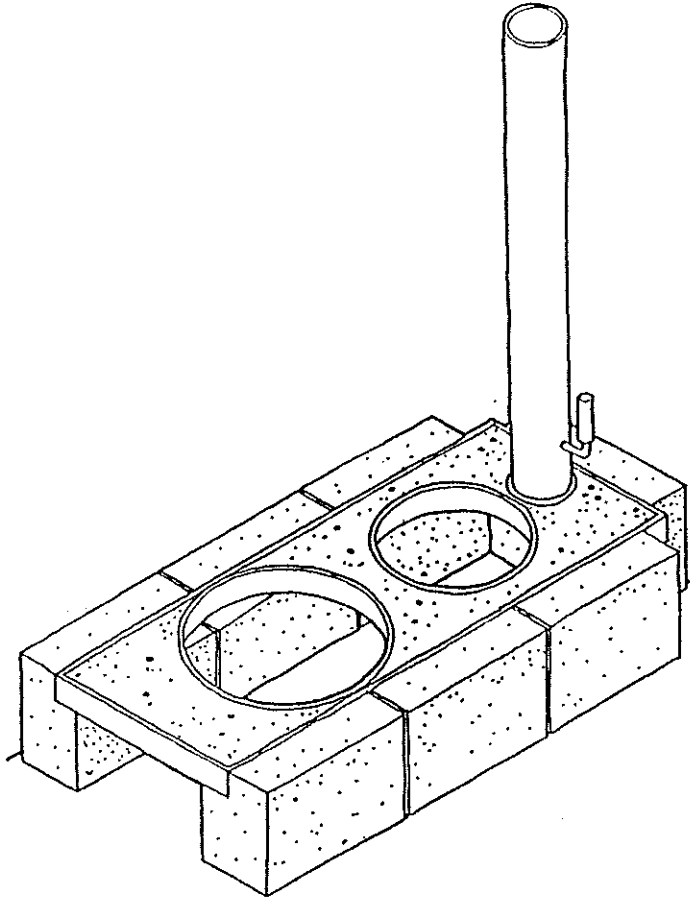
Su vida útil se estima en 10 años.

(gráfica 3)

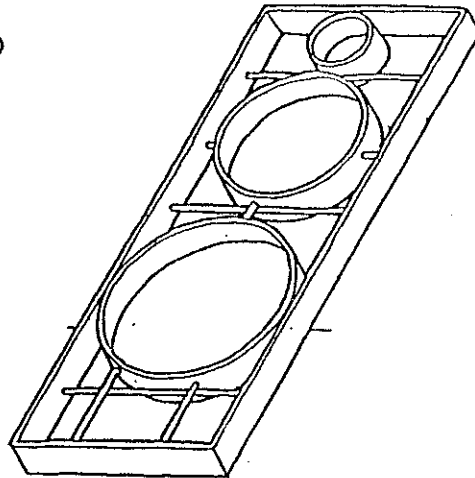
3.3 PRUEBAS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio tienen el objetivo de determinar si el modelo propuesto está entre los límites que permiten predecir, en

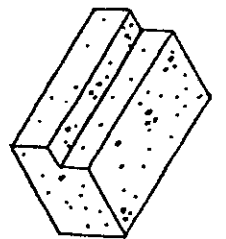
MODELO HC-300-240-CH "ESTUFA RURAL"



PLANCHA DE HIERRO-CONCRETO



ARMAZON



BLOQUE DE SUELO-CEMENTO

GRAFICA 3

adecuadas condiciones de uso, su rendimiento efectivo.

Las pruebas de ebullición fueron normalizadas, según un estándar internacional (ref 12 y 13) y su principal indicador es la eficiencia térmica o Porcentaje de Calor Utilizado total (PCUt) para el que se tiene la siguiente clasificación:

0-10% bajo, 10-15% medio,
15-20% bueno, 20-30% alto, 30+% muy alto.

Por ser la eficiencia total la suma de las eficiencias de cada hornilla, es recomendable contrastar la información bajo el criterio del calor útil en cada una de éstas (es decir, el mínimo necesario para poder realizar una tarea culinaria).

Las pruebas de cocina controlada, aparte de comprobar la adaptabilidad a las tareas principales en función de las que fue diseñada la estufa, dan un índice de los consumos promedio para realizarlas. En este caso se ha tomado como base para llevarlas a cabo, la alimentación diaria de una familia campesina típica:

*hacer nixtamal con 3 Kg de maíz,
*tortear 6 Kg de masa,
*cocer 1 Kg de frijoles negros.

La experiencia ha demostrado que con esta estufa el consumo de leña se minimiza solamente cuando las mencionadas labores se organizan de acuerdo al siguiente esquema que fue adoptado para las pruebas: tortear y hacer nixtamal, en sucesión en la hornilla principal, mientras se cocen los frijoles en la hornilla secundaria.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE EBULLICION:
(Promedio de cinco ensayos)

	OLLA PRINCIPAL	OLLA SECUNDARIA
Dimensiones	D:28cm H:24cm	D: 22cm H: 16cm
Masa de agua	5.0 Kg	3.0 Kg
Tiempo para ebullición	25 minutos	50 minutos
Eficiencia (PCU)	21.7%	9.5%

EFICIENCIA TOTAL (PCUt): 31.2%, DURACION DEL ENSAYO: 80 minutos
POTENCIA PROMEDIO: 4.8 KW

RESULTADOS DE PRUEBAS DE COCINA CONTROLADA:
(Promedio de cinco ensayos)

HORNILLA PRINCIPAL:

1. Tortear

Cantidad:	6Kg de masa
Utensilio empleado:	comal cerámica/ D: 40cm
Tiempo para calentamiento:	7 minutos
Tiempo de torteado:	90 minutos
Tiempo total:	97 minutos

2. Nixtamal (Precocer Maiz)

Cantidades:	3Kg de maíz en 5Kg de agua
Utensilio empleado:	Bote metálico de 28cm O, 24cm H.
Tiempo para ebullición:	15 minutos
Tiempo en ebullición:	60 minutos
Tiempo total:	75 minutos

Tiempo total para tortear y hacer nixtamal 172 minutos.

HORNILLA SECUNDARIA:

1. Cocer Frijoles

Cantidades	3 Kg de frijol en 4 Kg de agua
Utensilio empleado	olla metálica D: 22cm H: 16cm
Tiempo para ebullición	26 minutos
Tiempo en ebullición	150 minutos
Tiempo total	176 minutos

Consumo total de leña: 3.75Kg (unos 5 leños comunes). Potencia promedio: 6KW. Por comparación un ama de casa en el campo utiliza entre 16 y 20 leños (11 a 14Kg) en efectuar las mismas tareas (y otras menores) a fuego abierto.

3.4 PRUEBAS CON USUARIOS SELECCIONADOS

En la ejecución de un convenio suscrito en 1986 con el Ministerio de Energía y Minas, se fabricaron en el CII doscientas estufas CETA-HC, cien de las cuales del tipo Rural para ser distribuidas en comunidades situadas en un radio no mayor de 40 kilómetros de la capital a fin de evaluar su utilidad y aceptabilidad (ref 14)

Un sondeo para tres tipos de comunidades: rural indígena, rural con influencia urbana y urbano marginal, del área señalada, arroja la siguiente definición del usuario (en los aspectos identificados como básicos en la fase de diseño):

FAMILIA:

Rural indígena: 7 miembros, 4 adultos y 3 niños

Rural con influencia urbana: 8 miembros, 5 adultos y 3 niños

Urbano marginal: 7 miembros, 4 adultos y 3 niños.

NIXTAMAL Y TORTILLAS: en los tres tipos de comunidades, la mayoría de personas hace nixtamal y tortillas a diario. Las libras de maíz cocidas por vez se sitúan entre 4 y 8 , siendo el modo 6 Lb y el consumo promedio 1 Lb/persona-día.

FRIJOL: en los tres tipos de comunidad, se prepara mayoritariamente cada 2 días, y la cantidad más frecuentemente preparada por vez es de 2 Lb; los consumos promedio no superan las 0.25 Lb/persona-día.

LEÑA: cuando se trata de leña rajada, los consumos medios diarios varían entre 15 y 20 leños, si se trata de leña rolliza, ("palito"), entre uno y dos "manojos" (un manajo=50 unidades).

Valor comercial de la leña:

Rajada: 0.05, 0.06, 0.08 y 0.10 Q/unidad, según la comunidad.

Palito: 0.25 o 0.50 Q/manojo.

(Tasa de Cambio de referencia/US\$ en 1986: 2.70 Q/US\$)

Precio actual de la leña rajada: 0.50, 0.60 y 0.80 Q/unidad, según el lugar. (Tasa de Cambio de referencia/US\$ 1995: 5.80 Q/US\$)

Debe hacerse notar que los datos sobre consumo de leña, sea en unidades por día o gasto diario en quetzales, que arrojan las encuestas, son únicamente índices generales y así deben ser interpretados. Para estudios de rendimiento antes y después de la adopción de una estufa economizadora por un grupo de personas, es recomendable usar otros métodos, estudios transversales, monitoreos en que se lleve un récord de consumo diario de las familias escogidas, anotando claramente las variables que influyan en el mismo o récords de consumos por tareas determinadas, por ejemplo.

UTENSILIOS DE COCINA: en las comunidades rurales, el comal utilizado es en un 100% de barro. En las rurales con influencia urbana y urbano marginales en proporciones que van del 10 al 50%, se utiliza el comal de metal igualmente. Con respecto a las ollas, en las comunidades rurales se usan las de barro (excepto para preparar el nixtamal). En las urbano marginales y rurales con influencia urbana está bastante generalizado el uso de ollas metálicas.

COMBUSTIBLES: el uso de gas propano o kerosina sólo aparece en las comunidades con influencia urbana y urbano marginales.

Extensión del sondeo: 195 familias de 15 comunidades.

La distribución y evaluación de las estufas (que fueron entregadas con utensilios: un bote para nixtamal de 28cm de diámetro y 24cm de altura y un comal de metal de 40cm de diámetro) estuvo a cargo del Ministerio de Energía y Minas (Dirección de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía) y fue ejecutada por la organización Visión Mundial Internacional.

La encuesta evaluativa realizada por esta última, presenta resultados muy favorables en cuanto a adaptabilidad, aceptación y economías de combustible (ref 14)

A partir de la fecha señalada, se han distribuido por distintas instituciones cientos de Estufas Rurales, resultados de diversas encuestas, al cabo de periodos variables de uso, tienden a indicar una mayoría de usuarios satisfechos que encuentran la estufa conveniente y manifiestan ahorrar leña (algunas estufas han estado en uso continuo por más de cinco años) pero también dan cuenta de deserciones y de problemas de uso que se evalúan como retroalimentación para el diseño. (ref 14 a 16)

CAPITULO IV IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PILOTO

4.1 ASPECTOS GENERALES

Hasta el año de 1986, se fabricaron únicamente prototipos para pruebas de laboratorio y campo de las distintas estufas CETA; aunque paralelamente se hablan diseñado y fabricado por el mismo Centro de Experimentación máquinas que permitian una producción a mayor escala; a partir de dicho año, distintas entidades, a través de convenios suscritos con el CII, solicitaron estufas para realizar pruebas con usuarios seleccionados; la demanda total fue de 500 unidades CETA-HC, en base a la cual se lanzó la producción piloto. Por razones de conveniencia económica, contando con las instalaciones del CII, ejecutor de los proyectos, se usaron para la fabricación dos áreas de ese Centro (Planta Piloto): una para la conformación de marcos y otra para el fundido de planchas y el moldeado de bloques perimetrales. Esta experiencia permitió determinar, en un primer tiempo, las necesidades de espacio y el tipo de instalaciones compatibles con las distintas fases del proceso en una unidad mínima de producción. Tomando en cuenta que por el enfoque que se da hasta ahora al problema de la leña y el ámbito en que tiene lugar la deforestación, el montaje y gestión de plantas de este tipo estaria en manos de organizaciones de servicio comunitario que proveerian a la población de las comunidades que abarcara su radio de acción. Por otra parte y siempre bajo la perspectiva de utilizar el mínimo de recursos, tanto humanos como materiales, intervinieron en las distintas etapas en que se desarrolló la producción piloto tres personas, lo que permitió concluir que para el nivel de producción propuesto podrian trabajar convenientemente dos

operarios de mediana calificación y uno no calificado en la producción de planchas, y en el moldeado de bloques, en el que se tenía una basta experiencia para otras utilizaciones, dos de mediana calificación y uno no calificado, además de otro obrero no calificado, para ambos sectores, que auxiliaría principalmente en la recepción de materiales y despachos.

En la primera etapa, al detectarse como una necesidad, se desarrollaron ayudas de trabajo (plantillas para la soldadura y topes para el corte y para el doblado de marcos) y se afinó el diseño, lo que facilitó la producción en etapas subsiguientes.

A solicitud de las instituciones involucradas, se tuvo en otras etapas posteriores experiencias de adiestramiento de personal en las que se confirmó que la motivación, la identificación con la labor y el producto y el logro de metas, son factores importantes para un buen desempeño.

Cada etapa tuvo una duración de dos semanas y la producción máxima por periodo fue de 200 estufas, misma que se tomó como base del método productivo que aquí se propone.

A todo lo largo de la experiencia, se hicieron mediciones de trabajo identificando cada operación que interviene en el proceso y sus componentes. El proceso se presenta como un ciclo diario con un límite de 160 horas mensuales de trabajo.

4.2 EL PRODUCTO

Del producto: Estufa Rural PF-CETA-HC-30 ϕ -24 ϕ CH que fue extensamente definido en el capítulo 3, se presenta un plano de detalle y explosión de materiales en la gráfica 4.

4.3 MAQUINAS, EQUIPO, MATERIALES Y MANO DE OBRA

Se detalla a continuación el equipo básico para la fabricación, el que se complementa normalmente con otras herramientas comunes a talleres de fabricación de este tipo que no se considera necesario listar.

4.3.1 Conformación de marcos

1) Cizalla industrial para hierro

Marca y modelo propuestos: Peddinghaus, modelo 1BR4

-Descripción/Especificaciones: corte chapa hasta 4mm, acero redondo hasta 10mm.

-Origen: obtenible comercialmente en ferreterías.

-Precio de venta(1995): Q 953.00

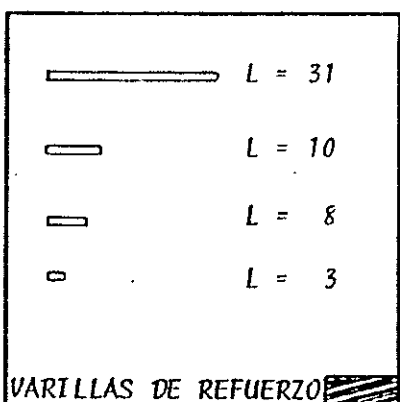
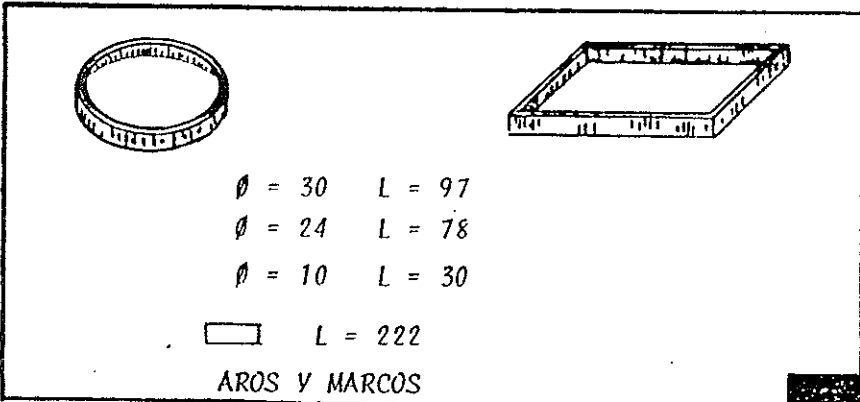
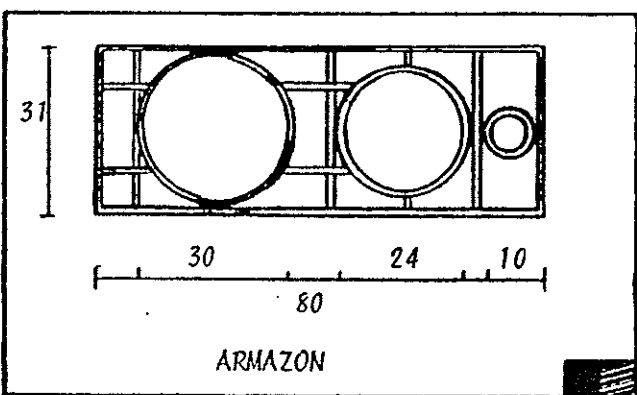
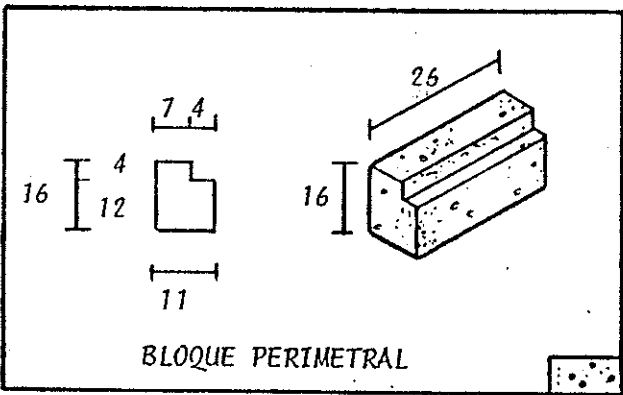
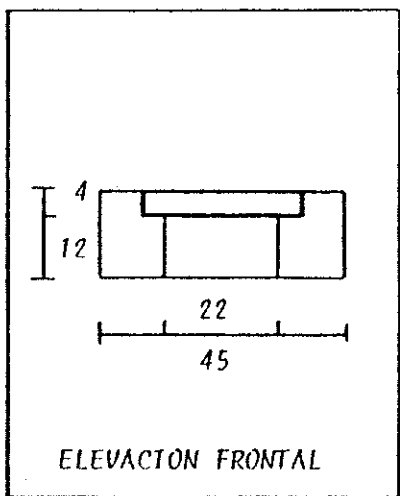
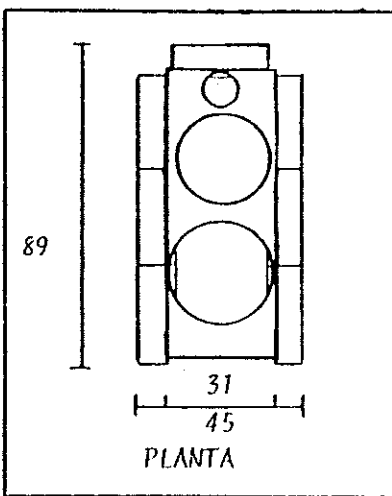
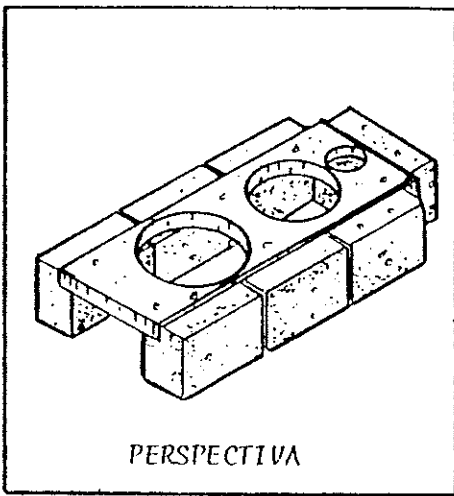
-Cantidad requerida: 1 unidad




2) Máquina dobladora

Marca y modelo propuestos: CETA

-Descripción/Especificaciones: máquina provista de un dado fijo que sirve de matriz y una mordaza a tornillo que sujeta el material a doblar. Un dado móvil, accionado a palanca, empuja el material para efectuar el doblar. Dos topes ajustables permiten el duplicado de dobleces.

-Origen: diseño y fabricación de CETA, especialmente adaptado para producción de marcos; un tope define el ancho del marco y otro la longitud



-  Suelo Cemento 1:10
-  Hierro Plano (Hembra) 1/8" x 1 1/2" x 600cm
-  Varilla de Hierro de 1/4" de \emptyset x 600cm

HC-30 \emptyset -24 \emptyset -CH ESTUFA RURAL

Dimensional: centímetros

- Precio de venta(1995): Q 1,800.00
 - Cantidad requerida: una unidad.
- 3) Máquina roladora
- Marca y modelo propuestos: CETA
- Descripción/Especificaciones: máquina provista de dos rodillos de guala y un rodillo impulsor a cigüeña, entre los cuales se coloca la tira a rolar. Un ajuste a tornillo, actuado por manivela, acerca el rodillo impulsor hacia los rodillos de guala, para disminuir el diámetro del aro a obtener.
 - Origen: diseño y fabricación de CETA.
 - Precio de venta (1995): Q 1,800.00
 - Cantidad requerida: 2 unidades.
- 4) Plantilla para ensamblado y soldado
- Descripción/Especificaciones: placa de hierro de 1/8" de espesor, algo más ancha y larga que las armazones a soldar, provista de topes y alzas para alinear e inmovilizar las distintas piezas componentes durante el soldado.
 - Origen: diseño y fabricación de CETA
 - Costo (1995): Q 100.00
 - Cantidad requerida: dos unidades
- 5) Soldadora de Arco
- Marca y modelo propuestos: Lincoln Electric 225 GLM
- Descripción/Especificaciones: 225 amperes de capacidad, 2KW (electrodos E6013 de 1/8")
 - Origen: obtenible comercialmente en tiendas especializadas.
 - Precio de venta (1995): Q 1,700.00
 - Cantidad requerida: una unidad.

- A) Banco de madera de 0.30 x 5.00 x 0.85 m de alto para montar cizalla.
Costo (1995): Q 375.00. -Cantidad requerida: una unidad.
- B) Banco de madera de 1.00 x 1.50 x 0.85 m de alto para montar una dobladora y dos roladoras.
Costo (1995): Q 375.00 -Cantidad requerida: una unidad.
- C) Banco de madera de 1.00 x 2.40 x 0.60 m de alto para apilar piezas roladas y dobladas.
Costo (1995): Q 600.00 -Cantidad requerida: una unidad.
- D) Banco de madera de 0.75 x 1.00 x 0.85 m de alto para ensamblar armazones.
Costo (1995): Q 187.50 -Cantidad requerida: dos unidades.
- E) Carretón de plataforma de 0.80 x 2.00m
Costo (1995): Q 700.00 -Cantidad requerida: una unidad
- 6) Recipientes tubulares de 15cm de diámetro y alturas: 1m, 80cm, 70cm y 20cm para colocar piezas de hierro plano cortadas. Costo de los 5 recipientes: Q 100.00
- 7) Bandeja con 4 compartimientos de 32x45x12cm de fondo para colocar piezas de varilla de hierro. Costo Q 40.00
- 4.3.2 Fundido de planchas:
- F) Banco de madera de 1.00 x 1.40 x 0.85m de alto para rellenar planchas.
Costo (1995): Q 350.00 -Cantidad requerida: una unidad.
- 8) 40 paletas para suportar planchas de 1.00 x 0.35m de superficie por 3.5cm de alto, con 4 espaciadores de 5cm de alto.
Costo: Q 18.00/unidad.

- una carretilla de mano - Q 150.00,
- un recipiente para medir de 0.03 m³ - Q 50.00,
- dos palas - Q 36.00/unidad,
- un azadón - Q 36.00/unidad,
- una regadera de 5 galones - Q 26.00/unidad,
- dos cubetas - Q 8.05/unidad,
- dos cucharas de albañil - Q 10.95/unidad,
- dos mazos de hule No. 2 - Q 18.95/unidad,
- dos planchas llanas - Q 12.95/unidad,
- una batea de 0.60 x 1.00 m - Q 30.00/unidad.

4.3.3 Moldeado de bloques

9) Máquina de prensar bloques

Marca y modelo propuestos: CETA

-Descripción/Especificaciones: máquina compacta y liviana mecánicamente simple y de fácil manejo, capaz de moldear a presión bloques de suelo cemento de formas diversas, densos, bien conformados y de alta calidad estructural. Construida totalmente de acero, está compuesta de tres partes principales:

*un molde con su tapadera,

*un émbolo que constituye el fondo del molde,

*un sistema de palanca acodada que acciona el émbolo para comprimir la mezcla de suelo-cemento dentro del molde y para expulsar el bloque así formado. (ref 17)

-Origen: diseño y fabricación de CETA.

-Precio (1995): Q 3,500.00

-Cantidad requerida: una unidad.

- Una carretilla de mano - Q 150.00.
- un recipiente de medir de $0.03m^3$ - Q 50.00.
- dos palas - Q 36.00/unidad.
- un azadón - Q 36.00/unidad.
- una regadera de 5 galones - Q 26.00/unidad.

(Los índices A a G y 1 a 9 se corresponden con las literales y números de las gráficas 6, 7 y 8)

4.3.4 MATERIALES

4.3.4.1 Para una producción diaria de 40 planchas

- 29 tiras de hierro plano de $1/8"$ x $1\ 1/2"$ x 6m - Q 19.90/unidad.
- 10 varillas de hierro de $1/4"$ de diámetro x 6m - Q 4.60/unidad.
- 7 libras de electrodo E-6013 de $1/8"$ de diámetro - Q 6.00/lb.
- 1.50 sacos de cemento portland - Q 26.00/saco (puesto en obra).
- 0.20 metros cúbicos de arena pómez - Q 60.00/m (puesto en obra).

4.3.4.2 Materiales para un ciclo de producción de 60 bloques (5 ciclos/día, producción diaria: 300 bloques)

- 1 saco de cemento portland - Q 26.00/saco.
- 0.29 metros cúbicos de arena pómez - Q 60.00/m.

4.3.5 MANO DE OBRA

4.3.5.1 Para fabricación de planchas

- 1 Encargado (herrero-soldador) - Operario tipo A
- 1 Ayudante (herrero-soldador) - Operario tipo B
- 1 Peón - Operario tipo C

4.3.5.2 Para moldeado de bloques perimetrales

- 1 Encargado (albañil) - Operario tipo A
- 1 Ayudante (albañil) - Operario tipo B
- 1 Peón - Operario tipo C

4.3.5.3 Auxiliar

- 1 peón - Operario tipo C

4.3.5.4 Sueldo Operarios

Tipo A: Q 1,125.00 - Tipo B: Q 945.00 - Tipo C: Q 540.00

4.4 LA PLANTA

La planta propuesta ocupa un área de terreno total de 216 metros cuadrados, dividida en 5 secciones.

- (1) Un recinto bien ventilado y con buena iluminación natural de 5m de ancho por 9m de longitud (45m²) para la fabricación de las armazones.
- (2) Un cobertizo solamente techado de 5m de ancho por 6m de longitud (30m²) para el fundido de planchas.
- (3) Una pieza de 3 metros de ancho por 7 metros de longitud para instalaciones sanitarias y bodega (21m²)
- (4) Un cobertizo de 5 metros de ancho por 7 metros de longitud (35m²) para el moldeado de bloques.
- (5) Un área de acceso y maniobra para personas y vehículos.

(Gráfica 5: plano de conjunto; Gráfica 6: detalle de distribución de planta del armado; Gráfica 7: detalle de distribución de planta del fundido de planchas; Gráfica 8: detalle de distribución de planta del moldeado de bloques)

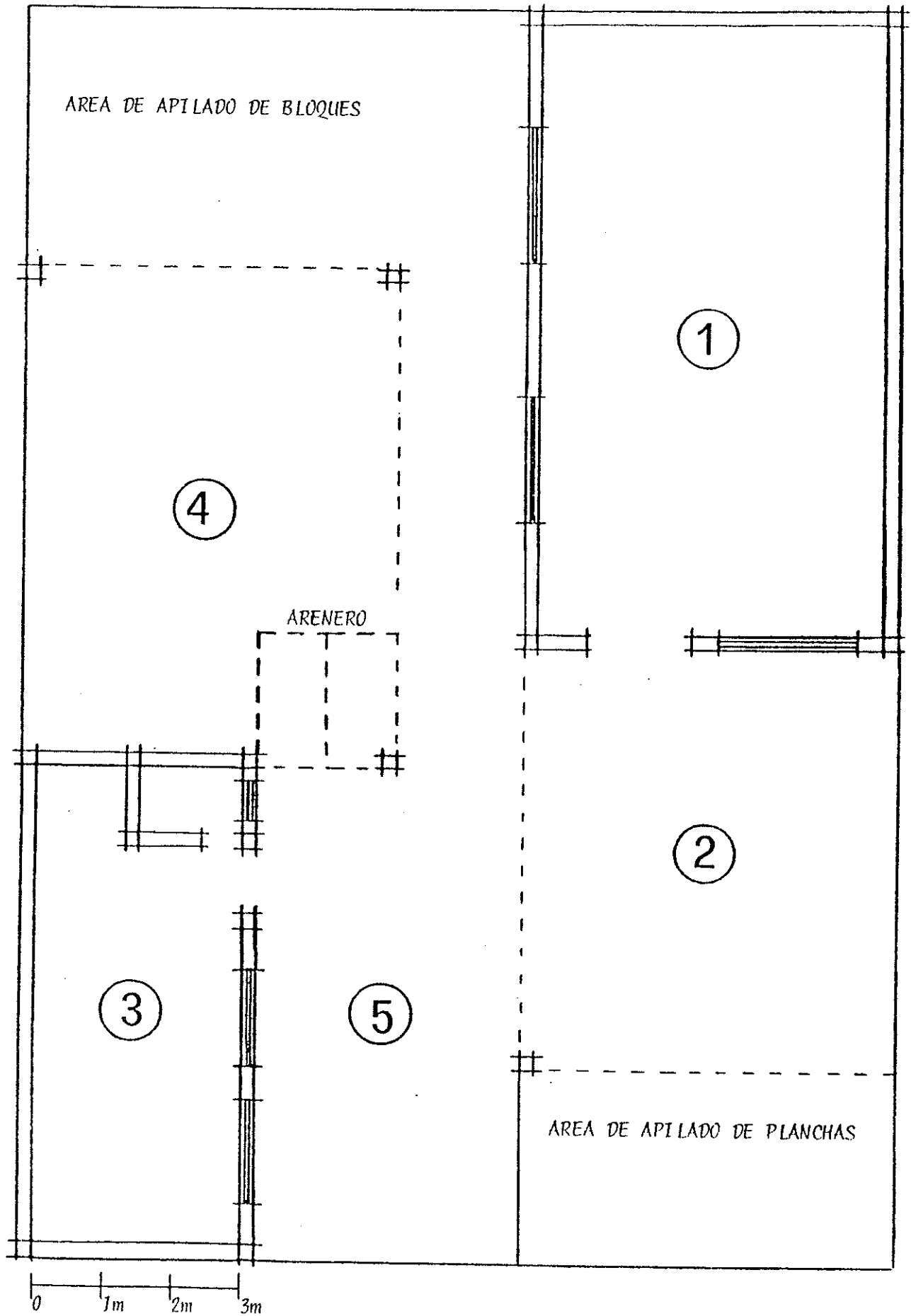
4.5 EL PROCESO

En la fabricación de las estufas HC, intervienen dos procesos independientes: la fabricación de planchas y el moldeado de bloques perimetrales.

4.5.1 La fabricación de planchas

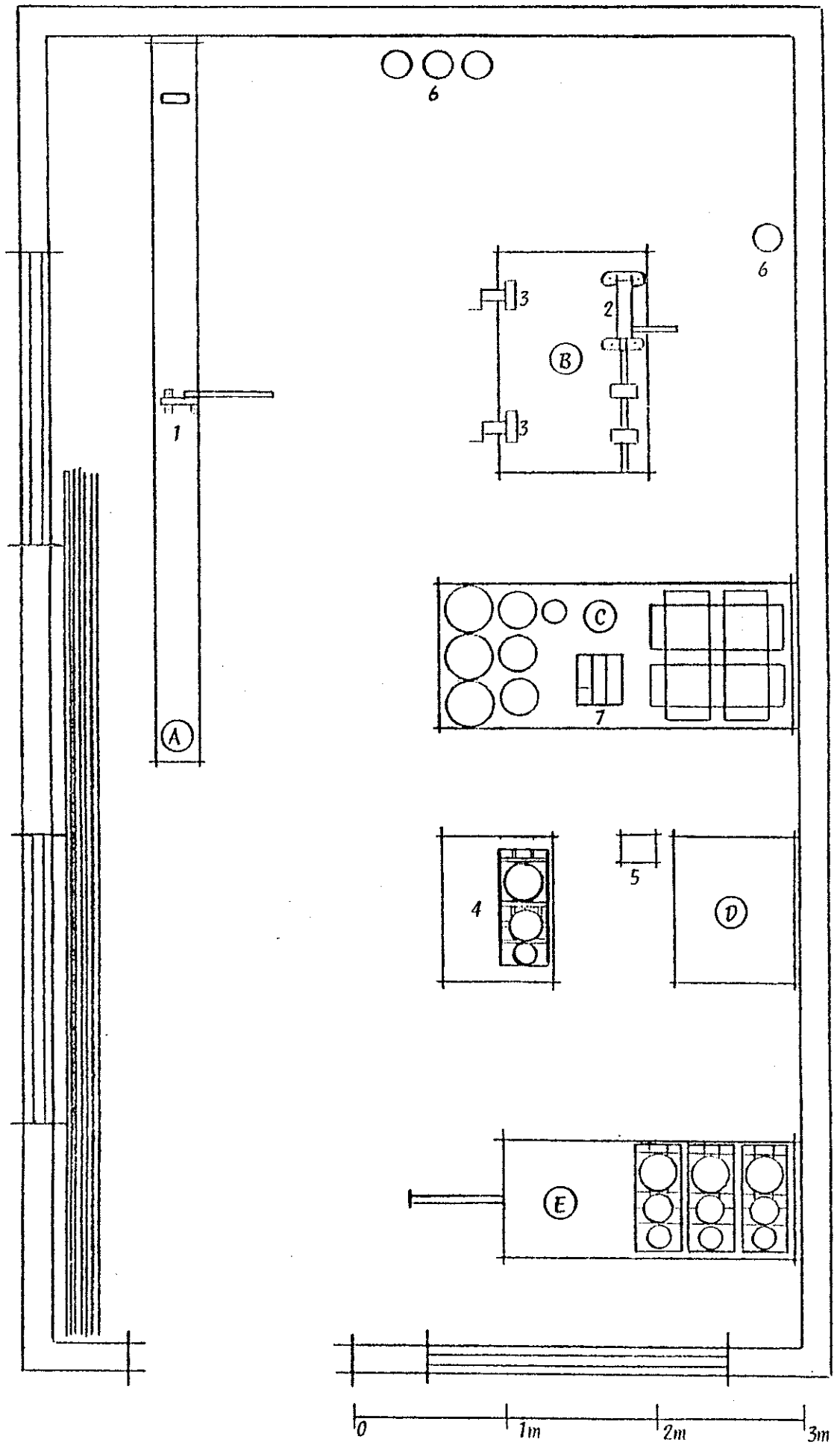
La fabricación de planchas se hace en dos etapas: el coforado de armazones y la fundición. En el sistema propuesto, los operarios se desplazan con los materiales, ejecutando en cada estación cada una de las operaciones hasta obtener el producto final: 40 planchas, en una Producción Modular.

PLANTA DE FABRICACION DE ESTUFAS RURALES HC 300-240-CH



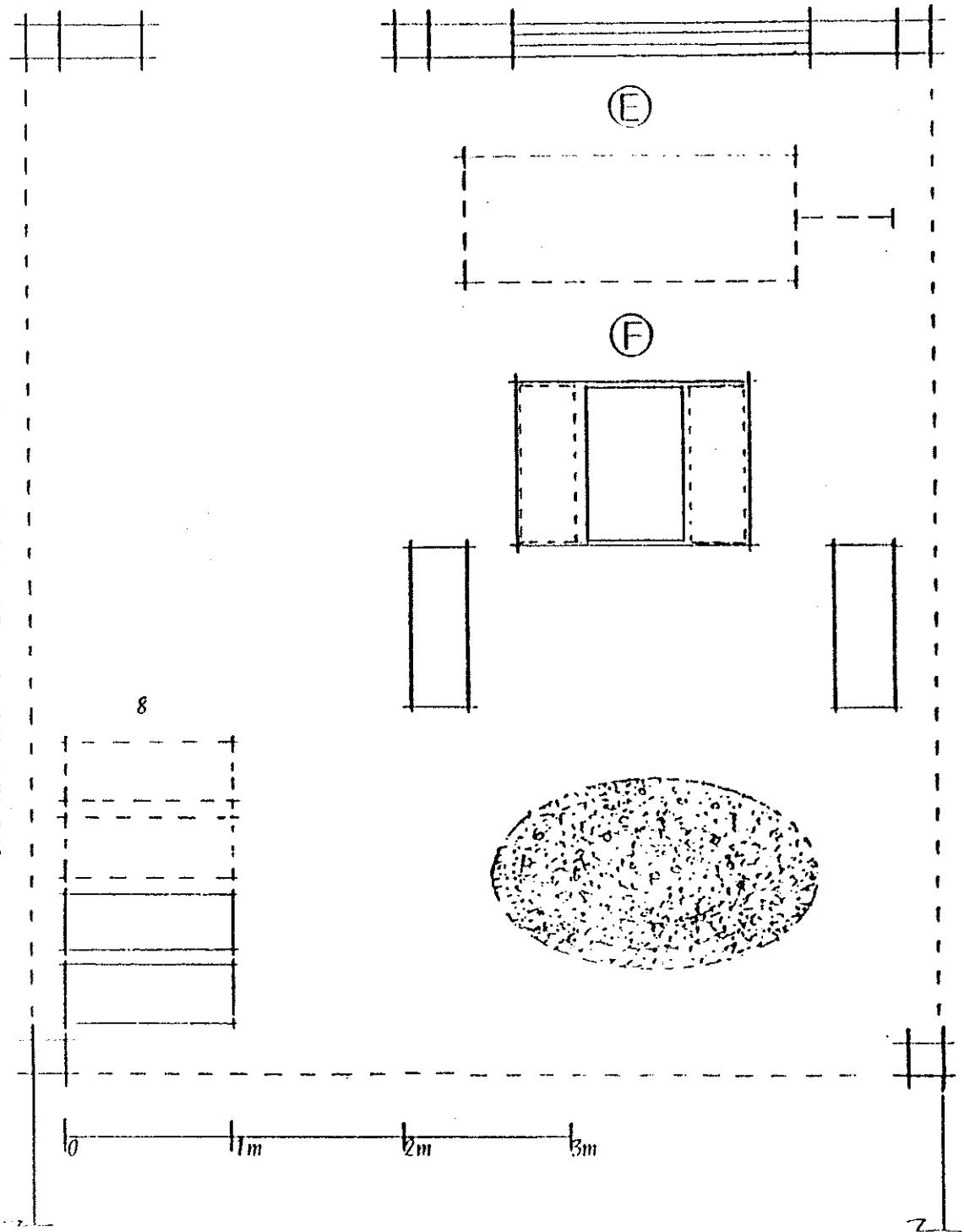
GRAFICA 5

DISTRIBUCION DE PLANTA PARA LA FABRICACION DE ARMAZONES



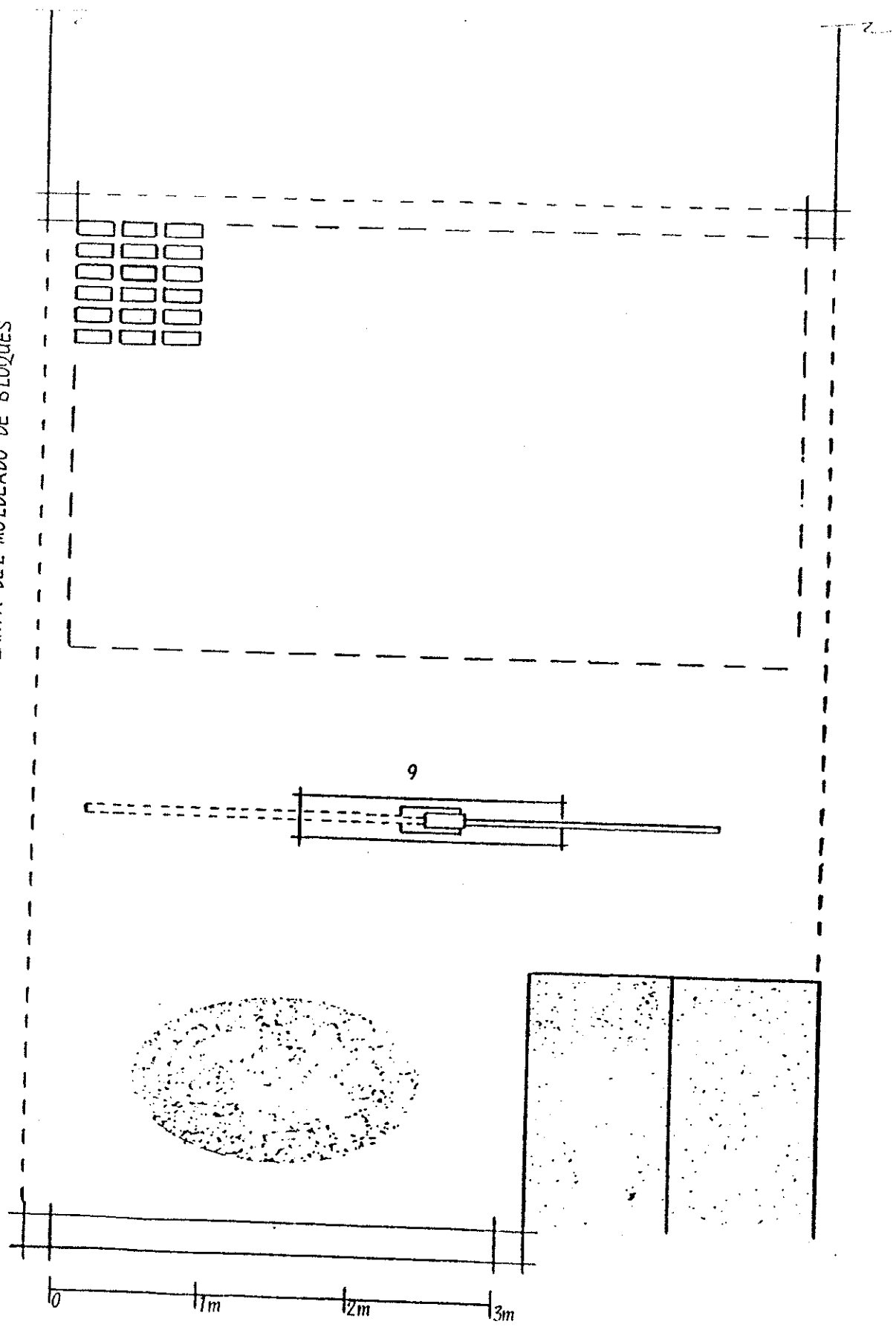
GRAFICA 6

DISTRIBUCION DE PLANTA DEL FUNDIDO DE PLANCHAS



GRAFICA 7

DISTRIBUCION DE PLANTA DEL MOLDEADO DE BLOQUES



GRAFICA 8

4.5.1.1 Las operaciones del conformado

(1) CORTE TIRAS : ajustar tope banco de cizalla, tomar tira, colocar/empujar, cortar, levantar palanca, depositar/clasificar.

Tiempo Promedio Observado (TPO): 5.5"

Tiempo Asignado a la Operación (TA): 9"

(2) CORTE VARILLA : ajustar tope banco de cizalla, tomar varilla, colocar/empujar, cortar, levantar palanca, depositar/clasificar. TPO: 3" TA: 5"

(3) ROLAR AROS : abrir rodillos, colocar tira, ajustar tornillo, girar manivela (ajustar y girar de 3 a 5 veces por aro), abrir, depositar/clasificar. TPO: 1' TA: 1' 30"

(4) DOBLAR MARCOS : colocar tira, deslizar a primer tope, apretar mordaza, accionar palanca, soltar mordaza, deslizar a segundo tope, apretar mordaza, accionar palanca, soltar mordaza, deslizar a primer tope, apretar mordaza, accionar palanca, soltar mordaza, sacar, depositar/clasificar.

TPO: 56" TA: 1'30"

(5) ENSAMBLAR ARMAZONES : tomar marco, aros y refuerzos, colocar en plantilla, soldar, depositar. TPO: 3' TA: 3' 30"

4.5.1.2 Las operaciones de la fundición

(6) MEZCLA EN SECO : TPO: 6' TA: 10'

(7) MEZCLA EN HUMEDO : TPO: 10' TA: 15'

(El mortero del relleno se prepara mezclando cemento portland y arena pomez cernida, en proporción volumétrica de uno a diez con sólo el agua suficiente para hacerlo trabajable, homogenizando bien a pala y azadón)

(8) RELLENO PLANCHAS : colocar paleta en mesa de trabajo, colocar armazón en paleta, tomar mortero de batea, rellenar armazón, compactar con mazo de hule, alisar, apilar paletas con planchas. TPO: 3' TA: 5'

(Las planchas se dejan fraguar en la paleta hasta la mañana siguiente)

(9) APILADO DE PLANCHAS : tomar plancha de paleta, colocar en el piso, apilar planchas, empapar planchas con regadera, cubrir planchas con polietileno. TA: 10'

(Las planchas apiladas se dejan curar en húmedo por 7 días)

(Gráfica 9)

4.5.2 El moldeado de bloques

La producción de bloques se planeó en un ciclo (proceso) que se repite 5 veces en una jornada, para una producción diaria de 300 bloques.

4.5.2.1 Las operaciones del moldeado

(1) MEZCLA EN SECO : TA: 10'

(2) MEZCLA EN HUMEDO : TA: 15'

(3) MOLDEADO DE BLOQUES : preparar, llenar, cerrar, zafar pestillo, comprimir, abrir, extraer, depositar.

TPO: 40" TA: 1'

(Los bloques se dejan fraguar in situ hasta la mañana siguiente)

(4) APILADO : en un área de 1m por 1m disponer los bloques hasta una altura de un metro, humedecer, cubrir con polietileno.

(Los bloques se dejan curar en húmedo durante 7 días)

(gráfica 10)

OPERACIONES DE LA FABRICACION DE PLANCHAS
(40 planchas/ciclo - 1 ciclo/jornada)

29 tiras de Hierro Plano (Hembra)
de 1/8" x 1 1/2 x 600cm

1

40 segmentos de
97cm

40 segmentos de
78cm

40 segmentos de
31cm

3

40 aros de 30cm Ø

40 aros de 24cm Ø

40 aros de 10cm Ø

40 segmentos de
222cm

4

40 marcos de 31x
80cm

10 varillas de Hierro de 1/4" Ø
x 600cm

2

120 segmentos de 31cm

80 segmentos de 10cm

80 segmentos de 8cm

80 segmentos de 3cm

5

40 armazones

42 Kg de Cemento Portland (1 saco)

0.29m³ de Arena Pómez cernida

6

Agua

7

0.29 m³ de Mortero 1:10

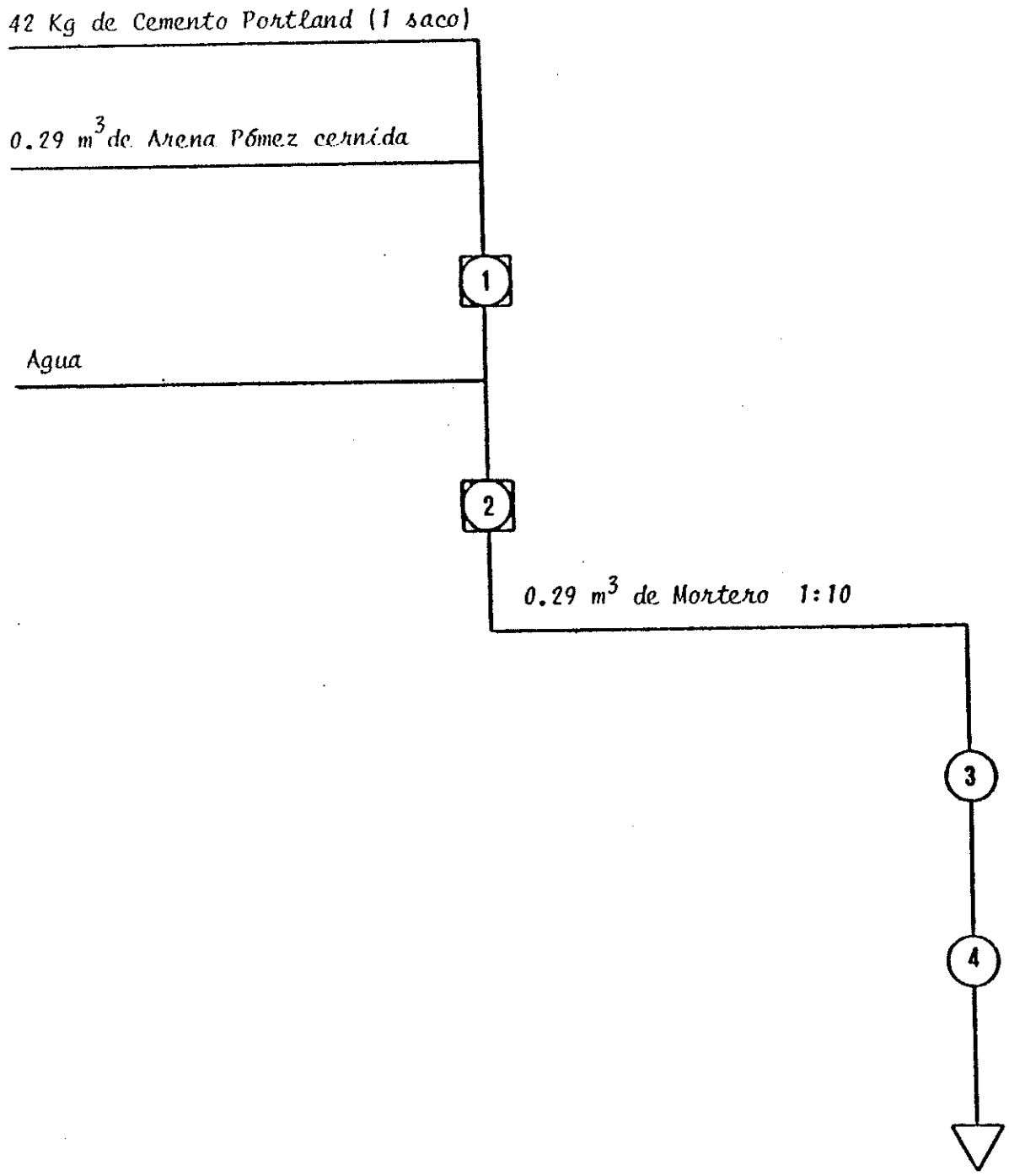
8

9



GRAFICA 9

OPERACIONES DEL MOLDEADO DE BLOQUES
(60 Bloques/ciclo - 5 ciclos/jornada)



GRAFICA 10

4.5.3 Consumos estimados de energía eléctrica y agua para la producción

5.33KWH/jornada=106.67KWH/mes
2.00 m³/jornada= 40.00 m³/mes

4.5.4 Mantenimiento

Por operar con máquinas manuales sumamente simples, el mantenimiento consistirá únicamente en limpiarlas al finalizar cada jornada y lubricar, igualmente, sus partes móviles, aplicando aceite liberalmente con una brocha.

4.6 COSTOS

Los valores indicados en el inciso 4.2 están actualizados al tercer trimestre de 1995 (puede usarse para fines comparativos una tasa de referencia a dólares de 5.80 Q/US\$).

Los precios para máquinas, equipo, mobiliario, útiles y materiales se obtuvieron por medio de cotizaciones de distribuidores y personas especializadas en la producción y comercio de estos bienes; son precios al detalle, no contemplan descuentos por volumen ni de ningún otro tipo; todos incluyen el IVA. Los porcentajes considerados para las depreciaciones son: máquinas: 20%; mobiliario y equipo: 15%; útiles, enseres y herramientas: 25%; se aplicó, arbitrariamente, para todos, un valor de rescate del 5% del valor actual. Los sueldos se fijaron consultando a la Cámara de la Construcción, al Departamento de Estadística del Banco de Guatemala y a personas con industrias afines. En cuanto al terreno, se valuó en un área marginal a Q 50.00 el metro cuadrado; la construcción de las áreas (1) y (3) (gráfica 5) a Q 500.00 el metro cuadrado y el techado de las áreas (2) y (4) a Q 200.00 el metro cuadrado. Opcionalmente se

considera un alquiler máximo de Q 1,070.00 al mes, para una construcción que se adapte a las necesidades descritas, mismo que se utiliza en la valuación del costo de producción; aunque como se señaló, el proyecto se destina a organizaciones (entidades estatales entre otras) que normalmente contarían con lo necesario para tales instalaciones. Los valores de los consumos de energía eléctrica y agua son estimados cuya variación, en condiciones reales, no deberá tener una incidencia significativa en el costo de producción unitario.

Se presentan únicamente en este título un presupuesto global de inversión (necesidades de financiamiento para la operatividad del proyecto: inversión de activos fijos y capital de trabajo para un período de tres meses) y el costo unitario de producción, considerando que los costos de distribución y administración dependiendo de la entidad adoptante, están fuera de los alcances de este estudio.

Presupuesto:

	Costo
1.0 Capital fijo requerido	
1.1 Terreno (12x18m2)	Q 10,800.00
1.2 Area de planta (131m2)	Q 47,000.00
1.3 Maquinaria y equipo	Q 16,800.00
1.4 Otros equipos y herramientas	Q 1,000.00
Total	----- Q 74,976.85
2.0 Capital de trabajo requerido	
2.1 Materiales directos	Q 53,466.00
2.2 Mano de obra directa	Q 15,660.00
2.3 Gastos de fabricación	Q 11,184.60
Total (para 3 meses)	----- Q 80,310.60

COSTO DE PRODUCCION (Base 800 estufas mensuales)

Materia prima	Q	17,822.00
Mano de obra directa	Q	5,220.00
Costo primo	Q	<u>23,042.00</u>

Gastos de fabricación

Alquiler	Q	1,070.00
Energía eléctrica	Q	100.00
Agua	Q	50.00
Materiales indirectos	Q	840.00
Mano de obra indirecta	Q	540.00
Cargas sociales y prestaciones laborales	Q	2,875.20
Depreciaciones	Q	262.60
Imprevistos-Gastos Varios	Q	500.00
Total	Q	<u>6,237.80</u>

TOTAL Q 29,279.80

COSTO UNITARIO Q 36.60/estufa (US\$ 6.31)

CONCLUSIONES

1. La medida en que la leña contribuye al balance energético de un país, puede tomarse como un índice de su estado de desarrollo. En Guatemala, en el transcurso de los últimos treinta años, el creciente aporte de esta fuente al equilibrio energético del país alcanza en la actualidad el 68%, y no es previsible una variación de estado que modifique tal situación.
2. La utilización prácticamente sin control y cada vez más importante de este recurso, del que se depende tan fuertemente, conduce a su agotamiento.
3. Este problema, de tanta trascendencia y gravedad, se atiende de manera marginal, siendo patente la tendencia a minimizar su importancia.
4. La difusión de estufas mejoradas, propuestas como un paliativo, se ha manejado por modas o contragolpes publicitarios, en una serie de tentativas erráticas y estériles, repitiendo, en un ciclo inútil, experiencias que en éste y otros países han mostrado ser inefectivas.

RECOMENDACIONES

1. Los programas de estufas mejoradas deben contemplar proveer a la mayor cantidad posible de usuarios de leña, de artefactos que adecuándose a sus necesidades de cocina, sean de probada eficiencia térmica, a la vez de procurar los medios de informar y promover prácticas que apunten a la economía en el consumo de leña.
2. En cuanto a las estufas, no debe perderse de vista que su principio básico debe ser el rendimiento energético. No se puede fantasear con diseños que pretendan responder a exigencias exageradas y contradictorias, por ejemplo: una estufa de leña "moderna" de costo prácticamente nulo que sea simple, fácil de construir por cualquiera y durable; de alto rendimiento y a la vez con muchas hornillas para cocinar distintos alimentos al mismo tiempo (situación poco probable), dando a la vez calefacción, sirviendo de horno y de fuente de iluminación (evitando sin embargo los riesgos de quemaduras). Sería absurdo que tantas y tan disímiles calidades pudieran reunirse en un mismo aparato. Sin embargo, el poseerlas en conjunto, sigue usándose como criterio para calificar las bondades de un modelo, en los cuestionarios de evaluación que se practican actualmente en nuestro país por algunas instituciones.

3. En este trabajo, se proponen los medios para satisfacer una demanda importante: las instalaciones presentadas se adecuan a otras modalidades productivas, si fuera necesario aumentar la producción. Se presentan asimismo claros lineamientos de diseño como base a la definición de modelos térmicamente eficientes y una estufa que, habiendo observado buen desempeño en ensayos de eficiencia y utilidad, en condiciones de laboratorio, debe ser aún más profunda y exactamente evaluada en condiciones reales de trabajo.

4. Se recomienda a las entidades involucradas, implementar los instrumentos de una justa, realista y razonable evaluación de las estufas economizadoras que se contemple difundir; evaluación que deberá tener como complementos esenciales, la educación y el seguimiento adecuados, para encaminarse así a lograr el objetivo de contribuir a aliviar la presión que se ejerce sobre nuestros recursos forestales.

REFERENCIAS

1. Castaños, J.L. El Bosque...energético para el campo
Sub-secretaría Forestal, Gobierno de México, México, 1982.
2. Ministerio de Energía y Minas, publicaciones varias,
Guatemala, 1979-1993.
3. Tantardini, J.C Analyse Mathématique des Facteurs d'Evolution des Phénomènes de Déforestation. Ponencia en el seminario Bois de Feu en Chamarande, Francia, 1981.
4. Bogach, V.S A Fuelwood Policy for Guatemala. Informe al Proyecto GUA/74/014 del Programa de Desarrollo de Naciones Unidas, Guatemala, 1981
5. Lou Ma, R. Ensayos de Eficiencia en Cocinas de Leña. Publicación del CETA y el CII de la Universidad San Carlos de Guatemala (USAC), Guatemala, 1979
6. Lou Ma, R. Evaluación de la Eficiencia y Utilidad de Pequeñas Cocinas a Leña Para el Area Rural. CETA y CII-USAC, Guatemala, 1981
7. Lou Ma, R. Breves Notas sobre el Diseño y Construcción de Estufas de Leña con Especial Referencia al Sistema CETA. CETA y CII-USAC, Guatemala, 1982.
8. Lou Ma, R. Construcción de Estufas de Tierra por el Método TERRA-CETA. CETA y CII-USAC, Guatemala, 1982.
9. Lou Ma, R. y Sánchez L,S. Producción Masiva y Normalizada de Pequeñas Estufas de Leña para el Area Rural de Guatemala. CETA y CII-USAC, Guatemala, 1983.
10. Lou Ma, R. PREFABRICATED-CETA Woodburning Stoves. Second International Workshop on Stove Dissemination, Guatemala, 1987.
11. Lou Ma, R. Estufas Mejoradas: Sistema TERRA-CETA. CETA y CII-USAC, Guatemala, 1987.
12. Bellamy, J. et al. Bois de Feu Informations (Bois de Feu Energie). revista publicada trimestralmente por la Asociación "Bois de Feu", Aix en Provence, Francia (Nos de 1985 a 1992)
13. de Lepeleire, G. et al, A Woodstove Compendium. publicación del "WOOD-BURNING STOVE GROUP" de la Universidad de Tecnología de Eindhoven, Holanda, 1981.

14. CII, Informe Final Fabricación, Diseminación y Evaluación de 200 Estufas Mejoradas Tipo Prefabricada-Ceta. CETA, CII, USAC, Guatemala, 1986.
15. Urizar, C.A. Informe Evaluativo de las Estufas Ceta Vendidas por la Central Menonita en los Últimos dos Años. Ministerio de Energía y Minas, Guatemala, 1988.
16. Schiere, J. Sub Proyecto Estufa CETA del Comité Central Menonita. CEMAT, Publicación red, Guatemala, 1989.
17. Lou Ma, R. Manual Para La Construcción de la CETA-RAM. CETA Y CII-USAC, Guatemala, 1981.
18. Raju, S. P. Smokeless Kitchens for the Millions. THE CHRISTIAN LITERATURE SOCIETY, India, 1961.

BIBLIOGRAFIA

1. Baldwin, S. Biomass Stoves. Engineering Design, Development, and Dissemination Volunteers in Technical Assistance, Arlington, Virginia, Estados Unidos, 1987.

3. Prasad, K. y Sangen, E. Technical aspects of woodburning cookstoves. Departments of Applied Physics and Mechanical Engineering, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, Holanda, 1983.

4. Prasad, K. y Verhaart, P. Wood heat for cooking. Indian Academy of Sciences, Bangalore, India, 1983.

5. van der Heeden, D. J. et al. From design to cooking. Departments of Applied Physics and Mechanical Engineering, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, Holanda, 1985.

ANEXO

Instrucciones generales para la instalación, uso y mantenimiento de la Estufa Rural.

1. Las estufas pueden instalarse a nivel del suelo, aunque es preferible por razones de comodidad, seguridad e higiene hacerlo sobre un "poyo", o sea el basamento de tierra apisonada, adobes o albañilería, de uso tan corriente como mesa de trabajo en la cocina guatemalteca, y sobre las cuales se cocina a fuego abierto. También podrán armarse sobre tarimas de palos rollizos, conocidas en nuestro medio como tapescos, las que se cubren de una capa de tierra compactada para protegerlas del fuego.

La altura del nivel del piso a la superficie de trabajo de las cocinas, sugerida, es de 70 a 75cm, altura que según comprobaciones efectuadas, la mayoría de personas encuentra cómoda.

2. En el lugar elegido para la instalación, cada costado de la estufa se forma alineando tres bloques perimetrales y se remata la parte posterior de la misma con otro bloque perimetral

Sobre la estructura así formada, se coloca la plancha, encajándola en el rebajo que para este efecto tienen los bloques; revisando cuidadosamente que la junta entre bloque y bloque y entre bloques y plancha ajusten adecuadamente, a manera de darle a la estufa la hermeticidad necesaria para su buen funcionamiento.

Seguidamente se enchufará el tramo de chimenea con válvula en el agujero que para este propósito tiene la plancha;

luego se enchufarán los segmentos adicionales de chimenea necesarios para darle salida al exterior a través de la pared o el techo. La chimenea deberá sobresalir un metro por encima del techo para evitar riesgos de incendio.

3. La estufa así instalada puede usarse inmediatamente.

Inicialmente se pondrán en el hogar tres o cuatro rajas de leña de 3cm de grosor, abriendo la válvula de control de tiro para activar el fuego, lograr calentar así rápidamente el interior de la estufa y alcanzar la ebullición en las ollas, colocadas en las hornillas, en el menor tiempo posible, propiciando la formación de un lecho de brasas que ayude a mantener la combustión de la leña. Alcanzada la ebullición, bastará que ardan en el hogar una o dos rajas por vez para mantener en suave ebullición el contenido de las ollas, que deberán mantenerse cubiertas con tapadera.

En uso normal y para la mayoría de aplicaciones, la válvula de regulación de tiro deberá abrirse sólo lo indispensable para no tener reflujos de humo en la cocina. Cuando el tiro de aire está debidamente ajustado, la cocina no ahuma, el fuego se mantiene a una intensidad moderada y constante y la chimenea no se calienta excesivamente, pudiendo ser tocada por breves segundos sin quemarse.

Para tener un rendimiento satisfactorio con el uso de las estufas, es recomendable apegarse a las prácticas que con este fin se detallan en el Capítulo 2 de este trabajo.

4. El mantenimiento que se debe dar a la estufa es el normal para este tipo de artefactos. Consiste en:
- limpiar regularmente el hogar y el ducto para evitar la acumulación de cenizas;
 - embadurnar periódicamente (digamos cada mes) un poco de aceite o grasa de cocina, en el hierro expuesto de las planchas (marco y aros), lo cual forma, con el tiempo y el calor, una tenaz película protectora que contribuye a su preservación;
 - deshollinar periódicamente la chimenea para evitar que la acumulación de creosota exteangule el tiro;
 - cuando la plancha o algún bloque perimetral hubiera sufrido por el trabajo algún deterioro que afectara al buen funcionamiento de la estufa, acudir al centro de compra para que, en el caso de la plancha, se haga la reparación de las fisuras que hubieran podido formarse, o en caso extremo, se remueva el cocreto y se haga una nueva fundición, y en el de los bloques perimetrales, adquirir el repuesto que hiciera falta.

Todo lo concerniente a la instalación, uso y mantenimiento de las estufas, deberá ser cabalmente comprendido, manejado y transmitido por la institución promotora que deberá garantizar su seguimiento.