

[Home](#)"" """">

[home.cd3wd.ar.cn.de.en.es.fr.id.it.ph.po.ru.sw](#)

LAS BIOMASA ESTUFAS: EL DISEÑO TÉCNICO DE ,
EL DESARROLLO DE , AND DISSEMINATION

Por

Samuel F. Baldwin
La Princeton Universidad

Support para la publicación de
por que este volumen fue proporcionado
el General del Consejo de administración
para la Cooperación del Desarrollo
El Ministerio de de Asuntos Extranjeros
El Gobierno de de Países Bajos

VITA
1600 Bulevar de Wilson, Colección 500,
ARLINGTON, VIRGINIA 22209 EE.UU.
TEL: 703/276-1800. El facsímil: 703/243-1865
Internet: pr-info@vita.org

El Centro de Para la Energía y los Estudios Medioambientales
La Princeton Universidad
Princeton, New Jersey 08544 EE.UU.

Las Estufas de la biomasa

El derechos de propiedad literaria [sup.c] 1987 Voluntarios en la Ayuda Técnica

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede producirse o puede transmitirse en cualquier forma o por cualquier medios, electrónico o mecánico, incluso la fotocopia, grabando, o cualquier almacenamiento de información y system de la recuperación sin el escrito el permiso del publicador.

Fabricado en los Estados Unidos de América.

Publicado por

VITA

1600 Bulevar de Wilson, Colección 500,
ARLINGTON, VIRGINIA 22209 EE.UU.

La biblioteca de Datos de Catalogar-en-publicación de Congreso

Baldwin, Samuel F., 1952 -
Las Biomasa estufas.

La Bibliografía de : la pág.

Incluye el índice.

1. Las estufas de la biomasa--el Plan y construcción.
2. La energía de la biomasa--los países en desarrollo. 3. El combustible--
La Conservación de --los países en desarrollo. YO. El título

TH7436.5.B35 1987 683 ' .88 87-6107

ISBN 0-86619-274-3

A mi hermana, Hannah

LOS RECONOCIMIENTOS

El trabajo presentado en este volumen empezó en el Oeste Africa, bajo los auspicios, de un proyecto a largo plazo llevado a cabo por Voluntarios en la Ayuda Técnica (VITA) y el Comité Permanent Enterrer-etats de Lutte el la de Contre Secheresse EL LE DEL DANS SAHEL (CILSS). Desde entonces, las numerosas personas y organizaciones tienen ayudaba a cada paso en su desarrollo. Muchos de los contribuyentes tienen sido cuidadosamente nombrado en las referencias detalladas y para que no será here. However repetido, las gracias especiales son lo siguiente debidas:

Para el apoyo financiero mientras en Africa: La Agencia de Estados Unidos para Internacional El Desarrollo e IBM-Europa.

Para el apoyo institucional mientras en Africa: CILSS, OUAGADOUGOU; EL L'INSTITUT Burkinabe del l'Energie (IBE), Ouagadougou; la Misión Forestiere Allemand (MFA), Ouagadougou; el d'Energie de Laboratoire Solaire (LESO), Bamako; el Centro el des el Etudes et des el des de Recherches Energies Renouvelables (CERER), Dakar; La Asociación Bois de Feu, Marsella; el le de lluvia de Asociación el des de Developpement Energies Renouvelables en Mauritanie (ADEREM), Nouakchott; el Mundo de la Iglesia El servicio (CWS), Niamey; la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (USAID); y el Cuerpo de Paz de Estados Unidos.

Para el apoyo financiero parcial en el EE.UU.: El Instituto de los Recursos Mundial y la Rockefeller Hermanos Fundación, La Fundación de Hewlett, el Centro, para la Energía y los Estudios Medioambientales de Universidad de Princeton, y VITA.

Para las ilustraciones y assistance: de los gráficos Ellen Thomson, Thomas O., Agans, y Mike Freeman.

Para el editorial y assistance: de la producción Julie Berman, Margaret Crouch, Juleann Fallgatter, María Garth, y Jim Steward de VITA.

Para los comentarios de la revisión y suggestions: Alfredo Behrens, Margaret Crouch, Gautam Dutt, Eric Larson, Cliff Hurvich, Eric Hyman, Willett Kempton, Robert Morgan, H.S. Mukunda, Tom Norton, Kirk Smith, Bob Williams, y Timothy Wood.

Por proporcionar el equipo examinando óptico: Charles Creesy de Princeton La universidad.

Para la preparación y apoyo de la publicación: La Fundación de Hewlett, el El Centro para la Energía y los Estudios Medioambientales, y VITA.

Listando aquéllos que han ayudado simplemente, sin embargo, no hace adecuadamente describa el papel crítico que tantos ha jugado en este trabajo. El el original mejoró las estufas proyectan con CILSS empezó en 1980 cuando IBM-Europa

VITA acercado con una demanda para diseñar un programa con CILSS para el la investigación y desarrollo de estufas mejoradas como una manera dado combatir la deforestación. USAID después con tal de que los fondos sigan este programa yendo. Era el la previsión y el apoyo firme de estas dos organizaciones--la ayuda la agencia y la corporación--eso permitido este trabajo para tomar pone en absoluto.

Timothy Wood fue la primer Coordinadora Técnica del VITA/CILSS el proyecto de la estufa mejorado y eran su trabajo fino organizando muchos del los proyectos nacionales y empezando el desarrollo de estufas de arcilla disparadas que, principalmente, pavimentó la manera para el trabajo describió aquí.

Siguiendo mi llegada en el Oeste Africa como el Coordinador Técnico segundo, el trabajo descrito sólo era lejos hecho posible a través de la ayuda sobre y más allá de la llamada de deber por: Issoufou Ouedraogo, Georges Yameogo, Frédéric, Yerbanga, y Stephen y Cornelia Sepp en Burkina Faso; Yaya Sidibe, Cheick Sanogo, y Terry Hart en Mali; Massaer Gueye, Lamine Diop, y Susan Farnsworth en Senegal; Ralph Royer en Níger; Bill Phelan en Mauritania; y anteriormente todos, Moulaye Diallo de CILSS y Sylvain Strasfogel de La Asociación Bois de Feu. Al mismo tiempo, yo recibí el apoyo extraordinario de Paula Gubbins y Juleann Fallgatter a VITA headquarters. Muchos, muchos otros también ayudaron significativamente y a ellos yo no debo disculparme para citando sus nombres específicamente aquí.

Con mi retorno a los Estados Unidos yo he continuado recibiendo inestimable la ayuda de muchos sources. Entre aquéllos listados anterior, especial gracias es Margaret Crouch debido, Gautam Dutt, Eric Larson, y Ellen Thomson. En el particular, Margaret y Gautam han proporcionado horas innumerables de editorial y ayuda de la producción, y apoyo persistente en este esfuerzo largo.

A todos estas personas yo le doy Esos errores a un thanks. cordial que permanezca en el texto es exclusivamente y de algún modo mío permanezca a pesar de todos el la ayuda editorial paciente que yo tengo received. Similarly, varios las ilustraciones de más bajo calidad permanecen--ellos son debidos a mi mano insegura y de algún modo permanezca a pesar de la ayuda profesional disponible a mí. YO espere que el lector entenderá los temas subyacentes de este trabajo a pesar de estas limitaciones.

Me gustaría también agradecer a mi hermana, Hannah, por hacerme consciente primero de, los problemas en countries. en vías de desarrollo Este libro es el testimonio al el impacto profundo un viaje simple para visitarla en Senegal en 1972 ha llevado puesto mi carrera.

Finalmente, me gustaría agradecer a mi esposa, Emory, para su amor, paciencia, y entendiendo durante los meses largos mientras lo que se pensaba que era un 50-página el informe técnico se convirtió en un libro del 300-página.

SAM BALDWIN

el 1986 dado noviembre

EL ÍNDICE DE MATERIAS DE

Los reconocimientos

El índice de materias

YO. LA INTRODUCCIÓN AND APRECIACIÓN GLOBAL

II. EL COMBUSTIBLE DE , EL CARBÓN DE LEÑA, LA DEFORESTACIÓN, LAS ESTUFAS DEL AND,

El Combustible de

El Carbón de leña de

los Impactos Medioambientales

La Economía de y Opciones de la Política

III. EL PLAN DE LA ESTUFA

La Conducción de

La Transmisión de

La Radiación de

La Combustión de

Otros Aspectos de Eficacia de la Estufa

IV. LA ESTUFA CONSTRUCCIÓN

Las Construcción Opciones

El Plantilla Plan: Las Estufas cilíndricas

la Producción de la Estufa Metal
Fired la Producción de la Estufa De arcilla

LA V. ESTUFA TESTING
Los ensayos de laboratorio de
Controlled las Pruebas Cocción
Las Producción Pruebas
Field las Pruebas
Marketing las Pruebas

VI. EL CARBÓN DE LEÑA DE ALIMENTÓ SYSTEMS
Las Carbón de leña Estufas
los Hornos de Temperatura Altos

LOS APÉNDICES

La A. Conducción
La B. Transmisión
La C. Radiación
La D. Combustión
los cambiadores de calor de E.
F. el Análisis Financiero
G. los Métodos Estadísticos
el H. Testing Equipo
YO. Las Unidades y Conversiones
Las J. Instituciones

LAS NOTAS, LAS REFERENCIAS, EL AND LA LECTURA EXTENSA

EL ÍNDICE

EL CAPÍTULO YO

LA APRECIACIÓN GLOBAL DE AND DE INTRODUCCIÓN

Los países en desarrollo son ahora sufridos serio y en aumento el rápido
la deforestación. En la suma a la degradación medioambiental, pérdida de bosque

la tapa quita los recursos de energía de madera en que tradicional rural las economías son basadas. En la contestación a las escaseces en aumento serias, los programas para conservar el suministro de combustible y extender la producción de combustible ha multiplicado, pero frecuentemente ha sido la deuda ineficaz a una falta de entendiendo de las complejidades económicas, políticas, sociales, y técnicas de estos problemas.

El intento primario de este libro es resolverse algunos del técnico los problemas de conservar el supply(1 de combustible) . Esto se hace usando el los principios de transferencia de calor de la ingeniería moderna para rediseñar tradicional las tecnologías de energía. Así desplegado, este matrimonio improbable del moderno y el tradicional es una herramienta poderosa por mejorar las vidas del Tercero El pobres de Mundo.

El libro es dividido en dos partes, el texto y los apéndices técnicos. El texto es escrito para persona de conocimientos variados que necesitan un cualitativo todavía detalló entendiendo de plan de la estufa y testing. Los apéndices son escrito para especialistas que necesitan una introducción a la aplicación de los principios de combustión y transferencia de calor al plan de la estufa. Las dos partes se combinan en un solo volumen para para dar énfasis a la importancia de técnico el análisis al plan de la estufa, desarrollo, y dissemination. En el informe, el los volúmenes son como sigue.

(1) un volumen del compañero discute aspectos de la política de usar la energía de la biomasa los recursos para el desarrollo rural (1). La planificación de programa de estufa y aplicación se discute a la longitud en la referencia (2).

El II del capítulo, el Combustible, Carbón de leña, y Deforestación, las revisiones el papel de el combustible en las sociedades tradicionales, y el medioambiental, económico, y las consideraciones de la política de deforestación creciente y el combustible empeorando las escaseces. Aunque la demanda de combustible no es una causa primaria de deforestación en la balanza global, puede aumentar las presiones significativamente adelante los recursos del bosque localmente, particularmente alrededor de las áreas urbanas en las regiones arida donde la demanda de combustible es grande y la productividad de la biomasa del la tierra es small. En el giro, la deforestación pone un enorme financiero y la carga física en los centenares de millones de las personas en los países en desarrollo

cuando ellos se esfuerzan obtener las llegadas del combustible vitales con que para cocinar su la comida y calienta sus casas.

Las contestaciones a estos problemas podrian incluir árbol que planta los programas, mejoró la dirección de la tierra, o la importación de combustibles fósiles por cocinar. Todos de éstos pueden ser componentes importantes de cualquier estrategia a largo plazo para encontrarse el la energía necesita de países en desarrollo (1) . Yet en muchos rural y urbano las áreas no pueden llevarse a cabo los tales programas rápidamente bastante o también pueden serse caro superar el rápidamente los déficits de combustible crecientes.

Mejorando la eficacia de energía de biomasa potencialmente las estufas ardientes las ofertas una alternativa muy rentable por aliviar la carga de comprar alimento por el pobres urbano y el combustible colectivo por el pobres rural. Las estufas buenas también prometa que la salud importante beneficia a sus usuarias reduciendo el humo las emisiones. Finalmente, las estufas pueden aliviar las presiones en los bosques así como la ayuda mantenga la productividad de la tierra a largo plazo reduciendo la necesidad dado quemar la cosecha los residuos y estiércol.

El capítulo III, el Plan de la Estufa, discuten los aspectos técnicos de combustión y transferencia de calor como aplicado a mejorar la biomasa el cookstoves(2 ardiente). El se dan énfasis a los punto siguientes:

la o Conducción procesa en la estufa exige a la estufa ser como ligero como posible minimizar el calor guardado en las paredes y, dónde posible, para estar rayado con el peso ligero, el insulants de temperatura alto a reducen la pérdida de calor al exterior. Su peso escaso y el transportability fácil permiten la fabricación de artículos idénticos en g centralizada con la distribución a través de cauces comerciales existentes o la fabricación de artículos idénticos en g descentralizada con La distribución de por los artesanos del sector informales.

(2) la biomasa " como usado en este libro se refiere a la biomasa cruda o grena los combustibles como madera, basuras agricolas, o dung. En el contraste, alimenta tal como el carbón de leña, etanol, metanol y otros que se derivan de crudo la biomasa es que los termed " procesaron los combustibles de la biomasa ".

Cookstoves " (o simplemente " las estufas ") se refiere principalmente a estufas diseñadas para

los Usos de water. caloríficos podrían incluir doméstico, el restaurante, o institucional la cocina de la balanza (hirviendo) o agua caliente que calienta; comercial e industrial los usos como el cerveza prepararse, tinte de tela, o comida que procesan (hirviendo); y otros. no se refiere a las estufas por freír las comidas o al woodburning los hornos, ni aplica para espaciar las estufas caloríficas, aunque muchos del las mismas consideraciones generalmente serán aplicables.

La introducción

la o Transmisión procesa en la estufa requiera el mando muy preciso encima del La estufa dimensión y el emparejando preciso de la estufa al pot. El el grado alto de precisión necesitado hace necesario fabricación de artículos idénticos en g basada adelante las plantillas normales.

Así, debido a los principios fundamentales de transferencia de calor, sitio-construyó o las estufas macizas son improbables mostrar la actuación aceptable; la masa produjo las estufas ligeras con cuidadosamente perfeccionó y controló las dimensiones son mucho prefirió.

En la suma, se discuten combustión y procesos de transferencia de calor de radiación en el Capítulo se presentan III oportunidades del and para la investigación extensa a aumente la eficacia y reduzca las emisiones.

El capítulo IV, la Construcción de la Estufa, aplican los resultados técnicos de Capítulo III a los aspectos prácticos de construcción de la estufa real. El plan de la plantilla y paso a paso la producción se describe en detalle para varios metal y las estufas de arcilla disparadas desarrollaron recientemente y siendo ahora diseminado en el Oeste Africa. Additionally, las sugerencias son hecho para una variedad de otra estufa configuraciones que pueden satisfacer bien las condiciones en otras áreas.

En el V del Capítulo, Estufa Testing, los procedimientos graduales se recomiendan para los prototipos de estufa de testing y estableciendo una industria de la estufa rudimentaria. En informe, laboratorio y controló se usan las pruebas cocción para seleccionar particularmente prototipos. prometedor De estas pruebas, las plantillas normales son desarrollado eso conforme a los tamaños de la olla locales y formas. Una producción la prueba se corre, mientras produciendo 50, 100, o más estufas entonces para cada uno del más más la olla popular sizes. Durante esta producción prueban, un estado detallado es

realizado del coste, los problemas encontraron, y las mejoras potenciales en el método de producción.

Algunas de las estufas producidos son distribuidos adelante un a corto plazo, temporal la base a las familias seleccionadas para el testing del campo para determinar ambos su la aceptabilidad y su actuación real.

Otra porción de esas estufas se pone en el despliegue en el anuncio local las tomas de corriente y vendió en una comisión basis. que el Tal mercadeo simultáneo puede permita alguna regeneración indirecta adelante cómo los vecinos de las familias seleccionadas perciba los potential. Marketing de las estufas las técnicas como la radio y el periódico anunciando, la cartelera y otra publicidad, y las demostraciones públicas a los centros sociales, escuelas, los centros religiosos, y en otra parte también deba ser attempted. Como el interés desarrolla, el promotor de la estufa puede gradualmente retira, mientras dejando al productor de la estufa en el contacto directo con el varios outlets. comercial Si el interés no desarrolla, las modificaciones necesariamente será basado en el campo y estudios del mercado y cualquier otro información que está disponible.

Debe darse énfasis a que detalló, testing metódico de prototipo las estufas; cuidadoso financiero y análisis estadístico de los resultados; y uso de estos resultados mejorar los prototipos subsecuentes es crucial si mejoró las estufas serán diseminadas con éxito y ampliamente. En algunas áreas el instrucciones de prueba proporcionadas necesitarán ser modificadas; en otras áreas ellos necesitarán ser completamente reworked. Pero por todas partes, cuidadoso, el testing metódico y uso de los resultados son cruciales a entender y los obstáculos superando a la actuación de la estufa buena y aceptabilidad.

El capítulo VI examinan las mejoras brevemente en el Carbón de leña Alimentó Systems tal como las estufas y los hornos de temperatura altos de que pueden ahorrar las cantidades grandes el combustible cuando desarrolló.

Los Apéndices Técnicos documentan el texto en detalle y proporcionan el técnico el lector la fundación para Temas de understanding. más detallados discutidos incluya conductivo, el convective, y procesos de transferencia de calor de radiative;

los principios de combustión; el plan del cambiador de calor aire a aire; y técnicas para financiero y análisis estadístico de prueba data. Analytical y se describen soluciones numéricas a las ecuaciones de la transferencia de calor en detalle y los resultados se presentan en el text. que las referencias Extensas son nombradas para aquéllos que desea hacer detallado el trabajo y una lista de instituciones más es con tal de que para el contacto con los programas continuados.

Las tecnologías específicas discutidas en este libro están por ningún medios finalizado: más bien ellos son beginnings. Cada uno tiene ciertas ventajas, como alimento eficacia o seguridad, comparadas a las formas tradicionales, pero también trae con él ciertas desventajas como la flexibilidad reducida o aumentó el cost. Si o no la tecnología mejorada se adopta en cualquier área quiera dependa de la provisión de carburante local, la economía local, y un organizador de otro los factores. Further, la contestación será dinámica, mientras cambiando como las condiciones el cambio. Como los recursos de energía de biomasa disminuyen, sin embargo, la demanda para más combustible las tecnologías eficaces deben la Adaptación de grow. y más allá el desarrollo de las tecnologías descrito aquí puede proporcionar el vital servicios de energía necesitados por el pobres del mundo en un cada vez más el recurso el mundo limitado.

Semejantemente, este libro está por ningún medios un estudio completado sino es un la introducción a la aplicación de análisis científico moderno a tradicional las tecnologías. En los ejemplos discutidos debajo, cuando la ingeniería moderna la transferencia de calor se aplica a las tecnologías de energía tradicionales, nuevo, se desarrollan las tecnologías con el potencial enorme para mejorar las vidas de el pobres del mundo. Combinado con técnicas de fabricación de artículos idénticos en g modernas que pueden lleve las frutas de un solo esfuerzo de la ingeniería especializado al entero el mundo, esta lata potencial enorme se comprenda. No hay tiempo a la pérdida.

EL CAPÍTULO II

EL COMBUSTIBLE, CARBÓN DE LEÑA, LA DEFORESTACIÓN, EL AND STOVES(1)

Desde entonces las personas aprendieron a controlar el fuego que ellos han estado despoblado de árboles activamente su ambiente, usando el fuego inicialmente para ayudar en la caza y

después para aclarar la tierra para agriculture. Tierra del Fuego o " Tierra de Fuego " se nombró así por Magallanes en 1520 debido a los numerosos fuegos que él vio allí ponga por Americans. Sur indígena el savannahs Tropical y templado los prados son, principalmente, una consecuencia de tal burnings repetido. Una la mitad estimada de los desiertos del mundo fue creada semejantemente (1).

La historia grabada tiene numerosos ejemplos de tal deforestación. Creta, una vez, pesadamente arbolado, escaseces de madera severas sufridas por 1700 A.C. debido al las demandas de una población creciente. Chipre proporcionó el bronce necesitado por el griegos antiguos para el armamento. Las escaseces de madera son una causa probable para la reducción en bronce que funde allí A.C. por 1300 qué racionamiento forzado adelante el El continente griego y debilitó el Mycenaean al ataque externo. Aristóteles y Platón los dos documentaron la destrucción de bosques en Grecia y el las consecuencias. que Los romanos fueron obligados a importar madera de Africa Norte, Francia, y España para guardar sus industrias, baños públicos, y ejército operacional. Inglaterra sufrió la deforestación severa en muchas áreas durante su periodo industrial temprano--los ciudadanos igualan armado escándalo encima de la madera creciente los precios--hasta la transición al carbón era hecho (2,3).

Hoy, los bosques del mundo enfrentan las presiones inauditas. Mientras potencialmente un recurso renovable, los bosques están desapareciendo más rápidamente que ellos están siendo reemplazado. La Comida de los Naciones Unidas y estimaciones de Organización de Agricultura eso arbola está perdiéndose a la agricultura, mientras rozando, la madera comercial, el quemando desenfrenado, combustible, y otros factores a un rate de más de 11 millones dado hectáreas por año, con 90% de la poroma nunca replantados, (4,5).

(1) al autor le gustaría reconocer la ayuda de Timothy Wood preparando porciones de este capítulo.

Cuando los bosques desaparecen, la carga financiera y física de obtener madera alimento por cocinar y aumentos de la calefacción espaciales para el pobres del mundo. En la contestación, muchos giro para segar gasta y estiércol como una alternativa, pero uno eso tiene las consecuencias potencialmente serias para la fertilidad de tierra de futuro (6,7).

Esto no es un pequeño o aisló problem. Nearly dos millones dado toneladas métrica

(las toneladas) de madera, se queman carbón de leña, basuras de la cosecha, y estiércol diario en los países en desarrollo, o aproximadamente un kilogramo cada día para cada el hombre, mujer, y niño. Aunque la energía obtenida sólo representa sobre 10% de la energía consumieron mundial, está encima de mitad que la energía consumió en unos 50 a 60 países en desarrollo y es tanto como 95% del la energía doméstica usó allí (6-9).

La biomasa alimenta así juegue un papel crítico en las economías del desarrollo los países. En este capítulo el suministro y demanda de estos combustibles, su la producción y economía, y las consecuencias medioambientales de su uso se repasa en detail. Aunque las estadísticas extensas presentadas son ellos impasible, uno no puede estar impasible sobre el peaje imponente en el bienestar humano que ellos represent. El cost alto de combustible representa la comida, medicina, y ropa que los pobres urbanos deben preceder. Las distancias largas caminaron y las cargas pesadas llevaron por el pobres rural forrajeando para el combustible representan tiempo y laboran la comida creciente bien gastada o el género productor para la venta en el pueblo markets. Las cantidades grandes de humo emitido por las estufas tradicionales represente la incomodidad y enferme que la causa de la lata de este humo el usuario. Sólo en tal un contexto ancho pueda el lleno el impacto de combustibles tradicionales y estufas en la vida humana y bienestar es apreciado.

EL COMBUSTIBLE

El crecimiento del anuario global total de biomasa del bosque ha sido diversamente estimado para ser aproximadamente 50 veces consumo de madera anual y cinco veces el consumo de energía anual total incluso los combustibles del fósil (Nota 142) (2) (10). A pesar del promedio grande el suministro global, hay agudo y creciente las escaseces de combustible regionalmente y localmente. Algunas regiones, como Asia, tenga muy pequeño por cabeza bosque que crece accionario (Nota 143). Dentro de las regiones, algunos países son dotados bien de los recursos de energía de biomasa, y otros tienen los suministros totalmente inadecuados, (Mesa 1); y dentro de los países ellos, hay abundancias locales similares y escaseces. Por ejemplo, Zaire consume sólo 2% de su rendimiento sustentable de bosque la biomasa pero tiene la deforestación seria alrededor de Kinshasa (12).

En áreas dónde arbolan los recursos la demanda no puede encontrarse, residuos de la cosecha y

el estiércol animal es marginalmente el mejor los suplentes suficientes a. En Bangladesh, por ejemplo, los residuos de la cosecha y estiércol del animal pueden proporcionar aproximadamente 300 vatios por la cápita (Mesa 1). Esto apenas es bastante para satisfacer las necesidades mínimas.

(2) para no sobrecargar todavía todavía el texto proporcionan al lector con la información detallada, se dan varios Mesas como el principio del Apuntes adelante página 251.

MESA 1

Los Biomasa Energía Recursos en los países en desarrollo Seleccionados
 el Rendimiento Sustentable en Watts/capita de
 La Población de la Cosecha de el Animal de
 Rural (el millions) los Residuos de Wood el Estiércol de

Congo	1	18100	35	n.a.
Brasil	116	11100	257	507
Zaire	30	4300	29	35
Argentina	27	3900	793	1270
Thailandia	48	1170	295	124
Nepal	14	666	225	412
Burkina Faso	7	317	162	231
India	694	222	174	200
Bangladesh	89	63	136	162
China	970	n.a.	216	108

Adapted de la referencia (20); n.a. --el not disponible

Las estimaciones como éstos son, claro, sólo aproximaciones muy crudas. Cuando estos combustibles tradicionales normalmente no mueven a través del anuncio supervisado los mercados, estima de su producción y uso sólo puede hacerse por los dimensiones detallados al sitio en question. Further, hay la confusión considerable en la literatura encima de las unidades media un quantity. dado por ejemplo, guardabosques generalmente usan las unidades volumétricas a mida madera pero a veces no especifica si está en las unidades de sólido metros cúbicos o los metros cúbicos apilados (los novillos castrados) . Ni es la especie y

la densidad specified. Note (144) da las equivalencias muy ásperas entre el dos unidades volumétricas para las clases diferentes de madera segada la mies. Semejantemente, el carbón de leña es normalmente moderado por el volumen, pero su volumen de energía es determinado por su masa que a su vez es determinado por las especies de que fue carbonizado (14), las temperaturas a que fue carbonizado, es decir, su volumen volátil residual (15), y su densidad de empaquetadura.

Cuando estima de volumen de energía es basado en el peso, los preferimos, el método, es similarmente vital saber el estado higrométrico del combustible y si el peso está en una base húmeda o seca (vea el Capitulo III).

Estimando los recursos de energía de biomasa deben hacerse por consiguiente por directo la medida. Forest que los recursos pueden ser medidos estimando el lugar volúmenes o cortando una área y haciendo un peso directo o volumen la medida (16-19). Los residuos de la cosecha de las mismas especies pueden variar ampliamente por el tipo de la tierra y lluvia así desplegado en la Nota (145) y semejantemente debe ser directamente los weighed. Crecimiento rates pueden ser estimados por las numerosas repeticiones de tales dimensiones en las muestras comparables, adyacentes encima de un periodo de tiempo. Finalmente, dónde el estiércol animal es, o podría ser, usó como una energía el recurso, también, debe medirse Estimaciones de directly. de estiércol se dan los rates de la producción en la Nota (146) . los valor Caloríficos para un número de combustibles de la biomasa diferentes se da en el Apéndice D.

Se han estimado los recursos de energía de biomasa para una variedad de local, los casos nacionales, y regionales como descrito en las referencias (4,7,9,13,20-28) .

La Demanda de combustible

Las numerosas estimaciones de demanda de combustible de biomasa han sido hecho adelante el local, la balanza nacional, y regional (29-59) . El rate de uso de energía por el el lugareño típico normalmente está en el rango de 200-500 vatios por persona y pueda variar dramáticamente con la estación, clima, y la disponibilidad general de varios combustibles. Se dan los resultados de estudio de energía para casi 40 pueblos y los pueblos en la Nota (147). Mucha de esta energía se usa para la cocina doméstica (Mesas 2,3,6) y estos valor son muy superiores que las cantidades de energía usado en los países desarrollados por cocinar (Mesa 4) . Esto es debido al la ineficacia de combustibles tradicionales y tecnologías de la estufa así como

los cambios en la dieta y estilo de vida que son posible con los ingresos superiores.

Globalmente, los combustibles de la biomasa son la fuente principal de cocinar la energía para la mayoría de los países en desarrollo (Mesa 5) . Additionally, ellos proporcionan la energía para las necesidades de la casa como el agua del baño calorífica, planchado, y otros usos. Aunque quizás atípico, 60% de consumo de madera doméstico en Bangalore, India, se usa para calentar el agua del baño (45).

Aunque su uso principal en los países en desarrollo es doméstico, la biomasa, también alimenta mucha de la industria. Como visto en las Mesas 7 y 8, los combustibles de la biomasa, el dos terceros de industria de Kenyan y comercio y se usa para las tales cosas como el cerveza prepararse, blacksmithing, cosecha secar, y encendido de la alfarería.

MESA 2

Total el Consumption de Power, Ungra, India,
WATTS/CAPITA (*)

La Source\Use Agricultura Domestic Lighting la Industria de el Total de
humano 7.26 17.08-- 4.52 28.86
Man (5.11) (6.01)-- (3.92) (15.04)
La Mujer de (2.15) (8.70)-- (0.56) (11.41)
El Niño de -- (2.36)-- (0.04) (2.41)
El animal (* *) 12.0 ---- 1.11 13.11
La leña -- 222.8-- 36.85 259.7
Agro-gaste -- 23.2---- 23.2
El de electricidad 3.18 -- 1.17 0.37 4.72
El querosén -- 0.19 6.88 0.97 8.04
El Diésel 0.04----- 0.04
El carbón ----- 1.41 1.41

total 22.5 263.3 8.05 43.23 339.

(*) Basado en una población del pueblo total de 932 personas en 149 casas
(* *) Con tal de que por 111 bueyes, 143 vacas, 93 terneros, 113 búfalo y 489
Las ovejas de y cabras.
La referencia (50)

Las estimaciones de la intensidad de energía de usos comerciales varían ampliamente, pero todos

indique las cantidades sustanciales de combustible usadas y a menudo a muy bajo las eficacias. Uno apiló que el metro cúbico de madera, por ejemplo, se requiere para curar 7-12 kg de tabaco leaf. La eficacia de tabaco los graneros secantes en Tanzania se ha estimado para ser tan bajo como 0.5% (49) el . Tabaco secado los usos 11% de todo el combustible en Ilocos Norte, Filipinas y 17% del el presupuesto de energía nacional en Malawi (34,39,47,56,59).

El té procesando exige aproximadamente a 9.5 GJ o 500 kg de madera seca producir 30 el kg de hojas de té secas de 150 kg de hojas verdes (45,47) . Fish que fuma / secando se estima para requerir de 0.25 kg diversamente (39) a 3 kg (40) de el combustible por el kilogramo de pez secado (47,59) los Enladrillados de . requieren aproximadamente uno apiló metro cúbico de combustible para disparar 20-25 ollas (39) o 1000 ladrillos (59). En Bangalore, tinte de que una tonelada de estambre requiere unas 8.3 toneladas el combustible; las panaderías usan 0.58 kg de combustible por el kilogramo de tradicional el pan produjo (45) . En Tanzania, el cerveza preparándose requiere un apilado cúbico mida para producir 180 litros (59), y la industria preparándose en Ouagadougou los usos 14% del combustible total usaron (60) . que Otros usuarios mayores incluyen las cocinas institucionales, elaboración de la madera (45), y producción de azúcar, para qué el propio bagazo es used. Overall, la biomasa alimenta proporcione arriba a 40% de la energía industrial usada en Indonesia, 28% en Thailandia, 17% en Brasil, y fragmentos similarmente grandes en muchos otros países (9)(3).

MESA 3

el Consumption de Power Doméstico, Taruyan, el Oeste Sumatra
WATTS/CAPITA

Labor (*) el Firewood Bagasse Querosén el Total de
cocción 8.6 181. 2.9 -- 193.
Rieque Collection 2.6 ----- 2.6
El lavado 2.0 ---- -- 2.0
Madera Collection 1.9 ----- 1.9
Food entregando 0.6 ----- 0.6
encendiendo----- 52.1 52.1
total 15.7 181. 2.9 52.1 252.

El porcentaje 6.2% 71.9% 1.1% 20.7% 100.%

(*) Calculated a 1.05 MJ/man-hora; 14.9 leña de MJ/kg; 37.7 MJ/liter
 El querosén; 9.2 bagazo de MJ/kg.
 La referencia (58)

la variedad de (3)A de unidades, GJ (los giga-julios), kg., [m.sup.3], las toneladas, etc., son
 usó aquí para corresponder a la literatura en lugar de usando un solo juego
 de unidades--preferentemente GJ y tablas de conversión de watts. para todos éstos
 se dan las unidades en el Apéndice I, el hacinamiento aproximado factoriza para madera y
 el carbón de leña se da en las Notas (144,149), y los valor calorificos se ceden
 El Apéndice D. El autor siente la molestia.

MESA 4

El Power Consumption por Cocinar

el Combustible de Rural W/cap
 Brasil GPL 55
 Brasil Madera 435
 el Canadá Gas 70
 CAMEROON WOOD 435
 el Francia Gas 55
 El Oeste de el Alemania Gas 30
 el Guatemala Propano 50
 Guatemala Madera 425
 el India Querosén 50
 India Madera 260
 el Italia Gas 55
 el Japón Gas 25
 Suecia Gas/kerosene 40
 Tanzania Madera 590
 el Estados Unidos Gas 90

Las Referencias de (63,64)

TABLE 5

La Mundo Población por el Combustible de la Cocina Principal, 1976

(millones de las personas)

El Anuncio de

(el Estiércol del fossil) y

Total la Energía de la Fuelwood Cosecha Pérdida

Africa South de Sahara 340 35 215 90

India 610 60 290 260

El resto de Asia Sur 205 25 95 85

Del este Pacific Asia-en vías de desarrollo 265 95 110 60

Asia, Centralmente Planeó

Las Economías de 855 190 435 230

El Medio Oriente, Africa Norte 200 105 35 60

América Latina y Caribbean 325 230 85 10

América del Norte - OCDE Pacific 365 365 0 0

Europe Western 400 400 0 0

Europeo, Centralmente Planeó

Las Economías de 340 340 0 0

total 3905 1845 1265 795

La referencia (11)

MESA 6

El consumo de energía de en Kenya

El Por ciento de de Total Nacional (*) por Extremo-use

El Non de - la Biomasa de

Traditional

Fuel Wood Charcoal Other

La Casa urbana

COOKING/HEATING 0.8% 1.0% 3.3%--

Lighting 0.6-----

Otro 0.2-- 0.5 --

La Casa rural

COOKING/HEATING 0.2 45.3 2.8 2.7%

Lighting 1.1-----
 La Industria
 Grande 8.6 5.3 0.3 --
 INFORMAL URBAN-- 0.1 0.6--
 INFORMAL RURAL-- 9.1 0.1--
 El comercio 0.6 0.5 0.1 --
 El transporte 13.7 -----
 La agricultura 2.5 -----
 total 28.4% 61.3% 7.6% 2.7%

(*)Total el consumo de energia Nacional = 332 millones dado GJ
 por cabeza el Consumption de Power = 658 W
 La Referencia de (24)

MESA 7

el Consumo Anual de Combustible y Carbón de leña en Kenya
 por las Industrias de la Cabaña Rurales, Watts/Capita

El Combustible de el Carbón de leña de
 La Industria de W/cap W/cap
 Brewing 33.9 --
 Brick de encender 1.9 --
 BLACKSMITHING -- 1.9
 Crop Secante 1.3 --
 Fish el Secado 0.6 --
 Tabaco de que Cura 1.3 --
 La Carnicería de 7.6 1.9
 Baking 4.1 --
 Los Restaurantes de 5.4 1.3
 Construcción Madera 15.9 --
 Total 72. 5.1

La Referencia de (24)

Los combustibles de la biomasa son cruciales a las economías de la mayoría de los países en desarrollo.
 La nota (148) lista 60 países en que los combustibles de la biomasa proporcionan 30-95% del

la energía total used. La energía que estos combustibles proporcionan, sin embargo, es sólo un el fragmento de eso usado por el combustible del fósil basó las economías (8,31). En el mundo desarrollado, promedie por cabeza el uso de energía es aproximadamente 6 kW mientras en Africa y Asia apenas es uno décimo de esto (8); en América del Norte, el uso de energía es encima de 10 kW, mientras en Africa es aproximadamente 450 W (8,31).

Con estos rates de uso de energía de biomasa y proporciona hay un serio y la escasez creciente de combustible en muchos areas. El UNFAO ha estimado eso el número de las personas que sufren una escasez aguda de combustible aumentará de aproximadamente 100 millón en 1980 a encima de 350 millón en el año 2000 (Mesa 9). Las tales escaseces aumentan el coste para los moradores urbanos, alargue forrajeando para el combustible por los campesinos, y roba la tierra de nutrientes como el interruptor de las personas para segar basuras y estiércol.

MESA 8

El Combustible Consumo en Kenya
por la Industria Grande, Watts/Capita

La Industria de W/cap
El Té de (el promedio) 8.9
El Tabaco de 2.5
Sugar 1.6
Wood Processing 9.5
Wattle 1.3
El Arcilla Ladrillo 1.0
Baking 9.5
Total 34.3

La Referencia de (24)

MESA 9

La Escasez de Combustible en los países en desarrollo
(millones de las personas afectaron)

1980 2000
agudo el acute déficit deficitario
La escasez de la escasez de

Africa 55 146 88 447
 Cerca del Este &
 NORTH AFRICA-- 104 -- 268
 América Latina 15 104 30 523
 Asia & Pacífico 31 645 238 1532

Total 101 999 356 2770

La Referencia de (6)

MESA 10

El Combustible de en el Mundo el Consumption de Power (1978)

El Combustible de el Por ciento de Comercial
 La Población de Consumed Power el wood/total de Consumed
 millones por cabeza por cabeza

Mundial 4258 110 W 1913 W 5.4%
 Desarrollado
 le comercializan 775 21 5946 0.3 a
 planeó 372 73 5118 1.4
 Desarrollando
 Africa 415 254 185 58.
 Asia 2347 101 508 17.
 latín
 América 349 232 1028 18.

La referencia (8)

EL CARBÓN DE LEÑA

El carbón de leña se produce calentando madera en la ausencia de oxígeno hasta muchos de sus componentes orgánicos gasifica, mientras dejando atrás un negro poroso alto el carbono residuo. que así El carbón de leña produjo retiene la misma forma como el la madera original pero es típicamente sólo uno quinto el peso, uno medio el el volumen, y uno tercero la energía original content. UN más preciso la relación se da en la Nota (149).

El carbón de leña tiene un valor calorífico de 31-35 MJ/kg, mientras dependiendo adelante su el volumen volátil permaneciendo, comparado a 18-19 MJ/kg para la madera horno-seca. La Mesa D-2 ilustra cómo la historia de temperatura de la carbonización el proceso afecta el volumen volátil y el valor calorífico del resultar el carbón de leña.

Hay dos clases diferentes de equipo de la carbonización, hornos y las réplicas mordaz. Los Hornos de quemar parte del cargo de madera a carbonizándose para proporcionar el calor necesario para la carbonización process. Retorts usan un separado alimente la fuente para proporcionar el calor y así pueda conservar la calidad superior producto que se carboniza usando un más bajo combustible de calidad como las ramitas y las ramas para el heating. Una revisión extensa se da en la referencia (156).

El system más extendido usado en el mundo en vías de desarrollo es un horno hecho de la tierra. En este caso la madera se apila sólidamente o en un hoyo o en la tierra llana, cubierta con paja u otra vegetación, y, finalmente, enterrado bajo una capa de soil. que se enciende con ascuas ardientes introducidas a uno o más punto al fondo del stack. La tarea del carbón de leña-fabricante a lo largo de la quemadura " resultante " es abrir y cerrar un la sucesión de orificios de respiradero en la capa de la tierra para dibujar el fuego uniformemente alrededor

la pila de madera, calentando la madera mientras quemando como poco de él como posible. Otros systems en el uso incluyen hornillas que se usan extensivamente en Brasil (66,67).

El tamaño del horno puede ser tanto como 200 novillo castrado (68) y la energía se da eficacia del proceso de la conversión diversamente como 15% en Tanzania (47), 24% en Kenya con una pérdida adicional de 5% del propio carbón de leña durante la distribución (24), 29% en Senegal (69) y Etiopia (70), y encima de 50% en Brasil con las hornillas (67). Advanced que se exigen las réplicas mordaz ser capaz de lograr 72% eficacias de energía convirtiendo madera al carbón de leña si hay recuperación completa de todos los derivados gaseosos (67).

La variación grande en las eficacias del horno informadas puede ser debido en parte a la confusión sobre las unidades--la energía, el peso, o volumen, y la base húmeda o seca. Cuando se hacen las pruebas del lado-por-lado, las eficacias de energía son típicamente en el

30-60% rango como indicado en Mesa 11 (71,72) . El pariente económico la actuación de unos tipos de hornos se da en Mesa 12. La economía pobre del horno terrizo listado en Mesa 12 puede ser debido al muy pequeño clasifique según tamaño que studied. Otros han encontrado los hornos terrizos tradicionales para tener justamente la actuación alta y una ganancias buena con la labor relativamente pequeña (71). Sus desventajas, sin embargo, incluyen un rendimiento inconstante y calidad, las quemaduras lentas, y la disponibilidad estacional (no durante la estación lluviosa). No materia que qué system se usa, sin embargo, los resultados del carbón de leña productores en un mismo la energía neta grande loss. En las condiciones de conservar los recursos del bosque, es siempre bien para usar madera en lugar de convirtiéndolo primero al carbón de leña.

El Transporte del carbón de leña

Frecuentemente se ha defendido que es más barato y más eficaz a transporte el carbón de leña que madera debido a su energía superior satisfecho por la unidad la masa. así desplegado debajo de, sin embargo, la cantidad de energía, si en la forma de madera o carbón de leña que pueden llevarse por el camión es sobre el mismo. Como el costes de transportes es principalmente debido a la depreciación del vehículo y mantenimiento, el cost de arrastrar madera o el carbón de leña es sobre el mismo por la unidad de energía llevada (150).

Asumiendo el costes de transportes a un US\$0.10 fijo por el tonelada-kilómetro métrico, El conde encontró que era más barato transportar la energía en la forma de carbón de leña que en la forma de madera para las distancias mayor que 82 km (13). CHAUVIN semejantemente usado un cost fijo por el tonelada-km. en su análisis de la economía de transportar el carbón de leña de la Costa De marfil a Burkina Faso por la barra (60)

El costes de transportes expresando por lo que se refiere a tonelada-km es una práctica normal en las estadísticas del transporte agregadas, pero no es aplicable en esto la situación. la Mayoría de la energía se usa para mover el propio vehículo, a supere la resistencia del viento, fricción interna y para que forth. Thus, un vacío el camión usa la casi tanta energía como uno que es full. UNA regresión lineal en datos presentados en la referencia (73) las muestras que la intensidad de energía de transporte por los tractor-remolques en el EE.UU. está aproximadamente relacionado al la carga útil para el rango 8-25 toneladas métrica por la ecuación

$$E = 23.6/M + 0.476$$

donde E es la intensidad de energía en MJ por el tonelada-km métrico que la carga se mueve, y el MEGA es la masa de la carga en el Transporte de tons. métrico es más a menudo limitado por el volumen que por el peso y esto es particularmente verdad en el mundo en vías de desarrollo donde normalmente se llenan los vehículos a inundar. En este caso de volumen limitado transporte, Mesa 13, 13% que más energía puede ser, transportado por el camión de madera que de carbón de leña a un cost de un 21% aumente en el uso de combustible.

Alimente coste, sin embargo, es sólo una parte pequeña del costes de transportes total y por lo menos en algunos casos, no aumente substancialmente incluso adelante no mejorado los caminos (74) el Mantenimiento de . y reparación de vehículos son un factor grande (74) y la depreciación del vehículo y labor son aun más grandes (75).

MESA 11

Las Energía Eficacias de Carbonización Surtido Systems
Thailandia, 1984,

Total el Carbón de leña de como el Charcoal Número
El Volumen de la Energía de % de Production de
[m.sup.3] la Madera Seca los Rate kg/hr Ensayos

La Colmena del ladrillo 1 8.3 61% 11.1 3
La Colmena del ladrillo 2 2.0 63 5.6 35
Brasileño, modified 8.3 55 10.7 2
Mark V(2) 2.6 43 10.1 7
La Colmena de barro 3 2.2 56 5.1 27
Solo Drum 0.2 38 5.9 7
La tierra Mound 0.7 51 4.6 5

La referencia (72). También vea (72) para los datos en 12 otros tipos de hornos.

MESA 12

La Carbón de leña Producción Economía
Thailandia, 1984,

Por la Quemadura Madera de (*) la Capital de (* *) Labor (* * * el Carbón de leña de)
INVESTMENT US\$/TONNE

El ladrillo Colmena 1 \$52. \$1.67 \$9.00 \$65.

El ladrillo Colmena 2 15. 0.66 3.70 75.

Brasileño, modified 54. 1.13 9.80 71.

Mark V(2) 33. 3.15 4.70 90.

El barro Colmena 3 16. 0.17 4.10 74.

Solo Drum 1.80 0.18 1.95 195.

La tierra Mound 3.70 -- 2.35 114.

(* El coste de)Wood US\$8.30/stere; (* * el rate de)Interest es 15%; (* * *)Labor es
US\$0.40/man-hr.

La referencia (72) . Also ven (72) para los datos en 12 otros tipos de hornos.

MESA 13

La Energía de Exigió Transportar Madera y Carbón de leña

Factor el Wood Carbón de leña

El gravity volumétrico asumido 0.7 0.33(a)

El density del embalaje supuesto 0.7 0.7 (el b)

El gravity volumétrico eficaz 0.49 0.23

La energía satisfecho por truckload 390. GJ (*) 345. GJ (EL C)

Pese por el truckload 24.5 MT (* *) 11.5 MT (el d)

Transporte la energía por camión-km 35.3MJ/km 29.1 MJ/km

Transporte la energía por el km/energy

satisfecho de load 91x[10.sup.-6] 84x[10.sup.-6]

(*)GJ es un gigajoule o 1 mil millones julios; (* *)MT es una tonelada métrica, 1000 kg,
un) Based en (14).

el b) Para madera basada adelante (13). El carbón de leña puede tener un embalaje superior o más bajo
Densidad de que depende de su tamaño y si o no se empaqueta para
transportan. que normalmente se empaqueta para el transporte.

el c) Assumed el valor calorífico para madera, 16 MJ/kg; el carbón de leña, 30 MJ/kg; ;
ambos incluso la humedad.

el d) Based en un volumen de la carga útil de 50 [m.sup.3] . que Esto está menos de una norma

El tractor remolque, pero era escogido para permanecer dentro de los límites

de la correlación de peso para transportar la energía, todavía corresponda al caso para la mayoría de los países en desarrollo de volumen limitado el transporte para madera o carbón de leña.

TABLE 14

El costes de transportes de de Madera y Carbón de leña
El Por ciento de de Total

El Wood Carbón de leña
Labor y dirección 12% 12% (un)
Fuel 18 15 (el b)
El Mantenimiento de y reparación 40 30 (el c)
Licenses y dobla 1 1
La Vehículo depreciación 42 42

el coste de Total 113 100
La Energía de arrastró 113 100 (el b)

un) De la referencia (75) usando el carbón de leña como la línea de fondo.
el b) De Mesa 21.
el c) Estimated de la referencia (75) los datos en la depreciación del neumático y vehículo reparación cargos que asumen que éstos el aumento del coste proporcionalmente al peso del vehículo total.

Cuando éstos el coste es considerado, Mesa 14, el cost de arrastrar la energía, si en la forma de madera o carbón de leña, es casi idéntico. En practice, factores como el tamaño del vehículo, labor y coste de combustible, parte-carga o el parte de atrás-tirón de género, y muchos otros complicarán este análisis.

Cuando el coste de la producción es incluido, el carbón de leña es más caro que el combustible. Éstos el coste se refleja en sus precios relativos: el precio por GJ de carbón de leña eso es típicamente dos veces de combustible (76).

La Demanda del carbón de leña

A pesar de su precio superior, el carbón de leña es un combustible muy popular, particularmente en áreas urbanas dónde las personas tienen un dinero en efectivo income. según un 1970 informe

de Thailandia, 90% del corte de madera para los mercados urbanos eran reconstruidos en el carbón de leña (34) . En Tanzania que la figura es 76%, con 10-15% de toda la madera el corte convirtió al carbón de leña (40,59) . En Senegal, 15% de todo el corte de madera son convertido al carbón de leña para Dakar solo, transportó a Dakar de hasta donde 600 km lejos, y usó allí por 90% de las casas a un rate de 100 kg/person-año (77,78) . En Kenya, 35% del corte de madera se convierten a el carbón de leña (24) .

Aunque las estufas del carbón de leña tradicionales tienen una eficacia (15-25%) un poco superior que el fuego de madera abierto (15-19%), esto no compensa para el la pérdida de energía drástica en la conversión inicial de madera (79,80) .

Hay una variedad de razones por esta popularidad a pesar del cost alto y la energía ineficiencia. Unlike algunas especies de madera como que deben usarse dentro de pequeño como al mes de secado para evitar las pérdidas significantes a las termitas, el carbón de leña es impenetrable al ataque del insecto (21) . que puede, por consiguiente, es por ejemplo, preparó lejos por adelantado de la estación lluviosa cuando otros combustibles es más aun unavailable. importante es ese carbón de leña es un muy conveniente alimento al Carbón de leña de use. es casi sin humo. Pueden hacerse los Cocinando dentro en el consuelo del pariente sin teñir de negro las paredes con el hollín. las ollas Metales quédese relativamente limpie, y no hay irritación de humo a ojos o pulmones. Aunque puede haber un rendimiento alto de monóxido de carbono peligroso que es un riesgo contra la salud en las cocinas ventiladas malamente, esto no causa como la incomodidad obvia al user. Additionally, una vez se enciende, un carbón de leña el fuego necesita la atención extensa pequeña del cocinero, mientras un fuego de madera requiere ajustando frecuente del combustible.

El buena gana de moradores urbanos para comprar el carbón de leña caro debe así anime a diseñadores de estufas mejoradas que están intentando eliminar fume, alivie el trabajo pesado de cocinar, y más allá reduzca el coste de combustible. Al mismo tiempo, debe servir como una advertencia a aquéllos que prestan la atención sólo para alimentar la eficacia.

El carbón de leña también se usa extensivamente commercially. En Brasil, unos 19, se usaron millones dado metros cúbicos de carbón de leña durante 1983 para producir el cerdo planche, 2.5 millón fue usado para producir el cemento, y 600,000 se usaron para la metalurgia. Overall, aproximadamente 18% de la energía usaron en el acero brasileño

la industria es aproximadamente de charcoal. 17% de este carbón de leña se generó de las plantaciones (43,67,82).

Se comercian cantidades grandes de carbón de leña internacionalmente también. En 1981, Indonesia, Thailandia, y los Filipinas cada uno exportó 44-49 mil las toneladas de charcoal. los importadores Grandes incluyen Japón, con 52,000 toneladas, y Hong Kong, con 23,000 toneladas (65).

LOS IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES

Hay deforestación rápida y creciente ahora alrededor del mundo. El UNFAO (5,83) ha estimado el total la deforestación global anual a las aproximadamente 11.3 millones dado hectáreas (Mesa 15) . Otros lo han estimado para ser tan alto como 20 millones dado hectáreas y más por año (7) . Entre las causas son lo siguiente. Cambiando la agricultura daña o destruye 0.6% aproximadamente de tropical el forestland anualmente y accounts para unos 70% de pérdida del bosque en Africa (84). Opening el pastureland para crecer la carne anualmente para la exportación aclara unos 2 millones dado hectáreas por año en América Latina (85-87) . la madera Comercial los funcionamientos aclaran aproximadamente anualmente 0.2% de forestland tropical (84), y los vías de acceso de madera abren las áreas a granjeros que llevan a adicional la degradación (87) . La Costa De marfil, por ejemplo, está perdiendo unos 6.5% de su los bosques anualmente (5,83) . Finally, el quemando desenfrenado se cree responsable de la creación de mucho del savannah del mundo y prado (1,88,89). los Tales brushfires en los prados africanos quemar más de 80 millones dado toneladas de forraje anualmente, volatilización de la causa de nitrógeno orgánico, y permite lixiviación excesiva de valiosas sales (90) . que Esto puede ser particularmente dañando en mucho del Sahel dónde el crecimiento ya es fuertemente limitado por las cantidades disponibles pequeñas de nitrógeno y fósforo (91) .

El uso de presiones de aumentos de combustible en la biomasa del bosque y puede llevar a la deforestación local (12,88), particularmente en las regiones arida alrededor de urbano áreas dónde la demanda es alta y los rates de crecimiento de biomasa son low. Generally, los granjeros de subsistencia rurales causan el daño relativamente pequeño a los bosques como ellos toman sólo miembros pequeños, etc., y éstos a menudo del hedgerows o de cerca de su farmlands. por ejemplo, en Kenya, árboles fuera del bosque proporcione medio la demanda de madera (37); en Thailandia en 1972, 57% de la madera

consumido vino de fuera de los bosques (40) . En el contraste, comercial el combustible y funcionamientos del carbón de leña, iguale relativamente en pequeña escala, el corte, los árboles enteros y puede dañar o puede destruir áreas grandes de bosque.

Entre los impactos potenciales de deforestación es la corrosión, mientras inundando, los cambios climáticos, desertización, y escaseces de combustible (92-94). Essentially ninguna tierra o la lluvia está perdida de las áreas naturalmente arboladas. However, cuando obliga a refugiarse en un árbol la tapa es las cantidades alejadas, macizas de tierra pueden lavarse lejos como la lluvia fluye por los Dimensiones de surface. en Tanzania indicó que arriba a la mitad la lluvia estaba perdida como correr-fuera de del barbecho desnudo (3.5[degrees] la cuesta), llevando unos 70 tonnes/ha de tierra con él (95). los impactos Similares ha sido en otra parte nombrado (5,81,87,88,96,97) .

La corrosión estrangula canales río abajo y depósitos con el cieno, mientras haciéndolos incluso menos capaz de manejo los volúmenes aumentados de funcionamiento de agua directamente fuera de las divisoria de aguas (2,7) . En 1982, diluvio y daño de corrosión debido a aclarar los bosques de India sumar \$20 mil millones encima de se estimó el antes de 20 years. Esta estimación incluyó pérdida de capa superior del suelo, pérdida de la propiedad a los diluvios, y acortó las vidas del depósito (5). Other estima ponga el gastos directos de reparar el daño de diluvio a más de \$250 millón por año (98) . UNA revisión general de este problema en India se da en la referencia (99) .

Como el dos terceros de toda la lluvia se genera de humedad bombeada atrás en la atmósfera por la vegetación, la deforestación puede causar serio climático el cambio (1,100) . El poder reflectante de la superficie también se cambia y se afecta el clima (1) . sin obscurecer, las temperaturas de la tierra suben dramáticamente y lata grandemente reduzca la actividad biológica vital en la tierra (87,101) .

La deforestación siguiente, sobreapacentamiento y pisoteo pueden destruir rápidamente el el césped layer. Sin la protección de tapa molida, la tierra recibe la fuerza llena de golpear las gotas de lluvia, trayendo las partículas de arcilla al la superficie y causando superficie endureciendo y sellando que las semillas no pueden penetre (102,103) . El resultado del extremo es a menudo desertification. Durante el el pasado cincuenta años, un estimó 65 millones dado hectáreas de una vez tierra productiva se ha perdido para abandonar exclusivamente a lo largo del borde del sur del Sahara así

(104,105). se dan datos Adicionales para Africa en las referencias (90,106).

Cuando los recursos del bosque están perdidos, si a la agricultura, enmadere, fuegos del cepillo, o se obligan cada vez más a los lugareños a que usen la más bajo calidad como el combustible, los combustibles como las basuras de la cosecha y estiércol para satisfacer sus necesidades mínimas por cocinar

y otro purposes. Globally, un estimó 150 a 400 millones dado toneladas de el estiércol de la vaca se quema annually. ahora El quemando de cada tonelada de estiércol las basuras bastantes nutrientes potencialmente para producir un 50 kg adicional de el grano. que El estiércol de la vaca ahora quemado en India gasta a que los nutrientes igualan más que un tercio del fertilizante químico usaron (7).

El uso creciente de residuos agrícolas para el combustible puede causar el daño serio a soils. la materia Orgánica en las tierras proporciona la mayoría del nitrógeno y azufre y tanto como la mitad el fósforo necesitó por plants. aumenta el la capacidad de intercambio de catión de la tierra, ligando los minerales importantes como, el magnesio, calcio, potasio y amonio que se lixiviarían por otra parte lejos. El los pulidores el pH de tierras, y mejora la retención de agua y otras características físicas (151).

MESA 15

Estimated el Promedio Rate Anual de Deforestación de los Bosques Tropicales, 1980-1985, en Millones de Hectáreas, y Por ciento de Bosque del Lugar Total

Tropical	el Tropical	Total	Tropical
La categoría América Africa Asia (76 países)			
El forest cerrado	4339	1331	1826 7496
	(0.64%)	(0.62%)	(0.60%) (0.62%)
El forest abierto	1272	2345	10 3807
	(0.59%)	(0.48%)	(0.61%) (0.52%)
Todo el forests	5611	3676	2016 11303
	(0.63%)	(0.52%)	(0.60%) (0.58%)

La referencia (31)

La destrucción de bosques también puede tener las consecuencias serias por lo que se refiere a

la pérdida de recursos genéticos, pérdida de potencial los nuevos productos médicos, y otros. Éstos se repasan en la referencia (5).

El quemando de combustibles de la biomasa tiene los impactos medioambientales serios debido al los humos soltaron (107-112) . Aunque ha habido numeroso anecdótico los accounts de salud enferma asociaron con la combustión de la biomasa interior, sólo, recientemente tenga estudios científicos sistemáticos del problema empezados (112). Los resultados indican eso a la fecha en casas del pueblo, la concentración interior de el monóxido de carbono, partículas, e hidrocarburos pueden ser 10-100 y más tiempos superior que la Organización Mundial de la Salud (QUIÉN) las Normas (111). Más allá, cocineros que usan la biomasa tradicional las estufas ardientes pueden exponerse a mucho más monóxido de carbono, formaldehído, el benzo(a)pyrene carcinogénico, y otro tóxico y los compuestos carcinogénicos que incluso los fumadores del cigarro pesados.

De esto se espera que el humo es un factor significativo en el mala salud en countries. en vías de desarrollo Las enfermedades implicaron el rango del bronchiolitis y bronconeumonía al pulmonale del cor crónico a las varias formas de cáncer (110,111). Indeed, el QUIÉN ahora cita la enfermedad respiratoria como el más grande

bsex21.gif (600x600)

TABLE 16
Typical Air Pollution Emissions for Various Fuels and Combustion Systems

System/Fuel	Efficiency	Fuel Used to Deliver 1 GJ of Useful Energy	Particulates grams per GJ De-livered Fuel Burned		Sulfur Oxides grams per GJ De-livered Fuel Burned		Nitrogen Oxides grams per GJ De-livered Fuel Burned		HydroCarbons grams per GJ De-livered Fuel Burned		Carbon Monoxide grams per GJ De-livered Fuel Burned	
			GJ De-livered Fuel Burned	kg	GJ De-livered Fuel Burned	kg	GJ De-livered Fuel Burned	kg	GJ De-livered Fuel Burned	kg	GJ De-livered Fuel Burned	kg
Industrial (>20kW)												
Wood	70%	89kg	500	6.	53	0.6	400	4	400	4	450	5.
Bituminous Coal	80	43kg	2800	65	820	18	320	8	20	0.5	45	1
Residual Oil	80	33 liters	94	3	1300	42	240	8	4	0.1	20	0.6
Distillate Oil	90	31 liters	8	0.3	1100	41	80	3	4	0.1	20	0.7
Natural Gas	90	28 m ³	7	--	--	--	100	--	2	--	8	--
Residential (<5kW)												
Heating Stoves												
Wood	50	130 kg	2700	21	30	0.2	100	1.4	6800	50	17000	130
Anthracite Coal	65	49 kg	46	1	200	4	250	5.	100	1.3	1000	20
Bituminous Coal	65	53 kg	550	10	1100	30	270	3.	530	10	5300	100
Distillate Oil	85	33 liters	11	0.4	1200	41	70	2.5	4	0.1	20	0.7
Natural Gas	85	30 m ³	7	--	--	--	38	--	4	--	10	--
Cooking Stoves												
Wood (Tropical)	15	420 kg	3800	9	250	0.6	300	0.7	3200	7.5	34000	80
Cowdung (Hawaian)	15	530 kg	10000	20	3200	6	?	?	?	?	44000	83
Coal (Indian)	20	220 kg	280	1.2	2200	10	460	2.	2200	10.	27000	120
Coconut Husk	15	480 kg	17000	35	?	?	?	?	?	?	54000	110
Natural Gas	80	32 m ³	0.5	--	--	--	10	--	5	--	250	--

Reference: Adapted from (111)

*Wood, 15% moisture (dry basis), 16 MJ/kg
 Bituminous coal, 10% ash, 1% Sulfur, 29.2 MJ/kg
 Anthracite coal, 0.2% Sulfur, 31.5 MJ/kg
 Indian coal, 0.5% Sulfur, 23 MJ/kg
 Hawaiian cowdung, 0.3% Sulfur, 15% moisture, 12.5 MJ/kg
 Coconut husk, 15% moisture (dry basis), 14 MJ/kg
 Residual oil, .944 specific gravity, 40.1 MJ/kg
 Distillate oil, .867 specific gravity, 45.9 MJ/kg

la causa de mortalidad en los países en desarrollo (112) la Mesa de . 16 aire de las listas la emisión de polución factoriza para una variedad de combustibles y systems de la combustión. Reduciendo y controlar la exposición a las emisiones de combustible de biomasa deben ser un la consideración primaria en cualquier estufa program. que la información Extensa es disponible del Centro del Este-Oeste (el Apéndice J) .

LAS ECONOMÍA AND POLÍTICA OPCIONES

La escasez de combustible creciente tiene una variedad de impactos económicos en ambos los moradores rurales y urbanos, la fuerza de trabajo rural, y la economía nacional.

Para el morador de subsistencia rural, vaciamiento de recursos de combustible locales medios que forrajean más mucho tiempo en la vida times. There son numerosas estimaciones de éstos tiempos que van tan alto como 200-300 días de la persona por año por la casa en Nepal o 7% de toda la labor (22,46,98) y el rates obrero similarmente alto en Tanzania (59) y otros países (99) . el correlaciones relacionando Aproximado la distancia forrajeando a la densidad de la población local se desarrolla fácilmente por igualando el medio consumo por una población al área requirieron a proporcione un rendimiento sostenido, así desplegado en la nota (114) . que UN segundo ejemplo es cedido la referencia (115) . En las regiones arida con un rate de crecimiento de biomasa bajos un el pueblo de como algunos como 500-1000 las personas pueden usar todo el combustible arriba dentro de un el distance. Forrajeear ambulante también es el trabajo pesado; en Burkina Faso, típico los headloads pesan 27 kg (113) .

Cuando madera se pone escasa, la cosecha gasta y el estiércol es los lugareños sólo la alternativa; no hay ningún dinero en efectivo para los combustibles comerciales, ni hace el a largo plazo el coste medioambiental de usar las basuras agrícolas pesa más que su inmediato el valor como fuel. En India, se ha estimado que una tonelada de estiércol de la vaca aplicado a los campos produciría el valor de producción de grano aumentado US\$8, pero si quemó eliminaría la necesidad por la leña valor \$27 en el el mercado (116,117). Algunos han sostenido esa deuda a la eficacia relativamente baja de vaca - el estiércol proporcionando los nutrientes como el nitrógeno, fósforo, el potasio, y cinc a la tierra en una forma del useable, tiene bien el sentido para quemarlo (117) . Esto, sin embargo, ignora otras contribuciones importantes de los materiales orgánicos para ensuciar la fertilidad (151) .

Con un valor de mercado alto para la biomasa alimenta, el pobres y landless son

el acceso a veces negado a sus fuentes de combustible tradicionales (118). que tiene incluso se informado que obreros de la granja en Haryana, India, anteriormente pagó los sueldos del dinero en efectivo, a veces se paga en cambio residuos de la cosecha ser usado para el combustible

(99)--combustible que ellos recibieron gratuitamente previamente.

En el contraste, los moradores urbanos tienen a menudo ningún selecto pero para comprar su el combustible. Again, hay numerosas estimaciones de la carga financiera esto impone yendo arriba a tan alto como 30% de ingreso de la familia total en Ouagadougou (34), a 40% en Tanzania (39), a casi medio en Bujumbura, Burundi (36).

Durante los años setenta los cost de madera y carbón de leña aumentaron a un rate de 1-2% por año más rápido que otro género (76). Due a su subida del precio rápida durante los años setenta, los combustibles fósiles no son a menudo las alternativas viables. En Malawi, el uso de querosén rechazó 24% entre 1973 y 1976, según se alega, debido a los precios superiores (34). Otros han notado los impactos similares (71).

El uso de combustibles tradicionales es importante estimulando el rural la economía. El valor de combustible y carbón de leña excede 10% de la Totalidad El Producto doméstico en los países como Burkina Faso, Etiopía, y Ruanda, y excede 5% en Liberia, Indonesia, Zaire, Mali, y Haití (76). Esto las bombas las cantidades grandes de dinero en efectivo en la economía rural y proporciona mucho el empleo necesitado a los campesinos (Mesa 17). para proporcionar Ouagadougou con por ejemplo, madera durante 1975 requirió unos 325,000 persona-días de labor y generó encima de \$500,000 directamente en el ingreso y un adicional \$2.5 millón en el ingreso a través del transporte y distribución (34). En Uganda, un estimado se producen 16 toneladas de carbón de leña por persona-año (13). Other se dan las estimaciones en Mesa 18 y referencias (71,72). En muchos países, las personas en las áreas más pobres donde las condiciones no permiten la expansión de cosecha o producción del animal y la vegetación leñosa natural es el único recurso, dependa pesadamente de las ventas de leña para su ingreso (34,99). que el programa Cualquier se pone en sitio para reunir la escasez de combustible, será necesario tener en cuenta los impactos del empleo.

Las alternativas

Para reunir la escasez de combustible creciente (Mesa 9), los gobiernos podrían importar los combustibles fósiles como un suplente; la planta los árboles rápido-crecientes y mejora el

la dirección de bosques existentes; y desarrolla más combustible las estufas eficaces y otro equipo del woodburning, entre otros acción.

Si cada persona que usa el combustible ahora cambiara al petróleo basó los combustibles, el el consumo adicional sería simplemente 3.5% de 1983 rendimiento de aceite mundial. El el cost de querosén y gas licuado de petróleo (GPL) para todo las necesidades familiares sea 15% de exportaciones de la mercancía totales o menos para Kenya, Thailandia, Zimbabwe, y muchos otro countries. los combustibles Importador por cocinar pueden entonces sea una contestación importante en las tales áreas (152).

En el contraste, para Niger, Burundi, y otros, un interruptor a los combustibles de petróleo, para las necesidades de energía familiares absorbería casi todos exportación de la mercancía las ganancias (152) los Esfuerzos de . por estimular uso de gas del butano a través de los subsidios ha empezado en el Oeste Africa pero ha demostrado ser una carga fuertemente financiera (34,119). There también es evidencia que los tales subsidios benefician el adinerado mucho más que el poor. En el Oeste Sumatra en 1976, el más pobre 40% del la población usó sólo 20% del querosén aunque era pesadamente subvencionado (58) . Yet sin los tales subsidios, los combustibles de petróleo son el más allá el alcance del poor. En estas áreas, se necesitan otros acción.

Como una segunda contestación, las plantaciones de rápido-crecer las especies del árbol pueden ser desarrollado para proporcionar el combustible (123-126) . los datos Extensos en las especies, su los modelos de crecimiento, y sus usos se dan en las referencias (5,12,102,123,124) Las agencias del donador están gastando unos \$100 millón ahora por año la silvicultura encendida los proyectos (116), y el fondo grande adicional se proporciona por el nacional los gobiernos themselves. que La NACIÓN UNIDAS, sin embargo, ha estimado que \$1 mil millones por año se necesita satisfacer las necesidades mínimas del año 2000 cuando un la escasez de aproximadamente 1 mil millones metros cúbicos por año se espera sin la intervención (6) . para guardar esta suma en la perspectiva, sin embargo, debe ser comparado a los \$130 mil millones por año necesitado para todo el sector de energía el desarrollo en los países en desarrollo (154).

MESA 17

Breakdown de Combustible los Factores de Cost para Niamey, Niger

\$US/TONNE (*)

Labor por cortar, atando, y

que arrastra al camino (el price) 8.30 a la orilla del camino

Labor para el loading/unloading 2.80
 Transport el permiso .35
 Transport 5.30
 Cutting el permiso 5.50
 Profit 5.50
 Total \$27.75

La Referencia de (121); (*) Asume 450 CFA/US \$

MESA 18

Labor los Requisitos para la Producción de Combustible del Bosque
 Persona-days/Hectare, Uganda
 El Maximum Mínimo
 FUELWOOD 120 50
 El Carbón de leña de (el kilns) portátil 210 88
 El Carbón de leña de (los hornos de tierra) 308 128

La referencia (38)

Las plantaciones pueden proporcionar el empleo rural (115) de unos 150-500 persona-days/hectare durante los primeros tres años y casi dos veces esa cantidad durante segar la mies (127) . Additionally, plantaciones y plantando los árboles generalmente pueda proporcionar benefits. medioambiental muy importante Entre éstos está estabilizando y está protegiendo las tierras del viento y corrosión de agua, proporcionando, protección a los pájaros (qué puede comer cosecha-destruyendo los insectos--o las propias cosechas) y otros animales, y proporcionando la tierra importante los nutrientes. Éstos se repasan en (155) .

Las plantaciones de Monocropping, sin embargo, ignoran el muchos non-fuel tradicional los usos de bosques como la comida, fibra, las medicinas, y otros (128) . Algunos las especies rápido-crecientes como el Eucalipto, aunque productivo y robusto, pueda también vacíe el agua subterránea proporciona y tierras, sea incomible como el ganado dé forraje a, e impida el crecimiento de la cosecha vecino (5,99) . Para otras especies, sin embargo, los interplanting con las cosechas pueden ser que los valuable. Acacia albida pueden el aumento rinde de mijo y sorgo por a a 3-4 veces arreglando el nitrógeno y bombeando otros nutrientes de profundo dentro de la tierra. Additionally proporciona cantidades grandes de forraje ganadero durante la estación seca

(102). Otras valiosas especies incluyen el Tamarisco, usado en Irán del sur, para controlar la salinidad (129).

Algunos países han empezado a desarrollar las plantaciones sustanciales. Brasil, para el ejemplo, ha plantado 5 millones de hectáreas con éxito, principalmente rápido-creciente. El eucalipto, para el combustible y pulpa desde 1970 (67). En el contraste, en Tanzania, un estudio se necesitaron 200,000 hectáreas de plantación en 1983 para encontrarse las necesidades del país, pero sólo 7300 serían plantados (47). Substantial el progreso está siendo hecho, a pesar de a veces coste alto--encima de \$1000 por la hectárea en algunos lugares, rendimientos que a veces han estado lejano debajo de las expectativas (127,130), y los numerosos otros problemas (5,99,116,125,131,132,155). En por ejemplo, partes de Kenya que están estableciéndose los woodlots individuales ahora

bsex25.gif (600x600)

TABLE 19
Cooking Energy Supply and End-Use Options

Cost US\$/GJ	Fossil Fuels		Renewable Fuels	
			Processed	Raw (Wood)
	\$ 13 Kerosene, Brazil, 1982 ^a		\$13-16 ethanol	\$1-1.50 Eucalyptus plantation
	\$ 5 LPG, Brazil, 1982 ^a		from sugar cane,	(11.8 m ³ /
	\$ 8 Kerosene, Kenya, 1984 ^d		Brazil, 1985 ^b	ha.yr.), Brazil
	\$13 LPG, Kenya, 1984 ^d		\$2.91 charcoal,	1981 ^c
	\$ 8 Kerosene, Honduras, 1983 ^e		Kenya, 1984 ^d	
Energy Input (agriculture)	-----		16 GJ/ha.yr. for ethanol ^c	0.23 GJ/ha.yr. for plantation ^c
Energy Output (Gross)	-----		99 GJ/ha.yr. for ethanol ^c (4700 liters)	212 GJ/ha.yr. plantation ^c (11.8 m ³)
Net Energy Production	-----		83 GJ/ha.yr. for ethanol ^c	212 GJ/ha.yr. plantation ^c
Overall Stove Efficiency %*	Kerosene Wick 35-53 ^f Kerosene Pressurized Gas, 50-70 ^g	45-55 ^f	Ethanol 58 ^h Charcoal, Traditional 15-25 ⁱ Charcoal, improved 25-35 ⁱ	Traditional 17 ^j Improved 30 ^j Best prototypes 42-52 ^k
Cost of Delivered Energy ^l US\$/GJ	Kerosene Wick \$16-37 Kerosene Pressurized LPG \$7-26	\$15-29	Ethanol \$22-28 Charcoal, Traditional \$12-19 Charcoal, Improved \$8-12	Traditional \$6-9 Improved \$3-5 Best Prototypes \$2-4

*Note that the thermal efficiencies of the best wood stove prototypes are now approaching those of kerosene and gas stoves, although control efficiencies will generally be somewhat less (Chapter III).

Notes to this Table are listed under (157).

ampliamente (140) . En la Mesa se comparan 19 varios fósil y los combustibles renovables en base a su cost y la actuación de las estufas usadas con ellos. Como visto allí, el combustible es lejos menos caro que el petróleo basó combustibles u otra energía renovable options. Aunque este cost son ventajoso para disminuya en las regiones arida, probablemente será todavía significativa. Los woodlots del pueblo pueden reducir el cost de combustible más allá (el 157-LENGUAJE C de la Nota). Así, madera será una fuente de la energía primaria en los países en desarrollo para el el futuro previsible.

Como una tercera contestación, mejorando la eficacia con que los combustibles de la biomasa son usado podría extender los recursos del bosque grandemente y a un cost muy bajos. En este caso, los cost son ventajoso para de madera como un combustible cocción se vuelve más aun claro (Mesa 19) . La importancia de los resultados mostrada en Mesa 19 no pueda ser overemphasized. No otro recurso de energía viene cerca del los cost son ventajoso para de madera usada en el combustible las estufas eficaces. Certainly, como los ingresos suben la limpieza y conveniencia de calidad superior alimenta tal como el querosén, GPL, o etanol se pagará alegremente; pero esto no es ahora una opción viable para muchos del poor. Thus del mundo, un esfuerzo significativa debe enfocarse en el desarrollo de estufas que queman madera, pero hace para que limpiamente y seguramente, con la eficacia alta, y ese se controla fácilmente.

También pueden compararse los cost de ahorrar la energía usando una estufa mejorada al cost de fuelwood. productor UNA casa típica de ocho personas quién usa el combustible por cocinar en una estufa tradicional (el rendimiento térmico de 17%) a un rate de 300 watts/persona aproximadamente 150 GJ de energía consumirá en un dos-año period. Alternatively, si esta misma casa hiciera su cocinando en dos \$3 woodstoves del cauce-tipo mejorados que han observado alimento economías de 30-40% en el campo (el rendimiento térmico de 30%, el Capítulo, El V), ellos consumirían sólo 90-105 GJ encima de la vida del dos-año de éstos las estufas. que Los ahorros de energía se lograrían a un cost de sólo \$0.10-0.13/GJ --un factor de 10 menos de que los cost de plantación produjeron el combustible (Mesa 19) . que La energía necesitada producir estas estufas no hace cambie este result. Currently, 0.022-0.027 GJ/kg se necesita producir acere del mineral bruto y los nuevos procesos industriales podría reducir esto a 0.009-0.012 GJ/kg (136) . UNA estufa típica podría usar 2-3 kg de acero y así les exige a 0.1 GJ que produzcan mientras salvando 25 GJ o más encima de su la vida.

No se piensa que comparando estas opciones de esta manera sostiene eso las estufas mejoradas son una suplente por plantar trees. Los dos se necesitan ahora y los dos son componentes importantes de cualquier estrategia de energía de largo-término.

El cost de proporcionar el tal combustible las estufas eficaces a cada familia en la tierra usando la biomasa ahora alimenta por cocinar estaria menos de un 1 GW típico la planta de fuerza nuclear, todavía ahorre un poco de 10-20 veces tanta energía cada año como el reactor produciría durante su vida entera (153). El plan, la producción, y diseminación de económico, combustible las estufas de la biomasa eficaces y otras tecnologías son los asuntos de lo siguiente capítulos.

EL CAPÍTULO III

EL PLAN DE LA ESTUFA

En este capítulo los principios físicos básicos de combustión y calor el traslado se aplicará al plan de cookstoves que quema la biomasa cruda los combustibles como madera y basuras agrícolas y pautas por mejorar su eficacia será developed. que Estas pautas forman la base para el desarrollo de favorablemente combustible stoves. eficaz que Estos son, sin embargo, las pautas only. para determinar los efectos con precisión en la actuación de las varias modificaciones del plan y perfeccionar un plan requiere esmerado el testing como descrito en el Capítulo V. La combustión real y transferencia de calor procesos que ocurren en una estufa son demasiado complicados, demasiado muy interdependientes, y demasiado inconstante planear y predecir easily. Testing son un imperativo.

Para empezar entendiendo cómo mejorar la actuación de una estufa, ambos el los límites teóricos así como los límites prácticos actuales a la estufa la actuación debe ser understood. que Los límites teóricos se examinan primero.

Por ejemplo, considere arroz cocción o porridge. así desplegado en Mesa 1, calentando las cantidades apropiadas de grano seco y riega a hervir y induciendo las reacciones química necesarias requiere, en este caso ideal, el equivalente de aproximadamente 18 gramos de madera por el kilogramo de comida cocinada. Yet, las pruebas cocción controladas con el fuego abierto han requerido unos 268 gramos de madera por el kilogramo de comida cocinada e iguala las estufas metales mejoradas tienen

usado unos 160 gramos--nueve veces el requisito teórico. (el V del Capítulo y referencia 2).

Determinar donde el resto de esta energía está perdido requiere detallado el trabajo experimental, incluso las monitoreo estufa pared temperaturas, el gas de chimenea las temperaturas y volúmenes, y emisiones, y sólo se ha hecho en unos

bse1x290.gif (600x600)

FIGURE 1: Heat Balances In Cooking Stoves



Figure 1a: Traditional Open Fire

Final Energy Balance:

- Gains:
 - 8% absorbed by water and food
 - Losses:
 - 10% lost by evaporation from pot
 - 82% lost to environment
- Reference (6)

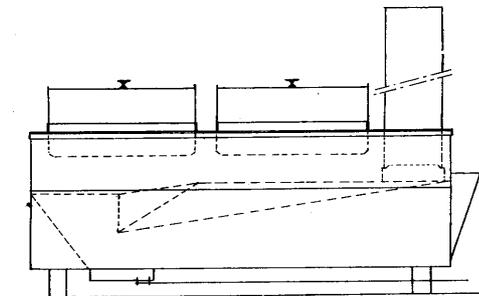


Figure 1b: Two pot uninsulated metal wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

- Gains:
 - 17.6% absorbed by first pot
 - 10.3% absorbed by second pot
 - the fraction lost by evaporation from pots is unknown
 - Losses:
 - 2 % absorbed by stove body
 - 40.4% lost by convection and radiation from stove body
 - 22.2% lost as thermal energy in flue gases
 - 7.8% lost due to incomplete combustion
- Reference (5)

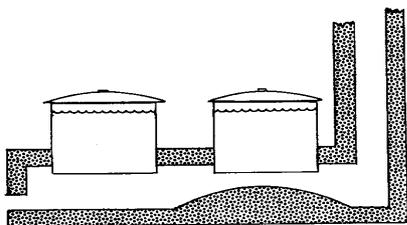


Figure 1c: Two pot massive wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

- Gains:
 - 11.8% absorbed by first pot
 - 3.6% absorbed by second pot
 - Losses:
 - 29.2% absorbed by stove body
 - 1.9% lost by convection and radiation from stove body
 - 39.0% lost as thermal energy in flue gases
 - 2.7% lost due to incomplete combustion
 - 11.8% unaccounted for
- Reference (5)

las causas especiales (3-5) . debajo de que Algunos de éstos se esbozan en Figura 1.

MESA 1

La Energía de Requirió Por Cocinar

la Temperature Energía Específica Required el Madera Equivalente Total

Heat para Químico Cocción (los gramos)

La comida el kJ/kg[degrees]C de Change [el degrees]C la Reactions Energía por el kg la Comida

El kJ/kg de kJ/kg Cooked

El de arroz 1.76-1.84 80 172 330 (*) 18

Muela 1.80-1.88 80 172 330 (*) 18

Las lentejas 1.84 80 172 330 (*) 18

La carne 2.01-3.89 80-- 160-310 9-17

Las patatas 3.51 80-- 280 16

Las verduras 3.89 80 -- 310 17

(*) Esto incluye el agua suficiente por cocinar pero ninguno para la evaporación

(* *) Para madera con un valor calorífico de 18 MJ/kg.

Las referencias (1,3).

De estos balances de caldeo, pueden hacerse varias observaciones.

o Generally que la pérdida más grande, 14-42% de la energía de la entrada, está por el golpe

La conducción de en y a través del walls. En las estufas macizas

bselc290.gif (486x486)

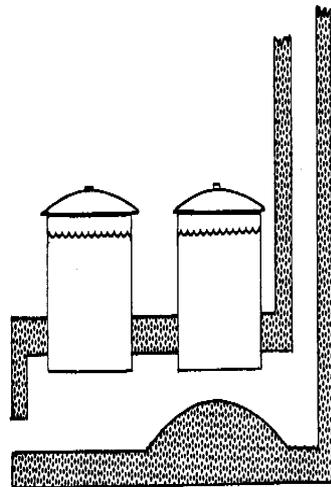


Figure 1c: Two pot massive wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

Gains:

11.8% absorbed by first pot

3.6% absorbed by second pot

Losses:

29.2% absorbed by stove body

1.9% lost by convection and radiation from stove body

39.0% lost as thermal energy in flue gases

2.7% lost due to incomplete combustion

11.8% unaccounted for

Reference (5)

bse1bx29.gif (486x486)

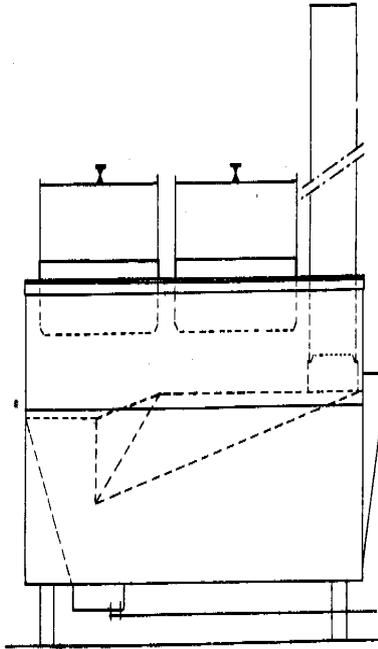


Figure 1b: Two pot uninsulated metal wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

Gains:

- 17.6% absorbed by first pot
- 10.3% absorbed by second pot
- the fraction lost by evaporation from pots is unknown

Losses:

- 2 % absorbed by stove body
- 40.4% lost by convection and radiation from stove body
- 22.2% lost as thermal energy in flue gases
- 7.8% lost due to incomplete combustion

Reference (5)

La estufa de (la libra de la Figura) se dirige a través de y perdido del exterior
 bsela.gif (388x432)

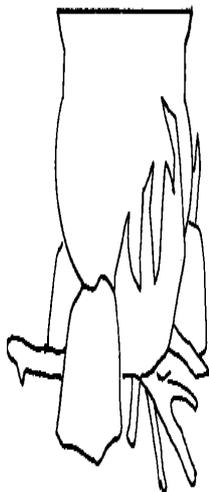


Figure 1a: Traditional Open Fire

Final Energy Balance:

Gains:

8% absorbed by water and food

Losses:

10% lost by evaporation from pot

82% lost to environment

Reference (6)

aparecen.

o La pérdida de energía en el accounts del gas de chimenea caliente para unos 22-39% del suman la entrada al woodstove. que La eficacia de energía de una estufa puede ser aumentó dramáticamente haciendo uso de la energía en este gas de chimenea caliente a través de la transferencia de calor del convective mejorada a la olla.

o Aunque no explícitamente detalló en Figura 1a, en los fuegos abiertos radiante

bsela.gif (353x437)

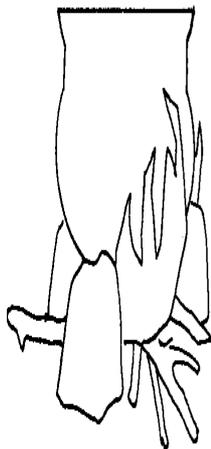


Figure 1a: Traditional Open Fire

Final Energy Balance:

Gains:

8% absorbed by water and food

Losses:

10% lost by evaporation from pot

82% lost to environment

Reference (6)

La transferencia de calor de es el mecanismo para el dos terceros de la transferencia de calor a la olla y no puede aumentarse grandemente (7) .

o Las pérdidas de energía debido a la combustión incompleta es relativamente pequeño, típicamente menos de 8% de la entrada energy. El problema mayor con La combustión incompleta de es la emisión de monóxido de carbono venenoso y Los hidrocarburos de --muchos de los cuales es tóxico, incluso carcinogénico (8) .

o Typically medio la energía que entra en la olla está perdida en la forma de vapor

bsela290.gif (281x432)

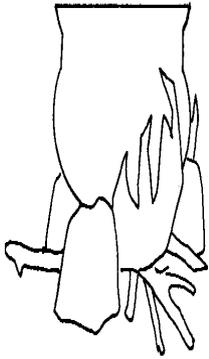


Figure 1a: Traditional Open Fire

Final Energy Balance:

Gains:

8% absorbed by water and food

Losses:

10% lost by evaporation from pot

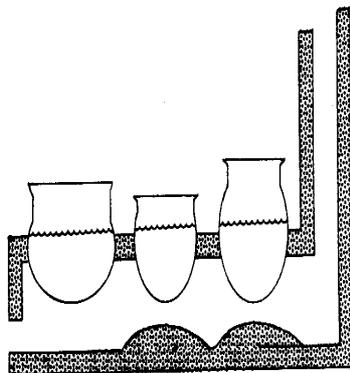
82% lost to environment

Reference (6)

Las pérdidas de también ocurren entrando esa energía en el pot. Eliminating esto cuecen al vapor la pérdida controlando el fuego más cuidadosamente pudo, en el principio, reducen el uso de energía total por la mitad. Similarly, pérdidas de calor del convective de la superficie de la olla es bastante importante (Figura 1d) . Para la olla típica

bseldx30.gif (437x486)

Figure 1d: Three pot mass wood stove with chimney.



Final Energy Balance:

- Gains:
- 6 % absorbed by water and food
- Losses:
- 4 % lost by evaporation from pots
 - 2.1% lost from pot surfaces
 - 13.9% absorbed by stove body
 - 30.2% lost as thermal energy in flue gases
 - 1.1% lost as carbon monoxide
 - 1.9% lost to evaporate moisture in fuel
 - 5.9% lost as latent heat of vaporization of water produced by combustion
 - 11. % lost as charcoal residue

Reference (3)

El pérdida rates de 700 W/[m.sup.2] (42,43), un 28-centímetro-diámetro la olla cilíndrica con 10-centímetro de expuesto al aire del ambiente perderá la energía al rate de 100 W. Durante una hora, esto es enérgicamente equivalente a 20 gramos de madera.

FIGURE 1: Caliente los Balances En las Estufas Cocción

Figure 1a: El Fuego Abierto tradicional

Último Balance de Energía:

Gains:

8% absorbidos por el agua y comida

Las Pérdidas de :

10% perdidos por la evaporación de la olla

82% perdido al ambiente

La referencia (6)

Figure 1b: Dos metal de uninsulated de olla
la estufa de madera con la chimenea.

Último Balance de Energía:

Gains:

17.6% absorbidos por primera olla

10.3% absorbidos por segunda olla

el fragmento perdido por la evaporación

de las ollas es desconocido

Las Pérdidas de :

2% absorbidos por el cuerpo de la estufa

40.4% perdidos por la transmisión y radiación

del cuerpo de la estufa

22.2% perdido como la energía térmica en

Los gases de chimenea de

7.8% perdido debido a la combustión incompleta

La referencia (5)

Figure 1c: Dos olla la madera maciza
la estufa con la chimenea.

Último Balance de Energía:

Gains:

11.8% absorbidos por primera olla

3.6% absorbidos por segunda olla

Las Pérdidas de :

29.2% absorbidos por el cuerpo de la estufa

1.9% perdidos por la transmisión y radiación

del cuerpo de la estufa
39.0% perdido como la energía térmica en
Los gases de chimenea de
2.7% perdido debido a la combustión incompleta
11.8% unaccounted para
La referencia (5)

Figure 1d: Tres olla la madera masiva
la estufa con la chimenea.

Último Balance de Energía:
Gains:
6% absorbidos por el agua y comida
Las Pérdidas de :
4% perdidos por la evaporación de las ollas
2.1% perdido de las superficies de la olla
13.9% absorbidos por el cuerpo de la estufa
30.2% perdido como la energía térmica en
Los gases de chimenea de
1.1% perdido como el monóxido de carbono
1.9% perdido para evaporar la humedad en
alimentan
5.9% perdido como el calor latente de vaporización
de agua produjo
por la combustión
11.% perdido como el residuo del carbón de leña
La referencia (3)

Figure 1e: La estufa del carbón de leña tailandesa.

Último Balance de Energía:
Gains:
3.1% absorbidos por el agua y comida
Las Pérdidas de :
4.6% perdidos por la evaporación de la olla
0.2% perdió por la transmisión y
La radiación de de la tapa de la olla

13.0% absorbidos por el cuerpo de la estufa
1.3% perdidos por la transmisión y radiación
del cuerpo de la estufa
2.1% perdido como la energía térmica en
Los gases de chimenea de
0.7% perdido como la deuda del monóxido de carbono
a la combustión incompleta
75.% perdido en la conversión de
Madera de al carbón de leña
La referencia (4)

Mejorando la eficacia de combustible de una estufa así requiere la atención a un
el número de factores. diferente Entre éstos es:

El rendimiento de combustión de : para que tanto de la energía guardada en el combustible
como posible se suelta como el calor.

La transferencia de calor Eficacia: para que tanto del calor generado como
posible realmente se transfiere a los volúmenes del pot. Esto
incluye conductivo, el convective, y procesos de transferencia de calor de radiative.

Control la Eficacia: para que sólo tanto calor como se necesita cocinar el
La comida de se genera.

La Olla Eficacia: para que tanto del calor que alcanza los volúmenes
de la olla como los posibles restos allí para cocinar la comida.

Cooking la Eficacia del Proceso: para que como la energía pequeña como posible es
causaba que el physico-químico cambia el occurring en la comida cocción.

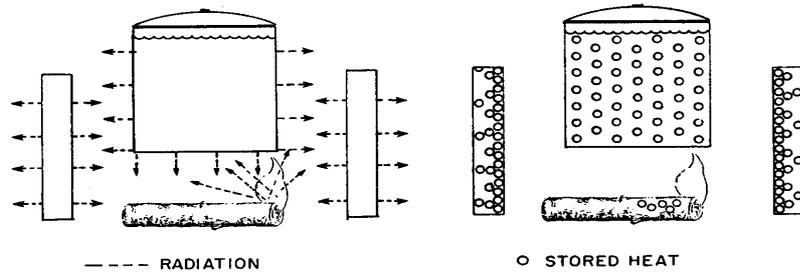
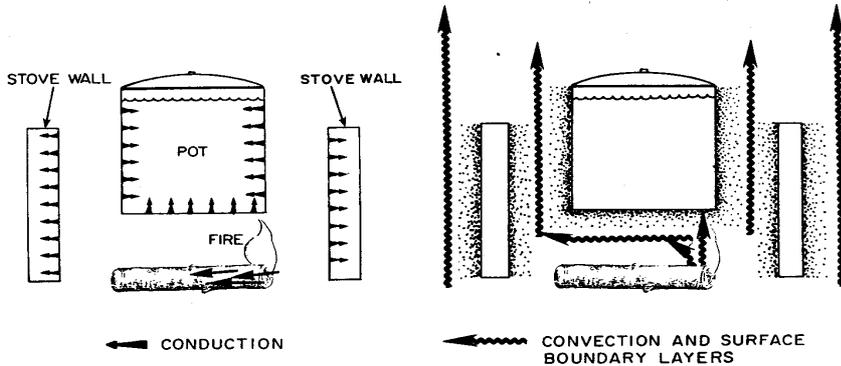
La combustión y eficacias de la transferencia de calor se combinan a menudo para
la conveniencia y es entonces los termed el rendimiento térmico de la estufa. Cuando
ellos también se combinan con la eficacia del mando, los tres son juntos
el termed la estufa efficiency. las pruebas Diferentes miden las combinaciones diferentes
de estos factores. el agua de poder Alta las pruebas hirvientes, por ejemplo,
mida los efficiency. High/low termales impulsan el agua las pruebas hirvientes y
las pruebas cocción controladas son dos métodos diferentes de medir la estufa

la eficacia.

La eficacia de la transferencia de calor se discutirá primero por lo que se refiere al conductivo, convectivo, y el radiative procesa la ida adelante en y alrededor del la estufa. de que Estos procesos se esbozan en Figura 2. Los otros aspectos

bse2x32.gif (600x600)

FIGURE 2



HEAT TRANSFER PROCESSES IN A STOVE

se discutirá la eficacia en turn. que Los apéndices documentan el texto en el detalle y mantiene las referencias extensas más allá lectura.

LA CONDUCCIÓN

La temperatura de un sólido, el líquido, o el gas es qué rápidamente una medida del los átomos y moléculas dentro de él son los moving: el más rápido ellos están moviendo el más caliente la substancia is. En los gases y líquidos, la transferencia de calor conductiva ocurre cuando las moléculas de velocidad altas chocan al azar con las moléculas más lentas, dando por aquí a alguno de su energy. En, el calor es gradualmente transferido de las regiones de temperatura superiores a aquéllos a las más bajo temperaturas. Debido a su de baja densidad y el rate de la colisión bajo consecuente entre las moléculas, los gases tienen una conductibilidad térmica baja. veneno los aisladores abusan de esto entrapando millones de aire del miniscule los bolsillos en una matriz de (muy poroso o esponjoso) el material: la mayoría de tal los aisladores son air. de hecho El material sólido es allí sólo sostener el el aire en sitio--para prevenir corrientes de aire que aumentaría el calor transfiera rate. Thus, los tales aisladores pierden alguno de su valor aislando si ellos están comprimidos que reduce el tamaño de los baches de aire o consigue moje que las harturas los baches de aire con el agua de conductibilidad superior.

MESA 2

que la Propiedad Típica Valora a las 20[degrees]C

material la Densidad de Termal el calor específico de

La Conductibilidad de kg/[m.sup.3] J/kg[degrees]C

Metales W/m[degrees]C (*)

Los aceros de aleación de 35 (10-70) 7700-8000 450-480

Los sólidos no metálicos

Cement 0.8-1.4 1900-2300 880

Los aisladores

Fibra de vidrio de 0.04 200 670

Los Líquidos

Water 0.597 1000 4180

Los gases

Air 0.026 1.177 1000

(*) Vea el Apéndice I para la definición y conversión de unidades.

La referencia (9). Una mesa más completa se da en el Apéndice A.

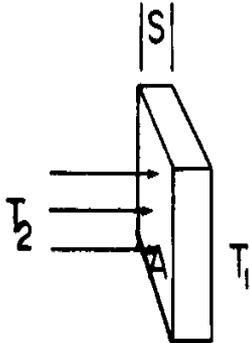
En un sólido, el calor se dirige como más rápidamente átomos vibrantes excite y acelere el rate de vibración de más despacio vecinos mudanza. Additionally, en el calor de metales se dirige como los electrones libres con un movimiento de velocidad alto de las regiones a una temperatura alta en las regiones a una más bajo temperatura donde ellos chocan con y excitan atoms. En el general, conducción de calor por los tales electrones son mucho más eficaz que que el átomos excitando adyacente cada other. Por esta razón, metales (qué electricidad de la conducta) tiene mucho superior las conductibilidades térmica que eléctricamente los sólidos aislantes.

Una mesa breve de conductibilidades térmica y otros factores se presenta en La Mesa 2 above. Los punto simplemente hecho sobre la conductibilidad baja de gases, la conductibilidad alta de metales, y aisladores de calidad que son principalmente aéreo (el aviso el de baja densidad) puede verse claramente en esta mesa.

La conductibilidad térmica interesada

bse3x33.gif (317x317)

FIGURE 3: Parameters for
Conductive Heat Transfer



La conductibilidad térmica de una lata del objeto se exprese aproximadamente por la ecuación

$$Q = \frac{KA(T_{SUB.1} - T_{SUB.2})}{s} \quad (1)$$

donde la Q es el rate de transferencia de calor, el k es la conductibilidad térmica del material, A es el área, el s es el espesor del objeto por que el calor está dirigiéndose, y $(T_{SUB.1} - T_{SUB.2})$ es la diferencia de temperatura entre el sides. Thus caliente y frío, nosotros vemos que si el plato es grande y delgado (A/s grande) los rate de tranfer de calor serán grandes. Si el

el plato es pequeño en el área y espeso, más como una vara (A/s pequeño), el rate de la transferencia de calor también será small. con que La transferencia de calor varía directamente la conductibilidad térmica y la temperatura diferencian por el objeto (El Apéndice A).

Sin embargo, usando esta ecuación solo para la transferencia de calor por una estufa la pared llevaría a valor que también son muchas veces large. La transferencia de calor en y fuera de un objeto depende de las conductibilidades a y del las superficies así como la conductibilidad dentro del propio objeto (el Apéndice Un). En algunos casos, suciedad o capas del óxido pueden reducir la transferencia de calor por la superficie; en otros casos, el aire a la propia superficie significativamente reduce el calor entonces transfer. Taking esto en el account da

$$A([T.SUB.1] - [T.SUB.2])$$

$$LA Q DE =-----$$

$$1 S 1$$

$$- + - + -$$

$$[H.SUB.1] EL K DE [H.SUB.2] (2)$$

donde [h.sub.1] y [h.sub.2] es los coeficientes de transferencia de calor de superficie internos y exteriores (El B del Apéndice) . los valor Típicos para la h todavía son 5 W/[m.sup.2][degrees]C en airee a encima de 15

W/[m.sup.2][degrees]C en un 3 m/s moderados wind. El inverso valora 1/h y s/k son el las resistencias a calor termale transfer. los valor Típicos del termal las resistencias (el s/k) para las paredes de la estufa diferentes 0.000286 son [m.sup.2][degrees]C/W para 1-mm-espeso acere, 0.04 [m.sup.2][degrees]C/W para la arcilla disparada 2-centimetro-espesa, y 0.10 [m.sup.2][degrees]C/W para un Wall. concreto 10-centimetro-espeso En el contraste, la resistencia termal del aire a la superficie de la pared de la estufa (1/h) es 0.2 [m.sup.2][degrees]C/W porque todavía airea y 0.0667 [m.sup.2][degrees]C/W para un 3 m/s wind. a que Estos valor deben doblarse entonces account para el interior y fuera de las superficies.

Así, es la resistencia de la superficie, no el traslado de la resistencia a calor de el propio material, que principalmente determina el rate de pérdida de calor a través de la estufa wall. Esto es verdad hasta la conductibilidad muy baja (alto

la resistencia termal) se usan materiales como el aislamiento de fibra de vidrio. Por ejemplo, fibra de vidrio tiene una resistencia termal ($1/k$) típicamente aproximadamente $25 \text{ m}^2/\text{K}$, para un forro 4-centimetro-espeso, una resistencia total (el s/k) de sobre mí $[m \cdot \text{sup.} 2]$ $[\text{degrees}]C/W$. En este caso el aislamiento, no la resistencia de la superficie, las capas aéreas, es el primero determinante del rate de la estufa de pérdida de calor.

Los rate del régimen estacionario de pérdida de calor a través de una pared de la estufa metal pueden ser ahora crudamente estimated. Si la pared tiene una área de $1 \text{ m} \times 0.2 \text{ m} = 0.2 \text{ m}^2$, una temperatura la diferencia de $500 \text{ degrees}C$ entre el interior y fuera de, y está en todavía aire

(.2) (500)
La Q de ----- = 250 vatios
(.2) + (0.0000286) + (.2)

Si la resistencia de la capa isoterma de la superficie de aire hubiera sido ignorada, un el rate de pérdida de calor 14,000 veces mayor habría sido calculado--un el valor absurdamente grande.

La transferencia de calor conductiva también lleva el calor a través de la olla a sus volúmenes. La conductibilidad alta las ollas aluminias pueden ahorrar energía comparada a la arcilla las ollas porque ellos dirigen el calor del fuego más prontamente a la comida. Al mismo tiempo, sin embargo, las ollas aluminias sufrirán la pérdida de calor mayor que las ollas de arcilla del interior caluroso a las porciones del exterior expuesto al ambiente frío air. a que podrían aislarse Estas porciones de la olla reduzca este calor loss. El coeficiente de la transferencia de calor global de aluminio se han estimado las ollas para ser aproximadamente $18 \text{ W}/\text{m}^2/\text{degrees}C$ comparó a $9.7 \text{ W}/\text{m}^2/\text{degrees}C$ para las ollas de arcilla (3,10) . En las pruebas cocción controladas con las ollas aluminias, combustible los ahorros eran aproximadamente 45% (3) comparó a usar pots. Coating de arcilla aluminio las ollas con el barro para proteger su brillo, o permitiendo una capa espesa de hollín a construya arriba por fuera reduzca la eficacia de energía de las ollas y debe ser descorazonado. En la suma a su actuación alta y facilidad de cocineros del uso prefiera las ollas aluminias porque, ollas de arcilla disparadas tradicionales diferentes, ellos, no legue break. En un muy pocos años la producción y uso de ollas aluminias ha extendido ampliamente en muchos países en desarrollo.

El Almacenamiento Termal calculando

Otro factor de importancia en los cálculos de la transferencia de calor conductivos es la habilidad de un material dado guardar la energía térmica, moderado como su heat. específico El calor específico de un material es la cantidad de energía exigido levantar la temperatura de 1 kg de su masa por 1[degrees]C. Para un dado objeto, el cambio en el calor total guardado se da entonces por

DE - [MC.SUB.P] (DT) (3)

donde el MEGA es la masa del objeto, [C.sub.p] es su calor específico, y (el dT) es su cambio en temperature. Thus, si la pared de un 3 kg aumentos de la estufa metales por 380[degrees]C durante el uso, el cambio en energía guardada en su pared está

DE = (3kg) (480Ws/kg[degrees]C) (380[degrees]C) = 547200 W o 547.2 kJ

Así, la conductibilidad térmica lleva la energía térmica a través de un material; el calor específico y masa de una tienda del objeto esta energía térmica. El más grande la masa y calor específico de un objeto el más energía que puede guarde para un cambio dado en temperature. Thus un termalmente macizo (grande [MC.sub.p]) el objeto calienta arriba despacio; un termalmente el peso ligero (pequeño [MC.sub.p]) el objeto caliente rápidamente. Esto se llama la inercia termal de un objeto y es un parámetro del plan importante en las estufas.

Los Cálculos de Pérdida de pared

Reduciendo la pérdida de calor en y a través de las paredes de la estufa al exterior requiere un estado detallado del proceso de la conducción que se presenta en el Apéndice A. En repasar estos cálculos, es importante a la nota primero que ellos son basados en una cámara de combustión supuesta particular la geometría y flujo de calor del fire. debido a esto, los valor listaron debajo de está en los vatios, grados, etc., en lugar de en las unidades del dimensionless. Segundo, para la simplicidad y conveniencia los cálculos se hicieron asumiendo que el fuego se persiste en un solo nivel de poder todo el time. Thus, el resultados listados son intermedios entre aquéllos observados en la práctica para el el poder alto la fase hirviendo y el poder bajo que hacen cocer a fuego lento la fase debido al los valor asumidos para el calor fluxes. Aunque se cambian los valor dados

por estos factores, ellos no obstante muestran tendencias que permanecerán el mismo para cualquier cámara de combustión.

Cuando cocinando empieza, las paredes de la estufa son frías. Con tiempo que ellas se calientan arriba a un rate determinado por su masa y calor específico como discutido anteriormente. las paredes ligeras tienen una inercia térmica baja y se calientan rápidamente. Las paredes espesas, pesadas calientan más pérdida de calor de slowly. de la cámara de combustión es determinado por qué rápidamente estas paredes se calientan y como consecuencia cuánto caliente la pared pierde de su fuera de surface. Esto se muestra claramente en

bse4x37.gif (600x600)

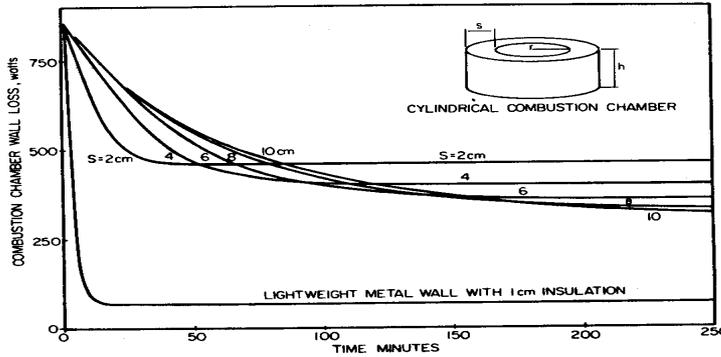


FIGURE 4A: Heat loss into and through massive concrete combustion chamber walls of varying thicknesses as a function of time elapsed since starting the fire. Heat loss from a lightweight metal wall is shown for comparison. Parameters are given in Table A-5

FIGURE 4B: Heat loss into and through combustion chamber walls of varying materials as a function of time elapsed since starting the fire

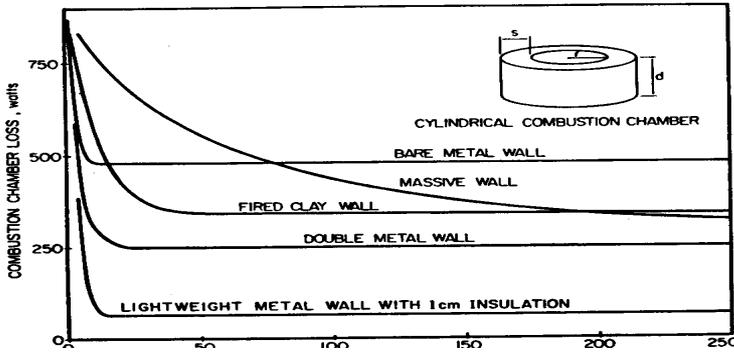
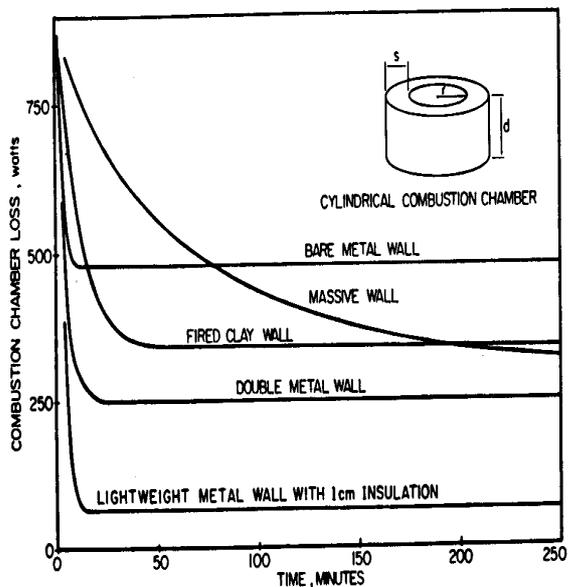


Figure 4, dónde el más espeso la pared el más despacio calienta.

Aunque una pared espesa de material del calor específico alto denso puede tener la ligeramente más bajo pérdida de calor que una pared más delgada después de varias horas (Vea El Apéndice A), tarda muchas horas más para la más bajo pérdida de calor eventual de la pared espesa para compensar para su absorción muy mayor de calor a caliente arriba a este state. Thus, siempre es preferible hacer el sólido (el non-insulator) la porción de la pared como delgado y enciende como posible. Adicionalmente, el uso de insulants ligero como fibra de vidrio o

bse4bx37.gif (486x486)

FIGURE 4B: Heat loss into and through combustion chamber walls of varying materials as a function of time elapsed since starting the fire



la construcción de la pared doble puede bajar la pérdida de calor dramáticamente (Figura 4B).
 Materiales como el arena-arcilla o se cuaja que tiene un calor específico alto y densidad, y que debe formarse en las secciones espesas para ser suficientemente muy bien apoyar una olla o resistirse el fuego, debe evitarse por consiguiente.

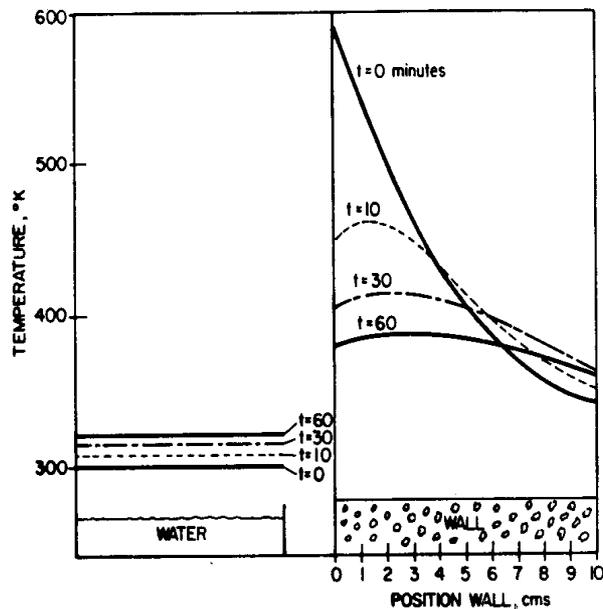
Caliente la Recuperación

Frecuentemente se ha defendido que las cantidades grandes de calor absorbieron por las paredes de una estufa maciza que extinguen deben ser utilizadas por cualquiera el fuego temprano y usando este calor para completar cocinando o usando después para calentar water. Water las pruebas caloríficas en las estufas macizas calientes, sin embargo, tiene mostrado sólo 0.6-1.3% de la energía soltados por el fuego a eso de que se guardaron quizás un tercio en la pared maciza, podría recuperarse--calentando el agua por típicamente 18-19[degrees]C (2) . lo que se piensa a menudo que es calentando o cocinando por la recuperación de calor realmente se hacen el permaneciendo las hullas del fuego.

Esa recuperación de calor de las paredes macizas es tan difícil puede ser fácilmente entendido considerando el following. First, conducción de calor a través de la pared es lenta (el Apéndice A) para que la energía pequeña pueda transportarse a la olla directly. Second, el aire es un insulator. Thus relativamente bueno, pequeño, el calor puede llevarse de la pared en el espacio aéreo dentro de la estufa y entonces al pot. Third, los dos de estos caminos de calor se retardan más allá por el la diferencia de temperatura relativamente pequeña entre la pared y la olla. El la temperatura baja de la pared también reduce el traslado radiante a la olla. Finalmente, el calor guardado en la pared tiende a equilibrar dentro de la pared y entonces gotea al outside. que El resultado de todos estos procesos se muestra

bse6x39.gif (600x600)

FIGURE 6: Heat recuperation from a massive wall. At time $t=0$ minutes, a cold pot of water is placed on a hot massive stove that has been running for one hour at a medium power level. Plots of the temperatures within the pot and stove wall are shown for times $t=0, 10, 30,$ and 60 minutes. As seen, the water recuperates little energy from the wall. Note (39) describes how this calculation was done.



en Figura 6 y está de acuerdo muy bien con los datos experimentales citados anteriormente.

En lugar de dependiendo de la eficacia baja las estufas macizas (la Mesa V-1) para cocinando e intentando recuperar el calor para el agua caliente entonces, el tal agua, calentarse pueden ser muy más eficazmente hechos directamente con una actuación alta la estufa. Further, puede hacerse entonces cuando necesitó en lugar de atándose a el schedule. Similarly cocción, usando el calor guardado para completar la cocina es una técnica sumamente ineficaz comparó a usar una eficacia alta la estufa ligera y posiblemente un " fogón del haybox " (discutió debajo bajo

OTROS ASPECTOS).

La recuperación de calor es claramente deseable, sin embargo, cuando puede hacerse eficazmente, cost eficazmente, y sin interferir excesivamente con el propósito primario del device. por ejemplo, agua calorífica por el calor la recuperación podría hacerse eficazmente formando la pared de un alto la actuación la estufa metal él en una agua Calor de tank. que habría por otra parte se pierda en y a través de la pared sería entonces en cambio directamente absorbido por el water. Si o no la más bajo media combustión las temperaturas de la cámara reducirían la olla significativamente la eficacia calorífica o interfiere con la combustión necesitaría ser probado.

Así, las paredes ligeras tienen el potencial intrínseco muy superior para la actuación que las paredes macizas debido a su más bajo inercia termal. Esto no hace, sin embargo, necesariamente media que una estufa ligera quiere automáticamente ahorre la energía o que una estufa maciza cannot. Para un peso ligero la estufa para ahorrar la energía su pérdida de calor al exterior también debe minimizarse y deben perfeccionarse el convective y traslado del calor radiante a su olla. Recíprocamente, las estufas macizas pueden y a veces ahorran la energía a pesar de su la pared grande losses. las Tales estufas pueden ahorrar la energía si el convective y la transferencia de calor del radiative a la olla se perfecciona cuidadosamente.

Las Pérdidas de la Pared reduciendo

Si una sola pared ligera (metal) la estufa se empaña pesadamente y sooted

bse5x39.gif (600x600)

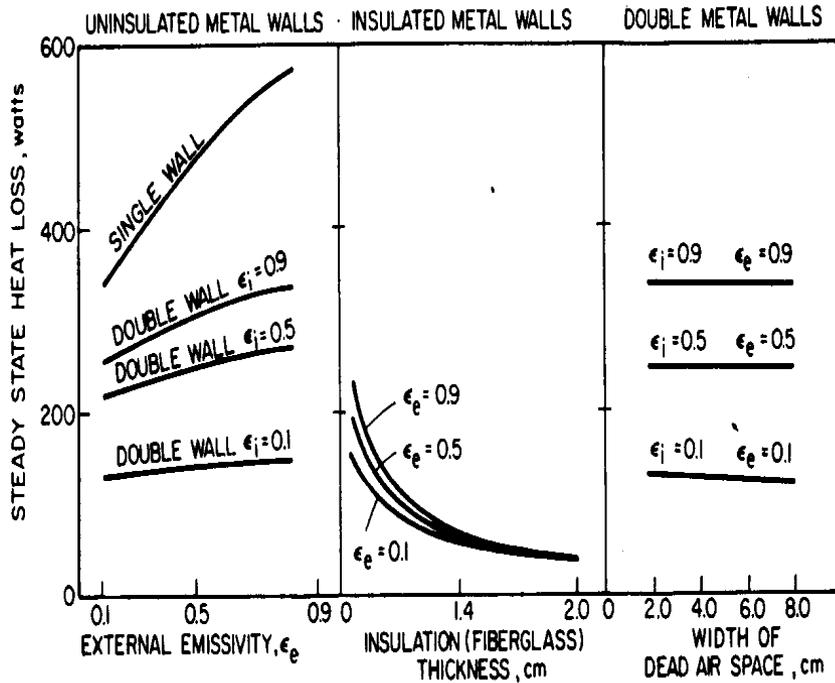


FIGURE 5: Steady state heat loss from combustion chamber walls as a function of various parameters. The emissivity, ϵ , is defined

por fuera su pérdida de calor exterior puede ser bastante grande (Figura 5). Esto la pérdida de calor es debida a la emisión de energía radiante (vea el LENGUAJE C del Apéndice) y puede reducirse puliendo químicamente o mecánicamente o cubriendo el la superficie exterior para dejar un finish. metálicos luminosos Aunque tal un acabado pueda tener la apelación comercial, su efectividad reduciendo la pérdida de calor quiere sólo dure tan largo como él se guarda relativamente limpie y libre del hollín y óxido, etc. que debe notarse que la mayoría de las pinturas, incluso la pintura blanca, el testamento, realmente aumente la pérdida del calor radiante de una estufa y deba ser evitado; disminuir la pérdida del calor radiante, la superficie debe ser metálica.

Lighweight las solas estufas de la pared son fáciles construir, es los cost bajos, y tenga la actuación relativamente alta cuando la transferencia de calor del convective se perfecciona. Sin embargo, durante el uso ellos pueden tener por fuera el bastante calor y lata

bsex40.gif (600x600)

TABLE 3
Wall Temperatures During Operation*

Wall Type	Parameters	Inner Wall	Outer Wall	Rate of Heat Loss	Notes
Massive**	10 cm thick	217°C	57°C	525 W	After 60 min
	$\epsilon_g = .93$	252	108	324	After 240 min
Fired Clay	2 cm thick $\epsilon_g = .93$	250	148	340	Steady State
Bare Metal	2 mm. thick $\epsilon_g = .5$	231	231	477	Steady State
Double Wall	2 mm. thick $\epsilon_1 = .5, \epsilon_g = .5$	263	154	250	Steady State
Insulated	2 mm thick metal 1 cm thick fiberglass insulation, $\epsilon_g = .5$	287	105	66	Steady State

*Parameters are listed in Table A-5.

queme al usuario así como sea incómodo usar (Mesa 3) . para reducir el calor la pérdida y así reduce este riesgo, cualquier construcción de la pared doble y/o pueden usarse insulants ligeros como fibra de vidrio o vermiculita.

La construcción de la pared doble con metal solo puede reducir el calor significativamente la pérdida (Figura 5), la incomodidad usuaria, y el riesgo de quemaduras (Mesa 3). El la pared doble sirve dos funciones reduciendo el calor loss. First, el muerto, el espacio aéreo entre las dos paredes es un aislador ligeramente bueno. que debe se note, sin embargo, que aumentando el espesor de este espacio aéreo muerto no mejore su value. aislante que Esto es debido a la transmisión corrientes que fluyen más libremente el más grande el espacio, llevando el calor de, una pared al Segundo de other., la pared interna actúa como un escudo de la radiación entre el fuego y el wall. exterior Los dos de estos factores pueden verse en Figure 5. Allí, el emissivity o, más con precisión, el acoplamiento radiante entre las paredes internas y exteriores es el primero determinante de pérdida de calor.

El emissivity de la superficie exterior es la deuda menos importante a la más bajo temperatura de ese wall. Como la temperatura de la pared exterior aumenta debido al traslado del calor radiante mayor del interior a la pared exterior ([[el epsilon] .sub.i] aumentando) el emissivity exterior, [[el epsilon] .sub.e], se pone más importante (el LENGUAJE C del Apéndice).

En la práctica hay varias dificultades potenciales:

o Aunque es preferible minimizar el acoplamiento radiante entre los dos Las paredes de dándoles un acabado metálico luminoso, duradero, ellos quieren tienden al óxido, empañadura, y hollín encima de time. Keeping que ellos limpian sería difficult. Even en el peor caso ([[el epsilon] .sub.1] = .9, [[el epsilon] .sub.e] .9), sin embargo, el doble

La pared de todavía realiza bien que el bueno ([el epsilon] .sub.e] = .9) la sola pared metal.

o El espacio aéreo muerto es un aislador bueno solo, pero atando el la pared interna al exterior tenderá al corto circuito su valor aislando debido a la conductibilidad térmica alta de metal. es necesario que el dos paredes están juntos mecánicamente rígidas, pero ellos no deben fácilmente dirigen el calor de uno al otro. Esto podría hacerse usando no metálico Espaciadores de o broches, o soldadura a puntos las paredes juntos a seleccionó los punto. que deben evitarse las soldaduras continua Largas si posible.

o El valor aislante del espacio aéreo muerto está reducido si el aire se permite para fluir a través de. Thus, el espacio aéreo muerto debe cerrarse a la cima.

La pared doble están desarrollándose las estufas metales ahora y mercantilizaron en Botswana (11,12) y Guinea (13).

Bien todavía es usar un insulante veneno como fibra de vidrio o la vermiculita con la pared doble para sostenerlo en sitio y protegerlo. Como visto en Figura 5, capas de aislamiento tan delgado como unos milímetros son eficaces reduciendo el calor loss. Las tales estufas se ha probado en Malí (14). Otros insulantes valor investigando ligeros incluyen la ceniza de madera, la harina fósil, y, posiblemente, químicamente trató (para reducir su la inflamabilidad) paja o carbón de leña entre otros (vea la Mesa UN-1).

Así como aisló las paredes reducen las temperaturas exteriores (Mesa 3), ellos aumente la pared interna temperature. que Esto puede aumentar la transferencia de calor a la olla por la transferencia de calor del convective, por la transferencia de calor del radiative del la superficie de la pared interna, y posiblemente mejorando la calidad de combustión.

LA TRANSMISIÓN

La transferencia de calor de Convective ocurre cuando un gas o el líquido se fuerza o fluye naturalmente en una región a una temperatura diferente y entonces el calor de los intercambios la energía por la conducción - - por la interacción de partículas individuales. que es por transferencia de calor del convective que el gas caliente que deja el fuego calienta el la olla, o que el viento refresca un stove. caliente En los fuegos abiertos y muchos tradicional

bselx290.gif (600x600)

FIGURE 1: Heat Balances In Cooking Stoves



Figure 1a: Traditional Open Fire

Final Energy Balance:

- Gains:
 - 8% absorbed by water and food
 - Losses:
 - 10% lost by evaporation from pot
 - 82% lost to environment
- Reference (6)

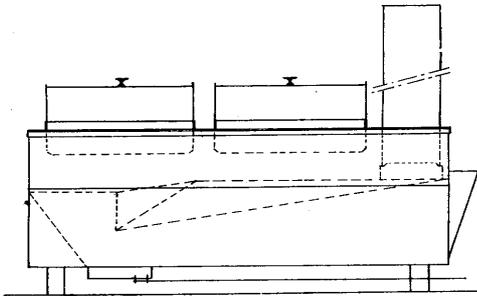


Figure 1b: Two pot uninsulated metal wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

- Gains:
 - 17.6% absorbed by first pot
 - 10.3% absorbed by second pot
 - the fraction lost by evaporation from pots is unknown
 - Losses:
 - 2 % absorbed by stove body
 - 40.4% lost by convection and radiation from stove body
 - 22.2% lost as thermal energy in flue gases
 - 7.8% lost due to incomplete combustion
- Reference (5)

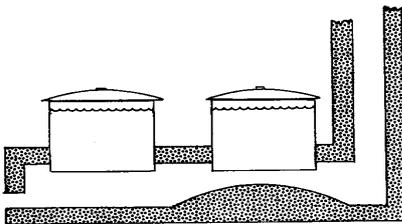


Figure 1c: Two pot massive wood stove with chimney.

Final Energy Balance:

- Gains:
 - 11.8% absorbed by first pot
 - 3.6% absorbed by second pot
 - Losses:
 - 29.2% absorbed by stove body
 - 1.9% lost by convection and radiation from stove body
 - 39.0% lost as thermal energy in flue gases
 - 2.7% lost due to incomplete combustion
 - 11.8% unaccounted for
- Reference (5)

las estufas mucho del potencial calorífico de este gas está perdido (Figura 1). La transferencia de calor del convector creciente a la olla es el solo la mayoría la manera importante dado aumentar el rendimiento térmico de una estufa del woodburning.

La transferencia de calor de Convector creciente

En el general, la transferencia de calor del convector se da empíricamente por la ecuación:

$$LA Q DE = HA([T.SUB.1]-[T.SUB.2]) (4)$$

Para el caso de una olla que está acalorado por gas caliente que deja el fuego, la Q es el la transferencia de calor del gas a la olla, la h es el calor del convector transfiera el coeficiente, UN es el área de la olla por que el calor el intercambio tiene lugar, y $([T.sub.1]-[T.sub.2])$ es la diferencia de temperatura entre el gas caliente y la olla.

Para aumentar la Q de la transferencia de calor a la olla hay entonces, en el principio, tres cosas uno enlata do. First, la temperatura [T.sub.1] del gas caliente puede ser aumentado. Esto sólo puede hacerse cerrando la estufa y controlando el la cantidad de aire externo que enters. Esto es a menudo impráctico como él requiere manipulando una puerta en la entrada de madera, previene el monitoreo visual fácil de fuego, y normalmente requiere la madera a la corte en los pedazos pequeños para que que la puerta puede cerrarse detrás de them. Further, el usuario debe de forma consistente cierre las Estufas de door. con el fireboxes adjunto es, sin embargo, siendo desarrollado y diseminó en India (15-18) . Si exitoso en un grande descascare, ésta es una innovación importante.

Segundo, tanto del área UN de la olla debe exponerse al gas caliente como possible. Esto es muy importante. Por ejemplo, que Los apoyos de la olla deben sea muy bien bastante para apoyar la olla pero debe guardarse pequeño en el área para para no proteger el gas caliente del pot. El gas debe permitirse subir arriba alrededor de la olla y avisa su superficie entera.

Tercero, la convector transferencia de calor coeficiente h debe aumentarse. Esto puede hacerse aumentando la velocidad del gas caliente como fluye más allá de la olla.

En la transferencia de calor del convectivo, el flujo de la resistencia a calor primario no está dentro del objeto sólido (a menos que es un aislador muy bueno), ni dentro de el gas. Instead caliente fluido, la resistencia primaria está en la " superficie la capa isoterma " de muy despacio gas mudanza inmediatamente adyacente a una pared. Lejos de una pared, el gas fluye libremente y prontamente lleva el calor con él. Como el la pared de la olla se aproxima, fricción entre la olla y el gas previene el gasee de fluir fácilmente, Dentro de esta región, que la transferencia de calor es principalmente por la conducción y, como previamente nombrado, la conductibilidad de gases realmente es bajo. es esta capa isoterma de la superficie de gas estancado que principalmente la transferencia de calor de los límites del gas caliente fluido a la olla.

Para mejorar el rendimiento térmico de una estufa, la resistencia termal de esta capa isoterma debe ser reduced. Esto puede lograrse por (entre otros) aumentando la velocidad de flujo del gas caliente encima de la superficie de la olla. Este auxilios " de flujo rápidos pelan " alguno de este límite de la superficie lejos la capa y, agurrás, la capa isoterma de gas estancado ofrece menos entonces

bse7x43.gif (600x600)

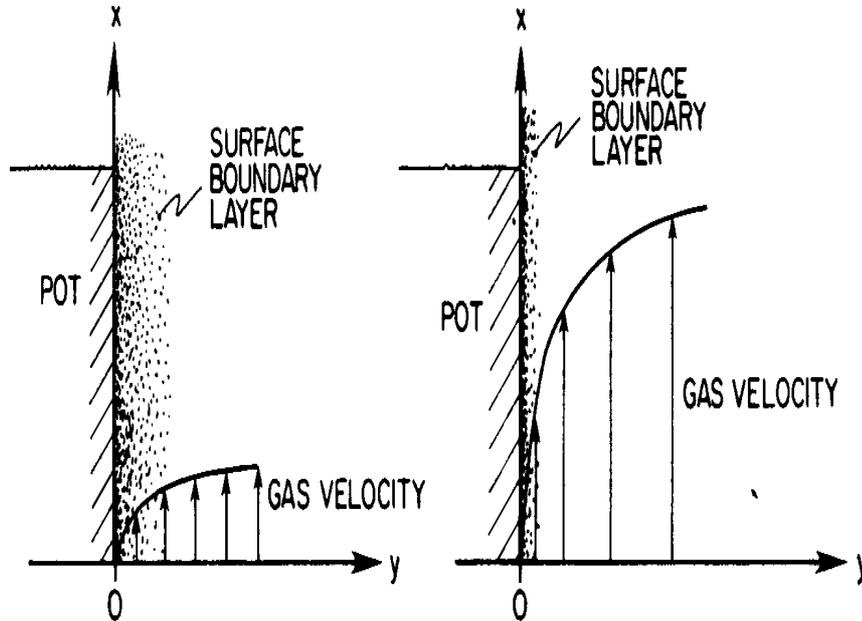


FIGURE 7: Convective heat transfer and surface boundary layers. Most of the resistance to heat flow is in the surface boundary layer of slowly moving gas (7A). Increasing the velocity of the gas past the surface helps "peel" away this surface boundary layer and, thinner, it offers less resistance to heat transfer.

la resistencia a la transferencia de calor conductiva por él a la olla (Figura 7).

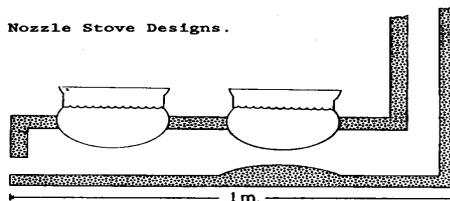
Los Tipos de la Estufa fundamentales

Los esfuerzos por mejorar la transferencia de calor del convector han producido tres los tipos fundamentales de estufas de la biomasa que serán genéricamente los termed el multipot, cauce, y boquilla (Figura 8) . En cada uno de éstos, el flujo

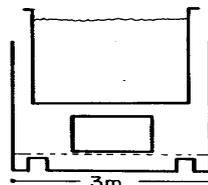
bse8x44.gif (600x600)

FIGURE 8: Multipot, Channel, and Nozzle Stove Designs.

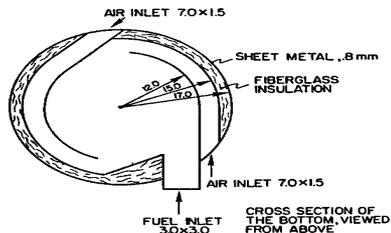
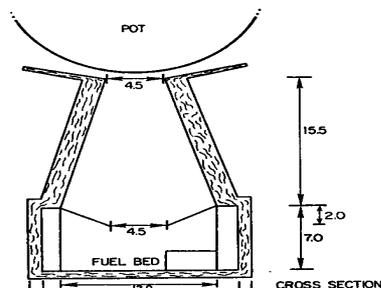
Multipot Stoves: To increase convective heat transfer, a second pot is added so that more surface area is exposed to the fire and hot gas, a baffle is placed under the second pot to increase gas velocity as it flows past the pot, and a chimney is added both to evacuate the smoke and increase the draft (and gas velocity) throughout the stove.



Channel Stoves: To increase convective heat transfer, the hot gas is forced up through a narrow channel over the entire pot. The pot is placed close to the fire to ensure good radiant heat transfer. If desired, a chimney can be added to evacuate smoke.



Nozzle Stoves: To increase convective heat transfer, the gas is accelerated up the high and narrowing combustion chamber and then forced through a narrow channel over the pot. Emissions are reduced by bringing fresh air in at an angle to the combustion chamber, causing swirl and improving mixing of air with volatiles; by placing the baffle (5-7 cm) above the fuel bed to generate recirculation zones and thus improve combustion; and by providing a high combustion zone to allow completion of combustion.



la velocidad del gas caliente encima de la olla es aumentada estrechando el el channel(1) hueco a través de que el gas debe fluir más allá de la olla. (Porque el el volumen de gas caliente que fluye el pasado cualquier punto es constante, su velocidad de flujo, a través de un hueco estrecho debe ser más rápido que a través de uno más ancho). Esto, sin embargo, resultados en un impedimento serio inherente en cualquiera la estufa mejoró el programa. Como estos huecos del cauce debe ser preciso a dentro de unos milímetros para ser eficaces, la estufa y dimensiones de la olla deben corresponder y precisamente deben ser determinado - - complicando producción y diseminación grandemente.

Las estufas de Multipot calientan dos o más ollas de un tiro a tiro. En el principio, esto aumenta el área de la olla expuesta al fuego y el gas caliente y los aumentos el efficiency. termal En la práctica, sin embargo, es difícil si no imposible para controlar el calor entrado a cada uno de las ollas individualmente (vea OTROS ASPECTOS) . La eficacia de la estufa resultante es entonces normalmente más bajo que cauce o estufas de boquilla de prototipo ahora bajo el desarrollo.

Encauce las estufas aumentan el área de la olla expuesta al gas caliente forzando el gasee encima de tanto de la superficie de una sola olla como factible. Radiant el traslado se aumenta al máximo poniendo la olla todavía cerca del firebed sin interfiriendo excesivamente con las combustion. Cauce estufas ofrecen superior

(1) Las dimensiones del cauce se llaman " la longitud " por la dirección de gas fluya, anchura " para la circunferencia de la olla o estufa, y " abre boquete en " para el espacio entre la olla y paredes de la estufa.

las eficacias, bien controle, y el más bajo cost que la mayoría de las estufas del multipot. Las emisiones de las estufas del cauce, sin embargo, son a menudo ningún menos de de las estufas del multipot y en algunos casos puede ser más peor.

El desarrollo de estufas de tipo de boquilla sólo ha empezado recientemente (18,19), todavía ellos aparecen ofrecer promise. considerable en cuanto a las estufas del cauce, la boquilla, las estufas tienen una sola olla, la superficie entera de que se expone al la ira del f y gas. Similarly caliente, en cuanto a los dos el cauce y estufas del multipot, las estufas de la boquilla aumentan la velocidad de los gases calientes que fluyen el pasado la olla forzándolos a través de un channel. Additionally estrecho, la altura grande y la garganta del estrechamiento de la cámara de combustión de la estufa de la boquilla acelera

los gases a una velocidad superior antes de que ellos avisen el pot. que Esto es hecho, sin embargo, el traslado radiante a costa de reducido.

Las estufas de boquilla de prototipo han logrado eficacias de 43% en el laboratorio las pruebas (18,19), comparable a las estufas del multipot buenas (15-17) y cauce las estufas (14). Further, porque la forma de la cámara de combustión mejora la combustión, las estufas de la boquilla tienen muchas más bajo emisiones que otros tipos. Las recientes pruebas de estufas de la boquilla han mostrado emisiones de monóxido de carbono (CO) para ser simplemente 5-6 ppm al poder de la cresta y de hollín, menos de 2.5 mg/[m.sup.3] (18,19). Estos están lejanos menos del fire. abierto Por la comparación, las emisiones típicas, de las estufas de querosén al poder de la cresta 25 ppm de CO y 0.2 mg/[m.sup.3 son] de hollín. Los prototipos actuales, sin embargo, sufren el impedimento severo de sólo aceptar los pedazos muy pequeños de biomass. Si o no esto puede superarse los restos para ser el seen(2).

(2) Para la información extensa, los lectores deben avisar H.S. Mukunda y U. Shrinivasa a ASTRA (Vea el Apéndice J).

La transferencia de calor de Convective modelada

La transferencia de calor del convective comprensiva apuntala todos los esfuerzos para mejorar la eficacia de biomasa stoves. ardiente modelo empírico detallado de la transferencia de calor del convective en las estufas del cauce se desarrolla en el B del Apéndice; también se proporcionan referencias a modelo empírico de estufas del multipot allí. el análisis Numérico de transferencia de calor del convective en el cauce y las estufas de la boquilla están ahora pasando por la autora y se presentarán en otra parte.

Porque las estufas del cauce generalmente tienen mucho mejor la actuación que las estufas del multipot y porque ellos se desarrollan más totalmente y probaron que las estufas de la boquilla, se presentarán elementos críticos en su plan aquí. El modelo empírico de transferencia de calor del convective en estufas del cauce desarrolladas en el B del Apéndice la visión considerable proporciona en su actuación y limitations. Este modelo no es suficientemente preciso ser usado a prediga la actuación cuantitativa absoluta de una estufa real--eso puede sólo se haga por el testing detallado como discutido en el Capítulo V. No obstante, el modelo es útil ilustrando las direcciones general en la actuación de

este tipo de estufa y su sensibilidad a los cambios dimensionales.

De la discusión anterior de transferencia de calor del convectivo y límite de la superficie capas uno espera que el narrower encauza para tener rates superior de transferencia de calor al walls. Esto se ve claramente en las predicciones ejemplares presentadas en Figure 9. En el hecho, la eficacia del cauce, definida como el fragmento de, la energía en el gas caliente que entra en el cauce que se transfiere a la olla, es sumamente sensible a los cambios en el cauce gap. Para un 10-centimetro-largo encauce, las gotas de eficacia de cauce de 46% para un hueco del 8-mm a 26% para un 10-mm gap. Thus la estufa y las dimensiones de la olla precisamente deben ser mismas controlado. Multipot y la actuación de estufa de boquilla es similarmente sensible al hueco del cauce.

La más bajo eficacia de huecos del cauce anchos puede compensarse parcialmente para

bse9x46.gif (600x600)

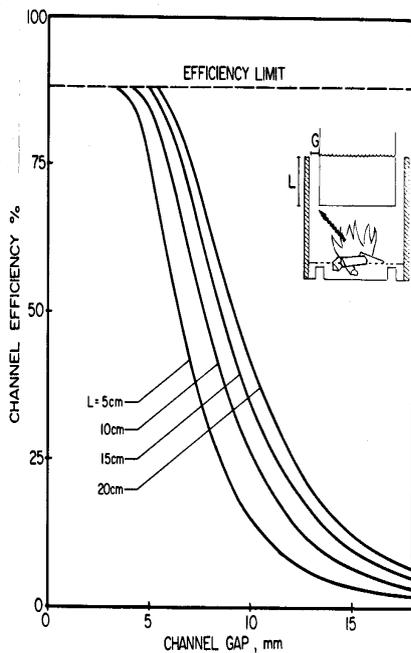


FIGURE 9A: Channel efficiency as a function of channel width for various channel lengths. Parameters are given in Appendix B. (See also the discussion following equation B-20).

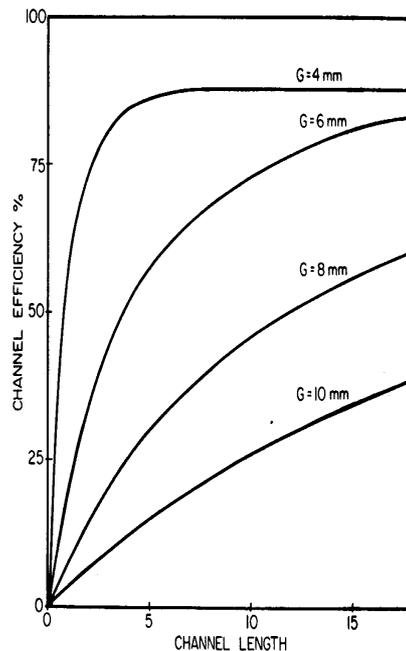


FIGURE 9B: Channel efficiency as a function of channel length for various channel widths. Parameters are given in Appendix B.

haciendo el cauce más largo (Figura 9) o cerrando la combustión la cámara para controlar el aire excesivo y levantando las medio temperaturas de gas así (El B del Apéndice) . However, cerrando el firebox no es a menudo práctico, como discutido debajo bajo la Radiación, y los cauces más largos raramente pueden totalmente

bse9bx46.gif (486x486)

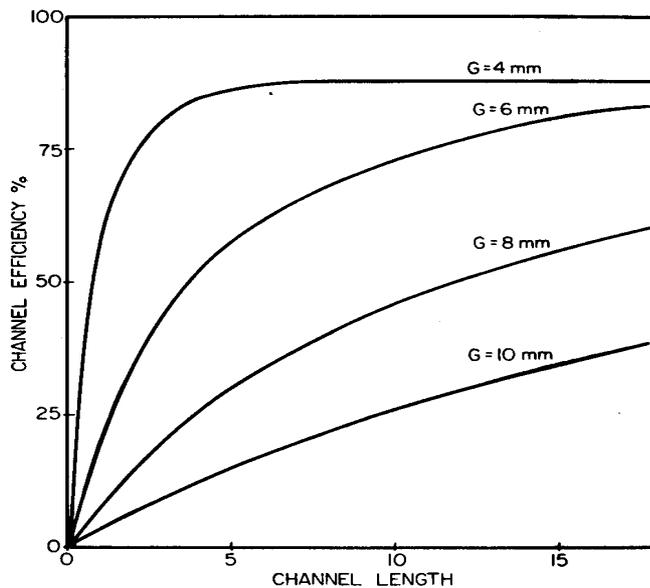


FIGURE 9B: Channel efficiency as a function of channel length for various channel widths. Parameters are given in Appendix B.

compense (Figura 9,11) . Como visto en Figura 9B, la longitud del cauce adicional,

bse9x460.gif (600x600)

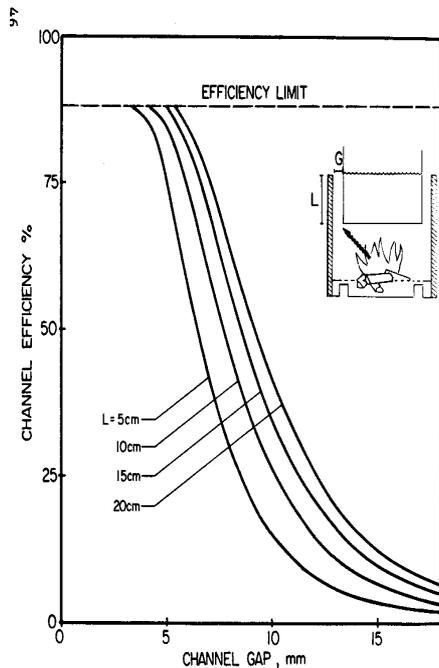


FIGURE 9A: Channel efficiency as a function of channel width for various channel lengths. Parameters are given in Appendix B. (See also the discussion following equation B-20).

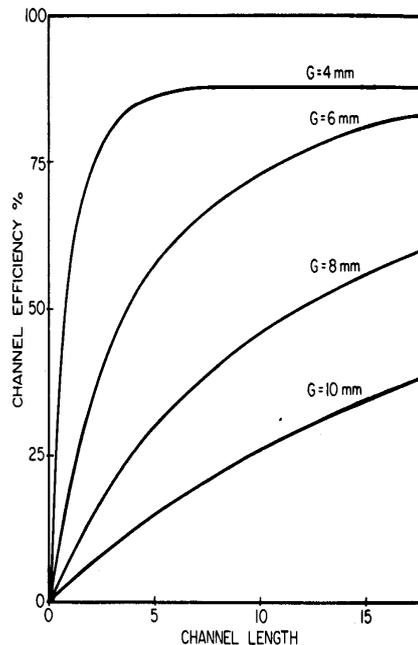


FIGURE 9B: Channel efficiency as a function of channel length for various channel widths. Parameters are given in Appendix B.

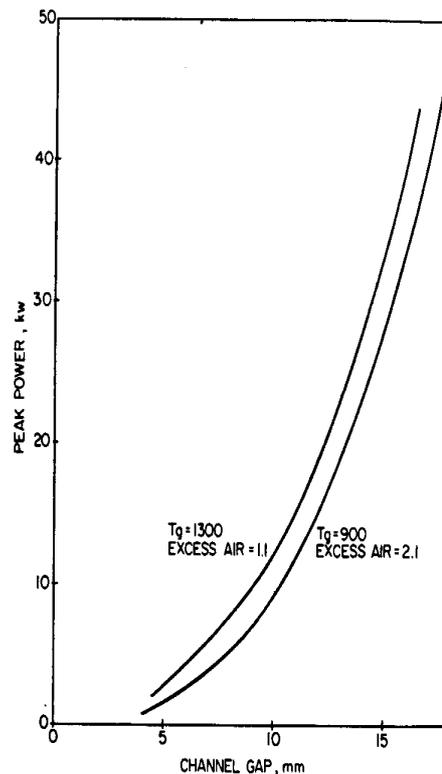
también es cada vez menos effective. Como los gases en el levantamiento del cauce y deje su calor, su temperatura drops. que la longitud del cauce Adicional es intentando recuperar la energia de esto la en aumento más bajo temperatura (la más bajo calidad) el calor source. Para el hueco del 4-mm, eficazmente toda la energia en el gas que puede ser se recupera en la primera 2 longitud del centimetro del el cauce. Channels más mucho tiempo que 5 centimetro es inútil. Para el hueco del 6-mm, el primero 5 longitud del centimetro recupera 57% de la energia en el gas, el próximo 5 centimetro, recupere un adicional 16%, el próximo 5 centimetro un adicional 8%, y así sucesivamente. Si la longitud adicional vale la pena depende del combustible local los precios, el coste de la construcción para los cauces más largos, y otros factores. Esto sólo puede determinarse por el testing cuidadoso de la estufa para determinar los intercambios de la actuación reales de anchura del cauce y longitud y el los beneficios financieros resultando.

Aunque los cauces estrechos tienen las eficacias altas, ellos también reducen el la cantidad de gas que puede fluir a través del cauce y así puede limitar el

bse10x47.gif (534x534)

FIGURE 10

Channel gap versus peak fire power for different amounts of excess air. T_g is the temperature of the gas entering the channel. The excess air is determined from this by assuming that at the channel entrance, 1/2 of the energy released by the wood still remains in the hot gas.



la potencia de fuego (Figura 10) . Con un cauce demasiado estrecho o un fuego demasiado grande

o los humos verterán fuera la puerta de la estufa, o resto que el fuego será ahogado y sufre la combustión pobre o simplemente no construye arriba a los deseamos el poder. En cualquier embale, la eficacia de la estufa sufre. Additionally, con un el cauce demasiado estrecho, habrá tal un fuego pequeño que la olla no puede ser calentado en una longitud razonable de time. Thus, la opción de óptimo, la anchura del cauce es un compromiso entre la eficacia alta y calefacción del rápido.

bse11x48.gif (600x600)

FIGURE 11A: Total stove efficiency versus heat flux to the pot as a function of channel gap and length for family sized stoves.

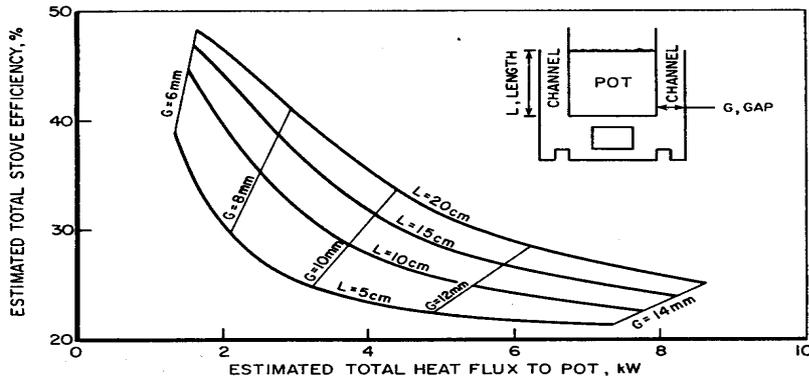


FIGURE 11B: Total stove efficiency versus total flux to the pot as a function of channel gap and length for industrial scale stoves.

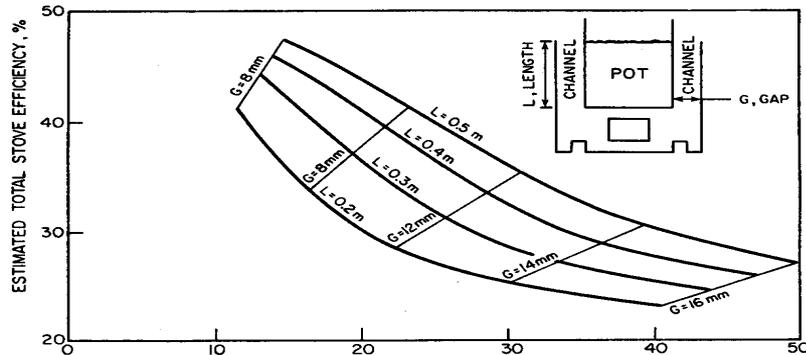


Figure 11 ilustra este compromiso.

Traducir los resultados anteriores en una eficacia de la estufa total, será asumido aquí que la eficacia para la olla solo (debido a la radiación y la transmisión en su fondo) es 20% y que un tercio de la potencia de fuego total está disponible en los gases calientes que entran en el channel. La estufa total la eficacia es entonces 20% más un tercio de la eficacia del cauce.

Con estas asunciones la eficacia de la estufa total puede ser los graphed contra el flujo de calor total a la olla (Figura 11) . Now los intercambios entre el hueco del cauce y longitud y entre la eficacia de la estufa y el rate calorífico pueda sea claramente por ejemplo seen. una estufa (el diámetro del 0.3-metro) con sobre un 40% la eficacia total podría tener un hueco del cauce de 6 mm y longitud de 5 centímetro o uno de 8 mm por 20 cm. However, la estufa del 6-mm tendría un flujo de calor máximo a la olla de 1.3 kW mientras la estufa del 8-mm proporcionaría casi 3 kW. En el hecho, para las longitudes del cauce razonables, el cauce del 6-mm nunca podría alcanzar 2 el kW. Similarly, si una estufa el 4 kW capaz de proporcionar a la olla fue necesitado, un hueco del cauce de aproximadamente 9-10 mm sería necesario (4 kW levantará 10 los litros de agua a hervir en aproximadamente 14 minutos) . Thus, la estufa total superior, pueden lograrse las eficacias pero deben ser equilibradas con el rate calorífico y posiblemente el cost de construir un channel. largo debe ser recordado, sin embargo, que todos estas eficacias y la calefacción resultante los rates son superiores que aquéllos del fuego abierto protegido.

A este punto, el modelo de la estufa hipotético se ha operado a su el poder óptimo level. A los poderes mayor que el óptimo la combustión los gases no enlatan todo el escape fuera el cauce y en cambio deben fluir fuera la puerta o quizás sofoca el fuego y baja la calidad de la combustión. A los poderes debajo del óptimo, el flujo de gas a través del cauce permanecerá sobre el mismo pero estará a una más bajo temperatura debido a más aire retenido (menos gasee a una temperatura superior acelerará la deuda a su flotación más grande y tire en el aire frío hasta que alcance un nuevo, más bajo equilibrio de temperatura el rate de flujo) . En cualquier embale, la eficacia drops. que el trabajo Experimental tiene mostrado que para una variedad de estufas la eficacia tiene un máximo a un el poder de fuego particular (5) .

De Figura 11, puede verse que para permitir la calefacción inicial rápida, un hueco del cauce más grande puede necesitarse: durante hacer cocer a fuego lento, la eficacia de la estufa entonces suffers. Alternatively, si un ligeramente los narrower encauzan el hueco es escogido, la eficacia superior durante la fase haciendo cocer a fuego lento será a costa de heating. inicial más lento UN hueco del cauce inconstante sería deseable, pero es difícil para comprender en practice. Depending adelante cómo sensible la estufa la eficacia es al nivel de poder, un compromiso entre la calefacción del rápido y los hacer cocer a fuego lento eficaces pueden ser necessary. en que Esta opción debe determinarse parta por los tipos de comida para ser cooked. Si los tiempos cocción son cortos, calentando deben darse énfasis a; si largo, haciendo cocer a fuego lento la eficacia pueden ser más importante. Fortunately, estos intercambios normalmente no son muy severos.

Para cualquiera el flujo de calor estimó de Figura 11, el tiempo requirió para la olla venir a un hervor se da por

LA T DE = $4.186 \times 10^{-3} V [\Delta T]$
 ----- minutos
 60P

donde el V es el volumen de agua en la olla en [m³], [el delta(difference)]T es la temperatura cambie en el agua para alcanzar la ebullición, y el P es el flujo de calor a la olla en el kW de Figura 11. Adicionalmente, la pérdida de calor de aproximadamente 0.7 kW/[m³] de la tapa (a T=100[degrees]C) debe substraerse del P (39) pero se ignora aquí. Thus, para una estufa industrial con G=14mm, L=0.5m, V=0.5 [m³] y [el delta]T=80[degrees]C, el tiempo para alcanzar la ebullición es minutos del t=71.

Finalmente, es importante a nota que aislando las paredes ayuda

bse12x50.gif (600x600)

50

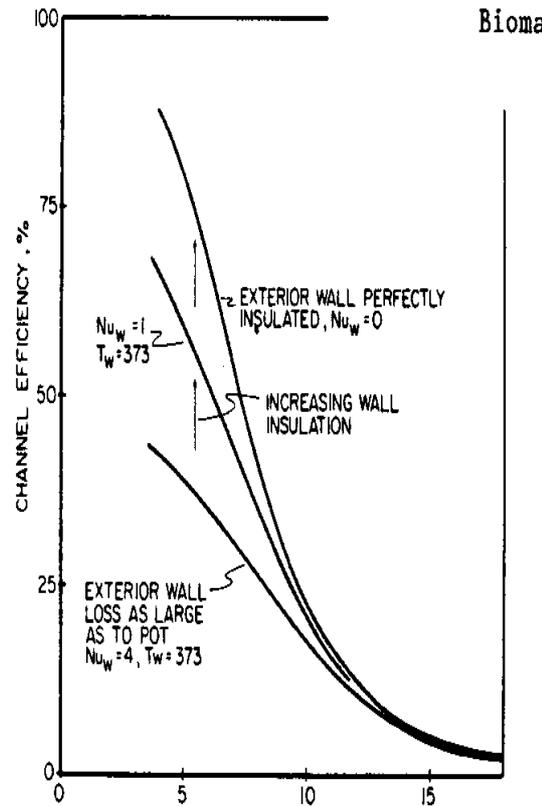


FIGURE 12: Channel efficiency versus channel gap for various wall losses

la transferencia de calor del convectivo (Figura 12) . Para las estufas con dimensiones perfeccionadas para la transferencia de calor del convectivo, éste puede ser un potencial significativo.

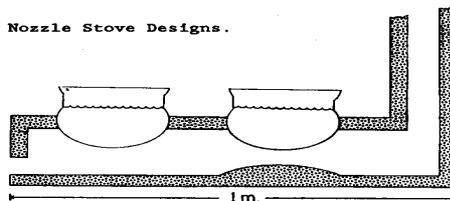
La precisión necesaria de unos milímetro en las dimensiones de hueco de cauce encuentre anteriormente tiene algunos consecuencias. muy importante la Tal precisión alta en la estufa y las dimensiones de la olla requieren la masa artesanal o industrial centralizada la producción basó en las plantillas regularizadas y molds. Owner-built o raramente pueden hacerse las estufas sitio-construidas para que precisely. En esos pocos casos donde ellos son, es todos menos imposible para reproducir el hecho adelante un grande balanza que involucra muchos miles de estufas y constructores de la estufa ampliamente en locations. separado que la Tal precisión también implica que las estufas no deben se haga de arena-arcilla, hormigón, u otros materiales en que dimensional el mando es difficult. Para estos materiales, las paredes de fuerza suficiente, apoyar la olla también son tan espesos que ellos escudan mucha de la olla de el gas caliente--reduciendo la transferencia de calor del convectivo.

Muchos diseñan las variaciones son posibles que ayudará reduzca estos problemas.

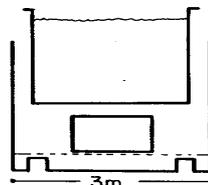
bse8x44.gif (600x600)

FIGURE 8: Multipot, Channel, and Nozzle Stove Designs.

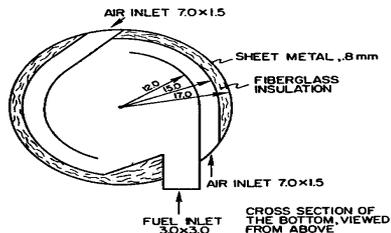
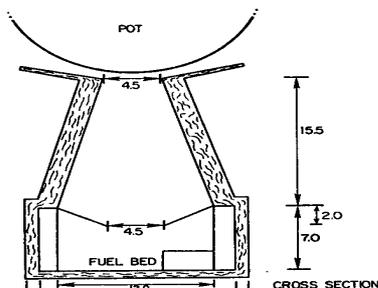
Multipot Stoves: To increase convective heat transfer, a second pot is added so that more surface area is exposed to the fire and hot gas, a baffle is placed under the second pot to increase gas velocity as it flows past the pot, and a chimney is added both to evacuate the smoke and increase the draft (and gas velocity) throughout the stove.



Channel Stoves: To increase convective heat transfer, the hot gas is forced up through a narrow channel over the entire pot. The pot is placed close to the fire to ensure good radiant heat transfer. If desired, a chimney can be added to evacuate smoke.



Nozzle Stoves: To increase convective heat transfer, the gas is accelerated up the high and narrowing combustion chamber and then forced through a narrow channel over the pot. Emissions are reduced by bringing fresh air in at an angle to the combustion chamber, causing swirl and improving mixing of air with volatiles; by placing the baffle (5-7 cm) above the fuel bed to generate recirculation zones and thus improve combustion; and by providing a high combustion zone to allow completion of combustion.



Las paredes verticales, así desplegado para las estufas del cauce en Figura 8 y la intercalación los diagramas de Figuras 9 y 11, estrictamente limite el tamaño de la olla aceptable a dentro de unos milímetro del optimum. Ni esta limitación puede evitarse si la estufa y paredes de la olla tienen el mismo shape. En muchos casos, sin embargo, un la olla esférica se usará con una pared de la estufa recto- al lado de (el Capítulo IV--la Plantilla El plan: Las Estufas cilíndricas) . En este caso, si las paredes dónde el la olla se sienta se está en declive empinadamente (la Figura 8 estufa de la boquilla) y una tira de metal se usa para apoyar la olla la anchura del cauce deseada de la pared de la estufa, las variaciones grandes en el tamaño de la olla pueden ser accommodated. que las ollas más Grandes se sentarán más allá del fuego, pero la disminución en el traslado del calor radiante será en parte compensado por el área aumentada para el traslado del convective.

LA RADIACIÓN

Todos objetan (los materiales) continuamente emita la radiación electromagnética debido a motion. molecular y atómico interior El superior la temperatura del objeto, el mayor la cantidad de energía para que radiated. El calor moderado se sentía adelante uno la piel al resistir un fuego casi (pero no en los gases calientes) es debido a la radiación infrarroja del fire. La temperatura del objeto también puede se estime por su color, comprendido entre 500[degrees]C cuando la red oscura resplandeciente a 800[degrees]C cuando la cereza luminosa rojo a 1100[degrees]C cuando amarillo y a 1500[degrees]C y más

bse13x52.gif (486x486)

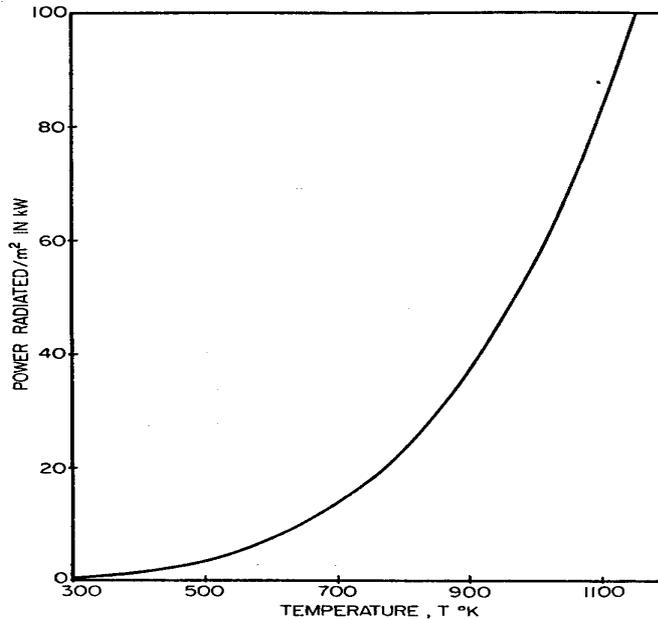


FIGURE 13: Total power radiated by a black body as a function of temperature.

cuando white. Figure 13 muestras la cantidad de energía radiada por un " negro el cuerpo " (un objeto que absorbe o emite la radiación perfectamente sin tener en cuenta la longitud de onda) como una función de temperatura.

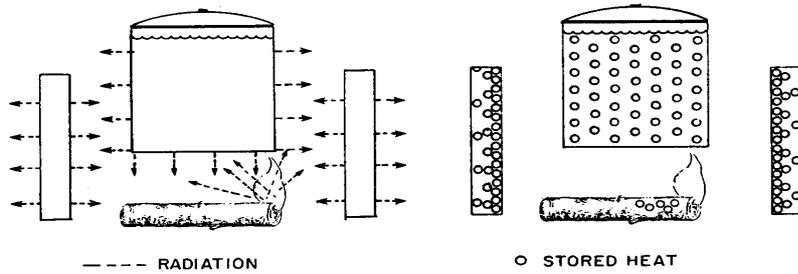
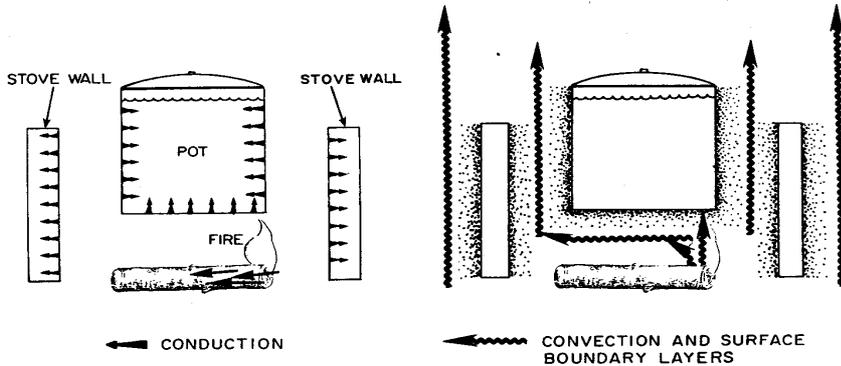
Semejantemente, todos los objetos absorben la radiación, mientras excitando su interior molecular y motion. atómico La habilidad de un material específico dado absorber la radiación es igual a su habilidad dado emitirlo.

La mayoría de los materiales reales, sin embargo, no es emisores perfectos o absorbentes. Por ejemplo, metales son los absorbentes muy pobres (los emisores) porque el libre los electrones dentro de ellos eso da lugar a grande eléctrico y termal las conductibilidades también acoplan herméticamente a chocar con la radiación y protegen su la penetración en el material--causándolo para reflejar en cambio. Gases tal como el vapor de agua y anhídrido carbónico tiene fuertemente frecuencia-dependiente la absorción en el infrarrojo que corresponde a la excitación de vibrational y el movimiento rotatorio de moleculas. individual el rango del emissivities Típico de 0.05 para los metales bien pulidos a 0.95 para el carbono la Mesa de black. LENGUAJE C-1 las listas el (la frecuencia independiente) el emissivities para una variedad de materiales.

En el cookstoves del woodburning, la transferencia de calor del radiative es un factor importante en el traslado de calor de los firebed y llamas a la olla; del las llamas al combustible para mantener la combustión; de los firebed y llamas a la pared de la estufa; de la pared de la estufa a la olla; y de la pared de la estufa a

bse2x32.gif (600x600)

FIGURE 2



HEAT TRANSFER PROCESSES IN A STOVE

el ambiente (Figura 2).

En las estufas tradicionales, típicamente 10-12 PHU(3) los punto porcentuales (fuera de quizás 17 total) es directamente debido a la transferencia de calor del radiative del los firebed a la olla basan (7) . Éste es el mecanismo de la transferencia de calor primario para el fuego abierto tradicional.

La transferencia de calor de Radiative interesada

La transferencia de calor del radiative del firebed a la olla es determinada por la temperatura del firebed (Figura 13) y por el factor de vista entre el el firebed y la olla (Figura 14) . El factor de vista es el fragmento de energía emitido por una superficie que se intercepta por un segundo y es determinado completamente por la geometría relativa de las dos superficies.

Por ejemplo, considere una 30 olla de diámetro de centímetro que es 12 centímetro sobre un 15 centímetro

bse14520.gif (540x540)

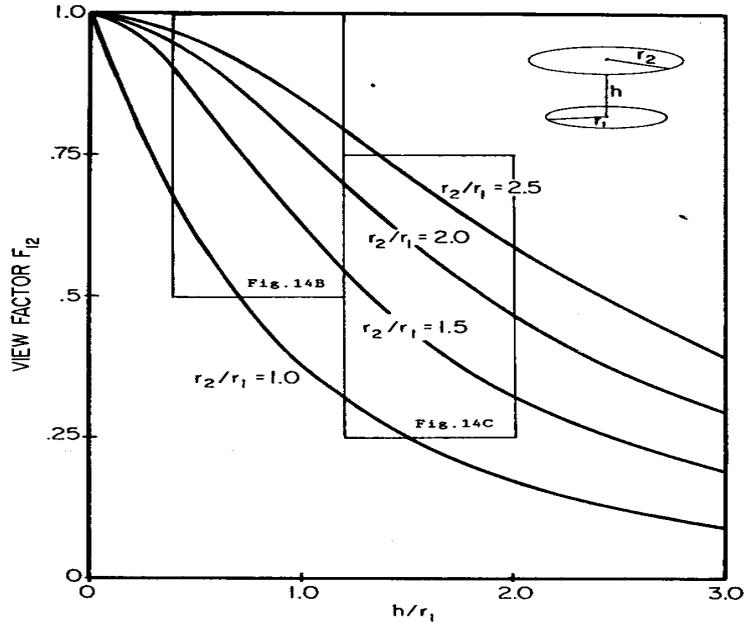


FIGURE 14A: View factor, F_{12} , or equivalently the fraction of energy given off by firebed that is intercepted by the pot versus the height, h , between the pot and firebed divided by the radius, r_1 , of the firebed. The radius of the pot intercepting this radiation is given by r_2 .

para que 57.5 por ciento de la radiación emitieran por las huelgas del firebed el

la olla. Si el firebed está en una media temperatura de 1000 K, Figure 13 las muestras que emitirá aproximadamente $56 \text{ kW}/[\text{m}.\text{sup}.\text{2}]$. Multiplying el área del firebed ($0.0752 [\text{m}.\text{sup}.\text{2}]$) por ($56 \text{ kW}/[\text{m}.\text{sup}.\text{2}]$) y por (0.575) da la energía interceptada por la olla como 0.57 kW .

Para calentar más eficazmente directamente la olla por la radiación del fuelbed, la media temperatura del fuelbed podría aumentarse (sin aumentar el consumo de combustible). Alternatively, el factor de vista podría aumentarse por bajando la olla más cerca al fuego o aumentando el tamaño de la olla el pariente al firebed.

(3) PHU es Calor Por ciento Utilizado, es decir, el rendimiento térmico del la estufa. que Esto se discute en detalle en el Capítulo V.

Cerrando el firebox y controlando el reabastecimiento por aire podrían aumentar el la media temperatura del firebed pero las numerosas dificultades presentes en la práctica. Con el firebox cerrado es difícil dado supervisar el tamaño y condición del fire. es también difícil dado cortar la madera en suficientemente pequeño los pedazos para encajar inside. Finally, muchos cocineros no molestarán para controlar el el reabastecimiento por aire.

Moviendo la olla más cerca al fuego también pueden aumentar el calor del radiative transfiera del fuego a la olla como visto por ejemplo en Figura 14., para el firebed, $[\text{r}.\text{sub}.\text{1}] = 7.5$ centímetro, la olla $[\text{el centímetro de r}.\text{sub}.\text{2}]=15$, y la altura entre ellos el $h=15$ los centímetros, $[\text{r}.\text{sub}.\text{2}]/[\text{r}.\text{sub}.\text{1}]=2$, $h/[\text{r}.\text{sub}.\text{1}]=2$ y $F=0.47$. Reducing la h de altura a 12 centímetros, $h/[\text{r}.\text{sub}.\text{1}]=1.6$ y $F = .57$. Éste es un aumento sustancial en el fragmento de calor radiante transferido del fuego al pot. Reducing que la altura, sin embargo, puede interfiera con los procesos de la combustión y aumento CO e hidrocarburo las emisiones; si demasiado cierre el fuego será quenched. En la práctica, el cauce, las estufas con las distancias tan pequeño como 6 centímetro entre el firebed (con una reja) y una olla del 27-centímetro-diámetro se ha probado y se ha mostrado para dar aumentó la transferencia de calor y el rendimiento térmico global, pero el efecto en el la calidad de la combustión es desconocida (20,21) . que los artesanos Tradicionales tienen típicamente

ponga la distancia entre el firebed y olla a la mitad la olla el diámetro (22) . Hasta allí son datos experimentales fiables que ponen en correlación el el firebed a la altura de la olla con los humos y emisiones del monóxido de carbono, es bastante arbitrariamente recomendó que la olla para enrejara la distancia es ningún menos que 0.4 veces el diámetro de la olla.

El efecto de transferencia de calor del radiative del firebed a la pared de la estufa y de la pared de la estufa a la temperatura ambiente ya se ha planeado

bse4x370.gif (600x600)

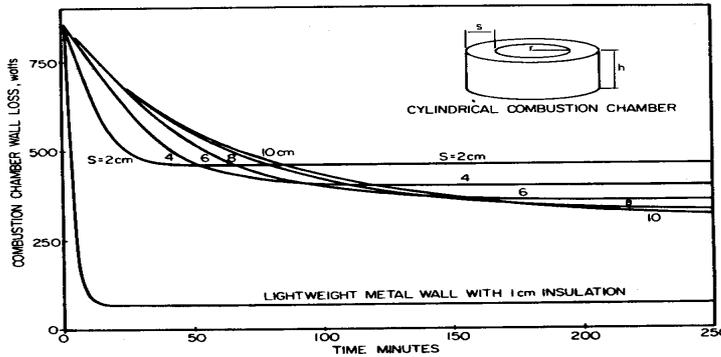
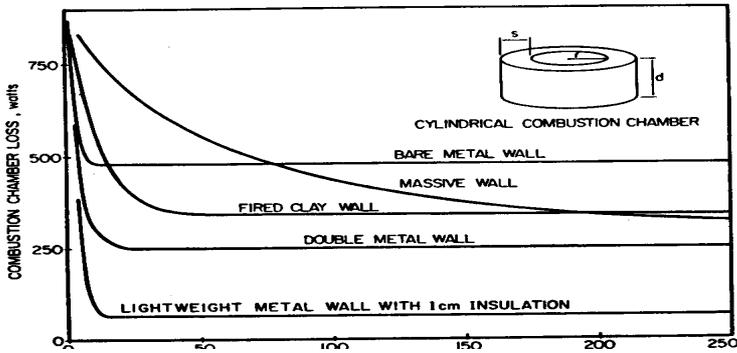


FIGURE 4A: Heat loss into and through massive concrete combustion chamber walls of varying thicknesses as a function of time elapsed since starting the fire. Heat loss from a lightweight metal wall is shown for comparison. Parameters are given in Table A-5

FIGURE 4B: Heat loss into and through combustion chamber walls of varying materials as a function of time elapsed since starting the fire



y discutió en detalle (Figura 4,5) . Similarly, midiendo o calculando, (El B del Apéndice) las temperaturas de la pared internas permiten a uno estimar (El LENGUAJE C del Apéndice) que una pared metal con 2 centímetro de aislamiento de fibra de vidrio puede proporcione arriba a 50% más flujo del calor radiante a la olla que un metal desnudo la pared. El radiative aumentado y transferencia de calor del convective posible cuando las pérdidas de la pared están reducidas por el aislamiento puede aumentar substancialmente en conjunto la estufa performance. por ejemplo, aislando la pared exterior de un la estufa de cauce de prototipo aumentó la eficacia de la estufa de aproximadamente 33% a aproximadamente 41% y aumentó su combustible predicho el pariente económico al abierto dispere de aproximadamente 48% a aproximadamente 57%--una mejora sustancial (14) .

Los radiative usando transfieren para calentar una olla, como en las estufas del cauce, tiene ambos las ventajas y disadvantages. La ventaja primaria es ese radiative el traslado es insensible a la forma de la olla y sólo depende de la vista factorice entre el firebed y pot(4) .

Uno de las desventajas primarias de usar el radiative transfiere para calentar una olla es que esta pérdida de calor reduce la media temperatura de la cámara de combustión y puede bajar la calidad de combustión y emisiones de aumento así. Se han hecho los esfuerzos evitar este problema reduciendo el traslado del radiative

 (4) El potencial de radiative mejorado y transferencia de calor del convective es indicado por el trabajo de preparación en una estufa de gas avanzada en que las eficacias de 70% se ha alcanzado con los rendimientos muy bajos de CO y [NO.sub.x] (23) .

fuera de la cámara de combustión a la olla mientras el convective creciente la transferencia de calor a la olla en compensation. Para las estufas del cauce, aunque el la eficacia podría mantenerse el mismo, la confianza aumentada en el convective la transferencia de calor redujo el poder de fuego máximo que podría alcanzarse (24) . Para las estufas de la boquilla, ambas eficacias altas (43%) y las potencia de fuego razonables (1-2 kW) se ha logrado en los prototipos (18,19), pero el desarrollo extenso y el testing se necesita antes de que las pruebas del campo puedan empezar.

LA COMBUSTIÓN

La combustión de la biomasa es un proceso sumamente complejo y su estudio involucra las cinética químicas; conductivo, convectivo, y transferencia de calor del radiative los procesos; la difusión molecular; y otros fenómenos físicos. Realistic planeando de estos procesos no es todavía que los posibles y útiles resultados son todavía casi completamente empírico (25) . Thus, los dimensiones experimentales de la actuación de estufa de biomasa siempre es necesaria y se discute en detalle en el Capítulo V. Debido a la complejidad de combustión de madera, lo siguiente, se limitará a un informe y la descripción simple del químico y las propiedades físicas de madera y cómo él burns. UN algo más detallado la descripción junto con las referencias extensas se da en el Apéndice D. Como notado en Figura 1, sin embargo, la combustión incompleta típicamente el accounts para menos de 10% de las pérdidas de energía en un stove. Improving la combustión en un la estufa es por consiguiente más importante reduciendo el riesgo contra la salud de humo que aumentando la eficacia de la estufa global.

Los Valor caloríficos

Hay una variedad de maneras dado evaluar madera como un combustible. Del la mayor importancia práctica es su valor calorífico y su humedad satisfecho. que los valor Caloríficos normalmente se expresan o como grueso calorífico valore, también conocido como el valor calorífico superior, o como el precio neto calorífico valore, también conocido como el más bajo value. calorífico La totalidad calorífico el valor se define como el calor liberado cuando el material es completamente quemado al anhídrido carbónico y agua de líquido a las 25[degrees]C. El precio neto calorífico el valor es el mismo sólo que se asume que el agua permanece en el la fase gaseosa (i. e., vapor) a 100[degrees]C. Para diseñadores del cookstove y los verificadores, el valor calorífico neto es el más useful. Como la madera seca típicamente es aproximadamente 6% hidrógeno por el peso, aproximadamente 0.54 kg de agua serán producido por el kilogramo de madera seca burned. El calor absorbió para calentar y vaporice que este agua reducirá el valor calorífico neto entonces aproximadamente 1390 el kJ/kg como comparado al poder calorífico elevado.

Porque todos los bosques son similares en la estructura y la composición química, su los valor caloríficos son igualmente comparable. En el promedio, la madera seca es compuesto de 49.5% carbono, 6% hidrógeno, 43.5% oxígeno, y 1% sales minerales por weight. En una base seca, el poder calorífico elevado para maderas duras está aproximadamente 19,734[-or+]981 kJ/kg (encima de 268 especies) y para maderas blandas es sobre

20,817[-or+]1479 kJ/kg (encima de 70 especies) . Values para el heartwood, sapwood, y los ladrillos están dentro de aproximadamente 5% de estos valor (26) .

La variación observada entre las especies, dado por las desviaciones cuadrática medias anteriormente, puede ser los accounted para por las diferencias del desaire en las proporciones y los valor caloríficos de los cinco componentes de madera principales: celuloso (17,500 el kJ/kg), hemicellulose (17,500 kJ/kg), lignin (26,700 kJ/kg), resinas (34,900 kJ/kg), y las sales minerales (0 kJ/kg) (18) . En el promedio, bosques está compuesto de aproximadamente 40-50% 15-25% hemicellulose celulosos, y 20-30% el lignin, con los otros componentes que comprenden los porcentajes pequeños. Calorific se listan valor para otros materiales de la biomasa en el Apéndice D.

Es importante a la nota que aunque las densidades de madera pueden variar enormemente, su valor calorífico por el kilogramo hace not. Experimentally, la madera, la densidad no afecta la eficacia de la estufa apreciablemente (27,28) . However, para la misma cantidad de energía, un volumen muy grande (pero aproximadamente el mismo la masa) de bosques de baja densidad o materiales de la biomasa como maíz o mijo los tallos son required. Para un volumen de la cámara de combustión dado, de baja densidad, los combustibles necesitarán más frecuentemente ser alimentados en mucho.

El estado higrométrico

El segundo que más manera importante dado evaluar la biomasa está por su humedad satisfecho. la biomasa Todo contiene un poco de agua antes de que debe evaporarse la biomasa puede quemar, mientras reduciendo su valor calorífico eficaz así. Sin embargo, las pruebas han mostrado que esa eficacia de estufa de precio neto se mejora ligeramente si la madera tiene un estado higrométrico de 10-20% (28,29) . Esto puede ser debido a la humedad ayudando localizar el fuego y reduciendo el escape del el volatiles fuera de la zona de combustión antes de que ellos puedan quemar completamente (29) . Alternativamente, el agua puede proporcionar adicional OH radicales que ayudan la combustión.

El estado higrométrico (M.C.) puede expresarse como o un porcentaje del el total la masa de madera húmeda (el horno la madera seca más el agua), o como un porcentaje del el horno la madera seca mass. como que Estos pueden escribirse sigue y es los graphed en

bsel5x57.gif (540x540)

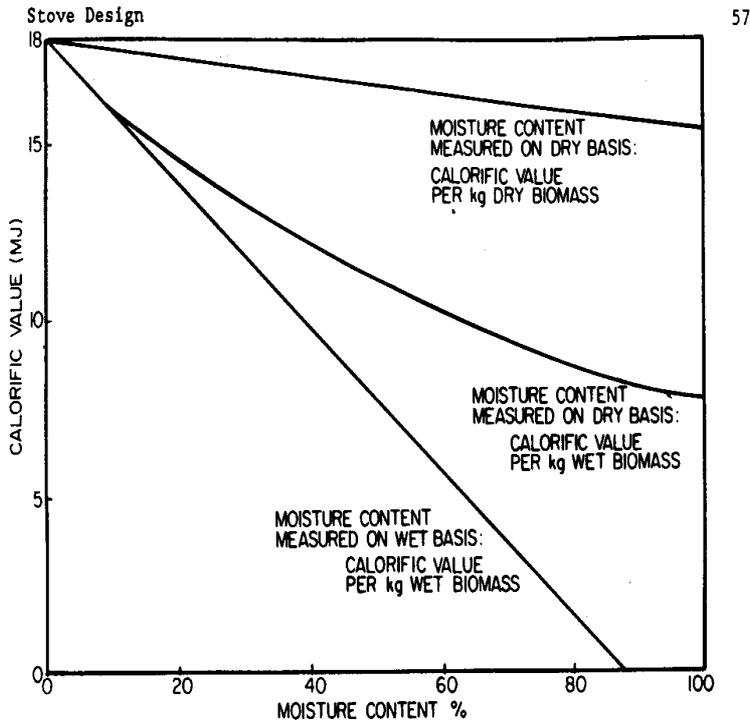


FIGURE 15: Calorific value versus moisture content as measured by different bases.

Figure 15 debajo (30).

[M.C ..sub.wet] = el agua (madera del kg)/[dry + el agua] (el kg) el x100% = el agua (madera del kg)/wet (el kg) el x 100%

[M.C ..sub.dry] = el agua (madera del kg)/dry (el kg) el x100%

Incluso cuando protegido de la lluvia y secado al aire para un periodo largo de tiempo, madera y otra biomasa pueden tener una cantidad grande de agua en ellos. El estado higrométrico de madera secado al aire se ha estimado para ser (31,32):

[M.C ..SUB.DRY] = 0.2 RH

donde el RH es el medio humidity. relativo UN muy más estado detallado poniendo en correlación el estado higrométrico de la madera con ambos el pariente la humedad y la temperatura se cede (32) . Thus, en una área tropical, donde la humedad relativa promedia 90%, el estado higrométrico por esto, la ecuación será 18% en un basis. seco que Esta ecuación sólo es indicativa a el mejor, Exposición de however. a la lluvia, ponga al sol, o las numerosas otras variables pueden altere content. a la humedad Por la exactitud buena, el estado higrométrico directo, los dimensiones deben ser hechos secando la madera en un horno (el F del Apéndice). Sabiendo el estado higrométrico es important. En las estufas del testing la humedad satisfecho fuertemente afecta el valor calorífico estimado. En usar las estufas, afecta la facilidad de burning. fuertemente El estado higrométrico reduce el el valor calorífico eficaz de madera por sólo 2575 kJ/kg riega--la cantidad de energía levantar la temperatura de agua a hervir y evaporarse necesitaron él. que Esto debe compararse a un horno el valor calorífico seco por madera de aproximadamente 18000 kJ/kg. However, reduce dramáticamente el claro el valor calorífico basó en el peso de biomasa húmeda (Figura 15). Para el ejemplo, un kilogramo de madera con un 20% estado higrométrico simplemente tendrá (0.8)(18000)-14,400 kJ de energía en él de que aproximadamente 515 se usarán a evapore el water. en lugar de un 18000 kJ presuntos de energía en el el kilogramo de madera, hay sólo 13,900 kJ. Thus, los dimensiones del campo, qué normalmente es de sólo biomasa parcialmente seca, quiera significativamente sobrestime el uso de energía por una familia a menos que las correcciones para la humedad el volumen es hecho.

Volatiles

Una tercera manera en que se caracterizan los combustibles de la biomasa es por su la Madera de fraction. volátil está típicamente compuesta de aproximadamente 80% volátil el material y 20% carbon. fijos En el contraste, carbón de leña producido por tradicional los hornos serán típicamente 80% carbón estable y 20% volatiles, con las cantidades relativas de carbón estable y volatiles que dependen fuertemente adelante el manera en que era hecho, particularmente la temperatura del horno máxima y la duración a esa temperatura (la Mesa D-2).

Se discuten otro químico y propiedades físicas de madera y biomasa en el Apéndice D.

El Proceso de la Combustión

La combustión de madera y otra biomasa cruda es muy complicada pero lata se estropee crudamente en lo siguiente pasos:

o El sólido se calienta a aproximadamente 100[degrees]C y el agua absorta es hervido fuera de la madera o emigra a lo largo del grano de madera a las áreas más frescas y EL RECONDENSES DE . A las temperaturas ligeramente superiores, agua a que se liga débilmente los grupos moleculares también se marchan. Heat transfieren a través de la madera es principalmente por la conducción.

o Como la temperatura aumenta a aproximadamente 200[degrees]C, el hemicellulose empieza a descomponen seguido por la celulosa. (Vea el D del Apéndice para una descripción breve de estos materiales). La Descomposición de se pone extensa a las temperaturas alrededor de 300[degrees]C. Típicamente sólo 8-15% de celulosa y hemicellulose permanecen como el carbón estable, y el resto se suelta como volátil gases. Roughly 50% de los restos del lignin detrás como el carbón estable.

como que Los volatiles producidos por esta descomposición pueden escapar fuman o pueden El recondense de dentro de la madera fuera del zone. acalorado Esto puede ser a menudo visto como diapason que rezuma fuera el extremo del non-burning de la transferencia de calor de wood. en la madera todavía está principalmente por la conducción, pero el volatiles que fluye lejos fuera del acarreo de la zona acalorado algún calor por la transmisión.

o Como el volatiles escapan la madera, ellos mezclan con oxígeno y, a sobre 550[degrees]C (27), enciende produciendo una llama amarilla sobre la madera. Although El calor radiante de de la propia llama (no contando la emisión radiante de el carbón de leña) el accounts para menos de 14% de la energía total de combustión (33), es crucial manteniendo combustion. Algunos del radiante calientan de esta llama que golpea la madera, mientras calentándolo y causando más allá La descomposición de . La madera suelta más volatiles que quema entonces que cierra el ciclo. El rate de combustión se controla entonces por el Rate de en que estos volatiles están released. Para los pedazos muy pequeños de Madera de , hay una área grande para absorber calor radiante comparado a distancia pequeña para el calor para penetrar o para el volatiles a escape. Thus, los fuegos con los pedazos pequeños de madera tienden a quemar rápidamente. Esto también es por qué es más fácil dado empezar un pedazo pequeño de madera quemar que uno espeso grande. UN pedazo espeso de madera tiene menos área para absorber el calor radiante de la llama comparada a las distancias mayores a través de que el calor y los volatiles deben pasar dentro de la madera y el masa más grande que debe calentarse.

La temperatura del gas caliente sobre la madera es típicamente alrededor 1100[degrees]C y está limitado por la pérdida del calor radiante y mezclando con el frío el aire ambiente. Como el volatiles suben que ellos reaccionan con otro volátil Las moléculas de formando hollín y humo y quemando simultáneamente cuando ellos mezclan con oxígeno. que Unos 213 compuestos diferentes se han identificado hasta ahora entre estos volatiles (25).

Si un objeto frío, como una olla, se pone cerca del fuego que quiere refrescan y detiene la combustión de algunos de estos volatiles, mientras saliendo un el humo negro espeso.

Overall, estos account del volatiles ardientes para sobre el dos terceros del Energía de soltada por un fuego de madera. detrás de que El carbón de leña ardiente salió El accounts de para el tercio restante. Porque los volatiles se sueltan con tal de que la madera esté caliente, mientras cerrando el reabastecimiento por aire detiene la combustión alone. El rendimiento de calor del fuego está entonces reducido pero la madera continúa siendo consumido para con tal de que esté caliente, mientras soltando el unburned El volatiles de como el humo y dejando atrás el carbón de leña.

o Como las más alto capas pierden todos su volatiles gradualmente sólo un poroso
El trabajo por horas de se deja atrás. Este auxilios del trabajo por horas calientes catalizan la avería de
que escapa los gases volátiles, el encendedor productor, reaccionando más completamente,
gasea a alimento las llamas. En algunos casos, los volatiles no pueden fácilmente
escapan a través de esta capa del trabajo por horas. Cuando ellos extienden y fuerzan su manera fuera,
ellos causan la madera ardiente para crujir y siseo o asador las ascuas ardientes.

La capa del trabajo por horas también tiene una más bajo conductibilidad térmica que wood. Esto
retarda la conductibilidad calorífica al interior y así retarda el descargo de
El volatiles de a alimento las llamas.

A la superficie del anhídrido carbónico del trabajo por horas reacciona con el carbono del trabajo por horas
para producir el monóxido de carbono. Ligeramente lleve más allá lejos (los fragmentos de un
El milímetro de) la concentración del oxígeno mayor completa la combustión
procesan reaccionando con el monóxido de carbono para producir el anhídrido carbónico.
La temperatura cerca de la superficie de la superficie del carbón de leña ardiente es
típicamente aproximadamente 800[degrees]C. El endotérmico (calor que absorbe) la disociación de
El anhídrido carbónico de al monóxido de carbono y oxígeno, y pérdida del calor radiante,
limitan las temperaturas superiores.

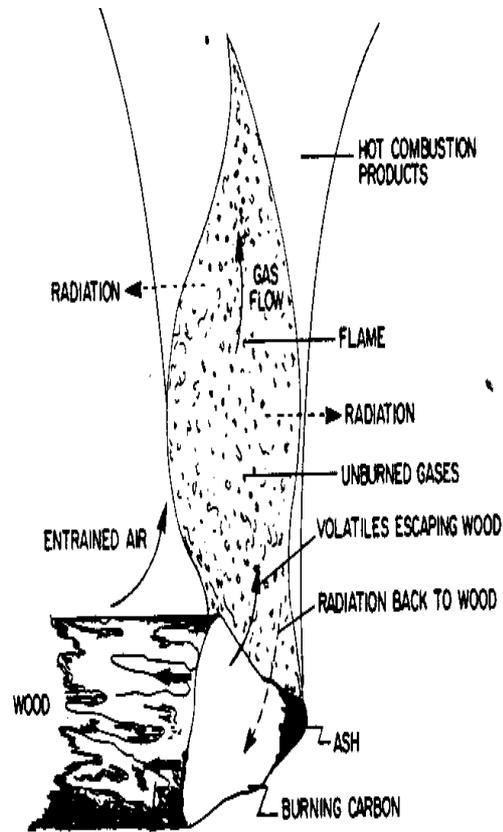
Cuando todo el carbono ha quemado fuera de sólo sales minerales permanezca como ceniza.
Esta ceniza limita el flujo de oxígeno al interior y para que los límites el
El combustión rate. Éste es un mecanismo importante que controla el
El combustión rate en las estufas del carbón de leña.

o El proceso entero usa aproximadamente 5 [m.sup.3] de aire (a 20[degrees]C y nivel del mar
presionan) para quemar 1 kg de wood. completamente para quemar 1 kg completamente de
El carbón de leña de requiere aproximadamente 9 [m.sup.3] de air. Thus, un fuego de madera que quema a un
impulsan que el nivel de 1 kW quema 0.0556 gramos de wood/second y requiere
aproximadamente 0.278 litros de aire por segundo. que el aire Adicional, excesivo siempre es
presentan en las estufas abiertas y son importante asegurar que la combustión

bse16x60.gif (600x600)

16/11/11

FIGURE 16: Combustion Processes In Wood Fires.



El proceso de está relativamente completo. Figure 16 esbozan estos procesos.

Una descripción completa del proceso de la combustión es más allá complicada por cosas así factoriza como el inhomogeneous structure de madera y carbón de leña--tal como los poros, crujidos, grano de madera, y las propiedades anisotrópicas; y la presencia de moisture. por ejemplo, debido a las fibras largas y funcionamiento de los poros a través de la madera, la conductibilidad térmica y transporte de volátiles es muy más fácil a lo largo del grano que crosswise. Esto ayuda combustion. En contraste, la estructura del poro se rompe en los combustibles del briquetted, mientras haciéndolos generalmente más difícil quemar.

La Calidad de la Combustión mejorando

Una variedad de técnicas está desarrollándose para mejorar la eficacia y la calidad de combustión en stoves. Entre ellos es lo siguiente:

o Using una reja aumentará a menudo la eficacia y puede reducir las emisiones como well. Tests de estufas tradicionales, por ejemplo, han mostrado que el El uso de de una reja solo podría aumentar la eficacia de aproximadamente 18 a casi 25 por ciento (34).

Las Rejas de parecen realizar varias funciones mejorando la actuación de la estufa. inyectando el aire debajo del fuelbed ellos proporcionan la mezcla buena de airean con el fuelbed y la difusión arda anteriormente--probablemente que mejora la combustión de ambos. que Esto puede permitir a la olla en el multipot y estufas del cauce ser puesto más cerca al fuego--mejorando radiante La transferencia de calor de --sin interferir significativamente con la combustión. Grates con una densidad alta de agujeros (el fragmento alto de clara) la lata también logran las potencia de fuego altas debido a la mezcla mejorada de aire con el EL FUELBED DE (14). Esto permite un fuego más localizado y en el multipot y encauzan las estufas del tipo, el traslado del calor radiante bueno (debido a una vista superior factorizan) a la olla.

En la práctica, es importante que las rejas frecuentemente se limpien de cenizas para que el paso de aire no sea obturado.

o Controlling el aire excesivo puede aumentar la eficacia pero también puede aumentar

Las emisiones de si demasiado poco oxígeno entra en la cámara de combustión o si el la mezcla carburante es pobre. que el aire Excesivo es que que los flujos en la combustión La cámara de más de eso necesitó para la combustión del stoichiometric (el D del Apéndice). There son las numerosas dificultades prácticas controlando el aire excesivo también; éstos eran eran previamente nombrados bajo la RADIACIÓN.

o Injecting el aire secundario en la llama de difusión puede, en algunos casos, permiten la combustión más completa que sería por otra parte posible (35). (el aire Secundario es el aire de que entra en la llama de difusión anteriormente el fuelbed--esto está en contraste con aire del primero que entra el La zona de combustión de al nivel del fuelbed, o de debajo de cuando una reja se usa.) Esto puede ser particularmente importante cuando el aire excesivo es controló. Dónde un firebox abierto se usa, sin embargo, que el aire secundario puede la más bajo eficacia refrescando los gases calientes (20, 34).

o Preheating el aire entrante también puede mejorar la calidad de combustión y la eficacia levantando las medio temperaturas de la cámara de combustión. Sólo pueden hacerse Precautando, sin embargo, en estufas dónde el aire excesivo es controló; por otra parte el aire desviará los conductos del precalentamiento y flujo directamente en la puerta. Further, para lograr el precalentamiento significativo del airean entrando en la estufa, es necesario atravesar el aire un cauce estrecho limitado por la cámara de combustión caliente wall. Esto es el la conversación exacta de usar la combustión caliente gasea para calentar la olla. Preheating de esta manera puede, sin embargo, cause una presión significativa dejan caer y reducen el paso de aire. En una estufa manejada por la transmisión natural esto puede hambrear el fuego, puede reducir la potencia de fuego máxima posible, o puede reducir la presión disponible para manejar la transferencia de calor del convective a la olla. El Capitulo de VI discuten el uso de precalentar en los hornos de temperatura altos y el análisis teórico se presenta en el Apéndice E.

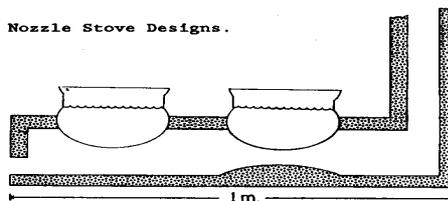
o Optimizing la forma de la cámara de combustión puede afectar la combustión La calidad de y eficacia de la estufa en varios ways. Como ya discutió, en los multipot y estufas del cauce, la altura escogida para el La olla de sobre el fuelbed es un compromiso entre el traslado del calor radiante a la olla y la calidad de la combustión. El volumen global del La cámara de combustión de puede determinarse en parte por el tipo de combustible usado. los combustibles de baja densidad como la pérdida agrícola pueden necesitar un volumen más grande

o resto requieren el atizando frecuente. Baffles puede agregarse para promover
La recirculación de de y la turbulencia en la combustión gasea para mejorar

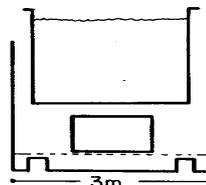
bse8x44.gif (600x600)

FIGURE 8: Multipot, Channel, and Nozzle Stove Designs.

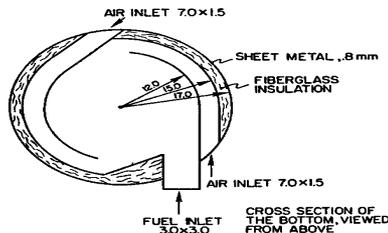
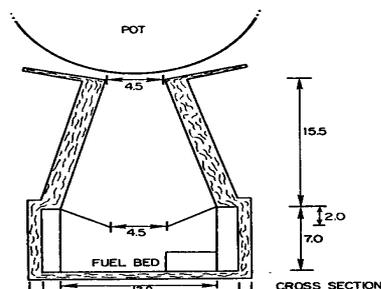
Multipot Stoves: To increase convective heat transfer, a second pot is added so that more surface area is exposed to the fire and hot gas, a baffle is placed under the second pot to increase gas velocity as it flows past the pot, and a chimney is added both to evacuate the smoke and increase the draft (and gas velocity) throughout the stove.



Channel Stoves: To increase convective heat transfer, the hot gas is forced up through a narrow channel over the entire pot. The pot is placed close to the fire to ensure good radiant heat transfer. If desired, a chimney can be added to evacuate smoke.



Nozzle Stoves: To increase convective heat transfer, the gas is accelerated up the high and narrowing combustion chamber and then forced through a narrow channel over the pot. Emissions are reduced by bringing fresh air in at an angle to the combustion chamber, causing swirl and improving mixing of air with volatiles; by placing the baffle (5-7 cm) above the fuel bed to generate recirculation zones and thus improve combustion; and by providing a high combustion zone to allow completion of combustion.



la combustión global. La estufa de la boquilla (Figura 8), por ejemplo, usa un La sección de de un cono simplemente anterior el fuelbed para establecer las zonas en que gasea del borde de la llama de difusión puede recircular hasta que ellos difunden al centro de la llama y quemadura completely. Additionally, esta estufa de boquilla de prototipo inyecta el aire primario a un ángulo al La cámara de combustión de para promover el remolino y así mejorar la mezcla carburante (18, 19).

o Insulating la cámara de combustión levanta temperaturas interiores y lata reducen las emisiones así.

Con cada uno de estas técnicas, un equilibrio cuidadoso debe encontrarse entre el la eficacia, las emisiones, la facilidad de uso, potencia de fuego, y cost. que Este equilibrio puede, sólo se determine por el testing detallado como descrito en el Capítulo V.

OTROS ASPECTOS DE EFICACIA DE LA ESTUFA

Hay varias otras maneras en que el uso de combustible puede reducirse. Entre éstos están mejorando el mando de la estufa, mejorando la olla, y acelerando al propio proceso cocción.

Controle la Eficacia

Qué bien el fuego en una estufa se cuida puede influir en el uso de combustible fuertemente. En Burkina Faso, diariamente el peso del combustible durante un estudio suficientemente sensibilizó a los cocineros que ellos redujeron el consumo de combustible por 25% (36).

Un proceso cocción típico usará los poderes de fuego altos para traer una olla a un hierva, entonces los poderes bajos para hacer cocer a fuego lento it. La cantidad de combustible usada entonces depende en el poder dinámico de ambos el estufa y el cocinero vaya "--es decir, su la habilidad juntos para proporcionar un poder de fuego alto y entonces rápidamente hace el la transición a un poder bajo como necesitado, mientras nunca usando más combustible que absolutamente necesario alcanzar hirviendo y entonces mantener una luz hacen cocer a fuego lento. En más simple las condiciones, la estufa debe ser controlable; el cocinero debe, de hecho, contrólelo. La nota (42) discute las eficacias del mando en las condiciones más cuantitativas.

El tipo de estufa y alimenta los dos la influencia el potencial y manera de controlando el firepower. las estufas de Multipot sufren porque es imposible adecuadamente para controlar el calor entrado a varias ollas de un fuego. UN fuego simplemente grande bastante para cocinar la primera olla proporciona el calor insuficiente al segundo; un fuego grande bastante para cocinar la segunda olla cocerá demasiado el primero. Aunque este problema puede reducirse haciendo todas las ollas el el mismo tamaño y así intercambiable, sólo no puede ser eliminated. Perhaps una sola comida de la olla se desea, o quizás una olla grande se necesita para el arroz y uno pequeño para el sauce. Las demandas precisas cambiarán con cada tipo de meal. Thus, las estufas del multipot son intrinsecamente menos eficaces que las solas estufas de la olla.

Los numerosos grupos han intentado engañar el problema de mando por dampers. However ajustable usando, éstos tienden a ser muy difíciles a mantenga y use, es a menudo ineficaz, y puede alterar considerablemente el la combustión y características de la transferencia de calor a todas las ollas en la estufa, no sólo el individual para que el apagador fue pensado. Further, debido al camino tortuoso los gases deben llevar a cabo entonces el la estufa, es a menudo difícil dado empezar un fuego.

Ciertos otros tipos de estufas también son duros a las Estufas de control. que primero gasifique la madera y entonces queme el gas directamente bajo la olla debe calentar un el cargo de madera a las temperaturas tan alto como 1000[degrees]C y más en un reducido el atmosphere. de oxígeno El rate de generación de gas es sensible a este que opera la temperatura, todavía la temperatura es dura controlar, permita exclusivamente rápidamente aumento o disminuye como necesitado para los Esfuerzos de cooking. para desarrollar las estufas de tipo de gasificador satisfactorias para la casa individual tienen hasta ahora sido la deuda infructuosa a la dificultad de controlarlos (18, 19). En contraste, systems de la gasificación grande usando el carbón como un feedstock y conduciendo por tuberías gasee a las casas individuales ha estado en el uso durante muchos años y ha estado inmóvil usándose en India y China (40) . Due al CO alto satisfecho del gas, la seguridad de systems de la gasificación sigue siendo un problema importante (41).

El mando de un fuego puede ayudarse teniendo una estufa con un subido a-mil efficiency. termal En este caso, el fracaso para reducir el poder de fuego pudo cause la comida a burn. la Tal regeneración a veces puede ser un importante el elemento sensibilizando al cocinero a controlar el fuego.

El mando de una estufa también depende del tipo de combustible que se usa. Para el ejemplo, cortando el reabastecimiento por aire simplemente a un fuego de madera controlarán el la combustión y rendimiento de calor pero todavía permite consumo de la madera para el descargo de volátiles con tal de que la madera sea hot. Therefore, los fuegos de madera, debe controlarse quitando la madera del fuego y extinguiendo rápidamente él. En el contraste, el carbón de leña caliente no suelta las cantidades grandes de volátiles y cortando su reabastecimiento por aire así es un mando eficaz.

La condición de un combustible también es un factor. Wet las quemaduras de combustible con la dificultad y no puede sostener un fire. pequeño En este caso que reduce el poder de fuego durante hacer cocer a fuego lento difficult. puede estar El inevitablemente el fuego más grande entonces las basuras alimentan y evaporan cantidades excesivas de agua de la comida.

Una estufa venena y alimenta los dos ayudan mando del fuego y testamento normalmente cada uno proporciona el combustible savings. However, mientras tomando la ventaja buena de el ahorro de combustible potencial requiere que el cocinero cuidadosamente el mando el fuego. Hacer esta continuación individual íntima es important: que muestra a los usuarios que el mando apropiado ahorra el combustible y cómo controlar el fuego; que no es necesario para hervir la comida violentamente y que un hervor ligero es adecuado; y que incluso los tales actos simples como empujar la madera en la estufa cuando él empieza a quemar fuera, o extinguiéndolo.

El tal entrenamiento de usuarios de la estufa es un aspecto muy importante de diseminación de la estufa. Uno de los factores más importantes que determinan la actuación del campo de una estufa es el poder de fuego que se corre a durante la fase haciendo cocer a fuego lento. Porque los tiempos haciendo cocer a fuego lento tienden a ser los aumentos largos, bastante modestos en el poder de fuego sobre el mínimo necesitado el consumo de combustible total puede aumentar grandemente (la Nota 42). There son razones muy buenas, sin embargo, por a veces ejecutar una estufa a un fuego superior power. Cuando una estufa fuma excesivamente, mientras aumentando el el poder de fuego normalmente reducirá este humo levantando la media combustión las temperaturas de la cámara y mejorando la calidad de combustión. Los Usuarios de deben entonces escoge entre la incomodidad de más humo mientras cocinando o el la incomodidad de recoger fuel. adicional La reacción automática de la mayoría es soplar en el fuego, agregue más combustible, y evita el smoke. Para muchos esto se vuelve un habit. profundamente inculcado Al usar una estufa mejorada tal un

la reacción ya no debe ser necesaria y deben volverse a entrenar los usuarios de acuerdo con.

No es realista, sin embargo, para esperar que cocineros controlar sus estufas perfectamente; ellos tienen las demasiadas otras tareas lejos para tomar el tiempo. UNA estufa eso ahorra el combustible sin embargo y eso necesita que la vigilancia pequeña es muy deseada. Más allá, en algunos casos no está en el interés del cocinero usar una estufa eficazmente. En Niamey, Níger, por ejemplo, los cocineros contratados tradicionalmente tenga el derecho al carbón de leña que permanece al final de la cocina para vender o para usar para themselves. En este caso puede haber resistencia al uso de una estufa eficaz que produce el carbón de leña pequeño o a usarlo eficazmente.

La Eficacia de la olla

El uso de combustible también puede reducirse mejorando la " eficacia " de la olla. Como visto antes en el balance de caldeo para la comida cocción en una estufa, un muy grande la cantidad de energía está perdida a través de la evaporación excesiva (Figura 1). El Uso de de un herméticamente la tapa digna y reduciendo la potencia de fuego excesiva pueden por consiguiente grandemente reduzca el combustible el Calor de consumption. también está perdido de la tapa de la olla y la porción de la olla expuso a air. Insulating ambiente que ellos pueden reducir esta pérdida (37).

Otro método de mejorar la " eficacia " de la olla es usar un " haybox el fogón ". En este caso, la olla de comida se calienta a hervir y entonces rápidamente transferido a un box. favorablemente aislados por que La comida se cocina entonces el " calor retenido, " es decir, por su propio calor por que se contiene el el aislamiento veneno del " haybox " (38).

Finalmente, el propio proceso cocción puede acelerarse arriba por el uso de una presión el fogón. Pressure los fogones levantan la presión y así la temperatura hirviente del pot. Raising la temperatura acelera el physico-químico los procesos de cooking. Para mucho tiempo cocción cronometra esto puede ahorrar la energía y, quizás más pretenciosamente para el cocinero, puede ahorrar cantidades grandes de tiempo. Los fogones de presión pueden estar especialmente útiles en las elevaciones altas o en las áreas donde los tiempos cocción son largos.

En cerrar este capítulo el elemento humano debe re-darse énfasis a. La meta de aplicar la transferencia de calor de la ingeniería al plan de estufa de biomasa no es un el ejercicio académico para determinar lo que los límites en el rendimiento térmico pueden sea. Rather, la meta es mejorar las vidas de las dos mil millones personas que ahora use el combustible para encontrarse su needs. Improving doméstico la eficacia de la estufa es importante a la magnitud que reduce el cost de comprar el combustible o el la carga de forrajear para it. Improving la combustión es importante a la magnitud que reduce la exposición de mujeres y niños a las emisiones tóxicas. Cerrando las estufas es importante a la magnitud que previene las quemaduras. en que es estas necesidades humanas que deben enfocarse los programas de la estufa y que las estufas ellos debe satisfy. En muchas áreas del mundo, hay ningún probable la alternativa a las estufas de la biomasa para el futuro previsible (la Mesa II-19). El plan Diseñando, y semejantemente, antropología, la economía, la ergonomía, la sociología, y muchos otros, es todas las herramientas a ser usadas para diseñar, desarrolle, y disemina estufas de la biomasa que de verdad satisfacen estas necesidades humanas. There es no tiempo para gastar.

EL CAPÍTULO IV

LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTUFA

En el último capítulo, los principios del plan mostraron eso del numeroso las posibles combinaciones de type(1 de la estufa) (el multipot, cauce), construcción el material (arena-de arcilla, concreto, metal, cerámico), y técnica de fabricación (el dueño, artesano, la fábrica), estufas del cauce ligeras que son masivas producido por artesanos o en las fábricas tiene la eficacia más alta.

Las estufas construyendo de materiales ligeros a las ofertas de las situaciones centrales un el número de ventajas además de la eficacia potencialmente alta. Mass la producción de las plantillas regularizadas permite todo las ventajas acompañantes de producción rápida, cost reducido, el control de calidad mejorado, y el la ventaja del mercado adicional de un finish. profesional Aunque la cadena de montaje la producción de estufas genera menos trabajos que haciendo a mano individualmente cada uno, la productividad aumentada, entrenamiento reducido y producción el coste, y la calidad generalmente superior normalmente quiere más de compense.

Como ellos es las estufas ligeras, tales pueden diseminarse a través del

el system del mercado existente y la casa llevada por el cliente personalmente. Esto grandemente simplifica las logisticas de producción de la estufa y diseminación y baja costes de transportes de materias primas y productos terminados. Las estufas, entonces, se vueltas un producto de consumo normal ningún diferente que el ollas usadas en ellos o las cucharas revolvían el Artesano de food. o fábrica las estufas producidas, sin embargo, hacen el cost money. Esto puede ser un muy serio estorbe las áreas pobres en efectivo.

En el contraste, debido a su fragilidad, las estufas macizas de arena-arcilla deben ser construido en el sitio por su dueño o por un artisan. las Tales estufas ofrecen varios advantages. potencial importante que Ellos pueden construirse de materiales locales

(1) las estufas de la boquilla no son consideradas en este capítulo como, en el momento de esta escritura, desarrollo extenso y testing se necesitaron antes grande las pruebas de campo de balanza pudieron que los interesados de begin. deben avisar ASTRA.

(cuando disponible); si el dueño construyera con mínimo fuera de la vigilancia ellos el cost pequeño o nada--un recurso muy importante en las áreas rurales; o si artesano construyera, ellos proporcionan employment. local Sus desventajas potenciales incluya a menudo la economía de combustible baja incluso comparó al fuego abierto (Las Mesas V-1, V-2) debido a su masa grande y debido a los errores dimensionales en su construcción; las vidas cortas (típicamente menos de dos años) debido a crujiendo en el calor del fuego o exposición para regar; y la producción lenta (a menudo menos de 1 estufa por día por persona), entre otros.

Las estufas macizas de hormigón pudieron en el principio se fabrique a un central la situación y transportó al sitio en lugar de construyéndose al el sitio itself. Esto reducirían algunos de los problemas de control de calidad y la producción lenta pero ellos todavía tendrían la generalmente más bajo actuación y es más difícil transportar que las estufas ligeras.

En intentar reemplazar las estufas tradicionales con los planes más eficaces él debe reconocerse que las estufas tradicionales tienen varios positivo los atributos y sólo con el esfuerzo considerable quiere ellos se cambien de sitio. El cost de las estufas tradicional pequeño o nada; ellos tienen una vida larga; y

ellos son portátiles o fácilmente construyeron a cada uno deseó la situación cocción por el dueño o por un artisan. local Ellos tienen típicamente un respetable thermal la eficacia de 15-19% (1); ellos ajustan a una variedad de tamaños de la olla y formas con el cambio pequeño en la actuación; ellos son relativamente insensibles a los errores en la construcción; y ellos proporcionan light. Cuando desarrollando mejoraron las estufas es necesario tomar estas ventajas así como muchos otros los factores en el account.

LAS OPCIONES DE LA CONSTRUCCIÓN

Una variedad de configuraciones de estufas del cauce ligeras es posible, algunos de los cuales se lista below. Detailed las técnicas del testing en el V del Capítulo ayude al diseñador de la estufa escoger entre estas opciones en base a la eficacia, cost, la facilidad de uso, y otros factores.

Los Materiales de la pared

Los posibles materiales de la pared incluyen metal, normalmente la chapa de acero, y cerámico, o disparó clay. Insulants incluyen los materiales como fibra de vidrio y vermiculita. Las paredes metales podrían ser las aleaciones, podrían electroplatear, o podrían dar un calor la capa resistente para ayudar reduce óxido o corrosion. Electroplateando, ciertos tipos de capas, o puliendo también pueden dar un más bajo emissivity la superficie y mejora la apelación del mercado al mismo tiempo.

La pérdida de calor reduciendo de las paredes metales se discutió a la longitud en el chapter. anterior Dos posibles opciones de la construcción, usando doble o las paredes aisladas, se muestra en Figura 1. La inserción ligeramente adelgazada encajando en la cámara de combustión solo es particularmente la deuda suplicante a su simplicity. también ayuda el centro el fuego en la cámara de combustión.

Cerámico (disparó la arcilla) las estufas deben ser muy resistentes a thermal y shock. mecánico Esto requiere una opción cuidadosa de arcillas refractaria; el la suma de materiales como la cáscara de arroz o los fragmentos de la alfarería pulverizados (el ponche), qué rompe la estructura del cerámica y previene los crujidos de propagando; y firing. bueno En algunos casos puede ser deseable al lío el barro alrededor del stove. Aunque esto puede bajar la actuación del la estufa un poco aumentando la masa de su pared y reducirá su

la portabilidad, puede aumentar la vida de la estufa significativamente por reduciendo la tensión térmica en su wall. (Cuando el exterior se condensa en el barro, el cambio de temperatura por la porción de arcilla disparada de la pared es menos de en el caso cuando la pared exterior se expone directamente a air. ambiente Esto reduce la tensión en la pared debido a la persona a cargo de temperatura la dilatación térmica.)

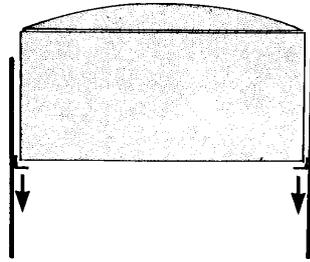
La opción de hueco del cauce y longitud debe ser basada en la necesidad por la eficacia, el poder de fuego alto, y el cost bajo (los cauces largos requieren más material). La opción de hueco del cauce también debe, en parte, sea basado adelante el local la habilidad dado mantener dimensions. preciso por ejemplo, empezando con un 6-mm, encauce, un error del 2-mm (es decir, a 4 mm) podría producir una estufa que habria no el calor well. Esto podría dañar la credibilidad de una estufa en serio el programa. En el contraste, empezando con un cauce del 8-mm, un error del 2-mm (es decir a 10 mm) podría llevar a una más bajo estufa de eficacia pero todavía funcionaría. Semejantemente, la opción de hueco del cauce dependerá adelante cómo la estufa es mantenido. Si el hollín se permite construir arriba, o las ollas son cuchés con el barro, el hueco del cauce se reducirá y la estufa no puede trabajar.

Las Formas de la estufa

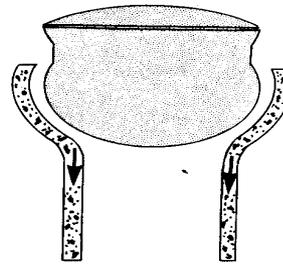
El tipo de material usó y la opción de longitud del cauce quiere, en parte, también sea basado por ejemplo en la olla shape., una estufa cilíndrica hizo de la arcilla disparada puede romper fácilmente porque las fuerzas en él de la olla son expansivo o esquila en lugar de compresivo; una forma contorneada se prefiere

bse2x69.gif (600x600)

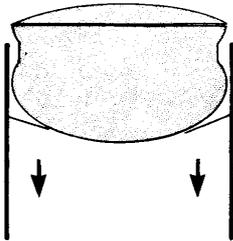
FIGURE 2



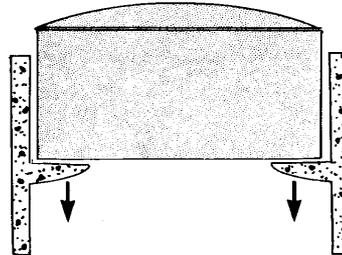
A. Cylindrical pot in a cylindrical metal stove. Although the forces on the supports are shear, the metal can withstand it. The channel width is constant allowing good heat transfer.



B. Spherical pot in a contoured fired clay stove. Note that the forces on the clay are compressive and will not readily break the stove. Again, the channel width is constant for good heat transfer.



C. Spherical pot in a cylindrical metal stove. Although this design will not perform as well as cases A and B because the channel width can be narrow only over a very short length, this geometry can still perform much better than



D. Cylindrical pot in a cylindrical fired clay stove. The forces from the pot on the stove will tend to shear off the clay pot supports.

(Figura 2) y puede formarse rápidamente.

En el contraste, formando una estufa contorneada de metal en plancha, aunque posible, requiere hilado caro o equipo estampando y troqueles. El aumento en la actuación, incluso encima de una olla esférica en una estufa metal cilíndrica, no pueda merecer la pena el cost aumentado y dificultad de la producción (Figura 2).

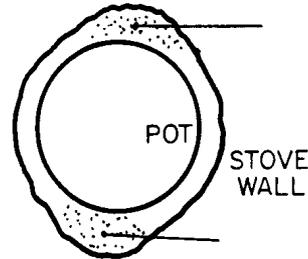
En considerado una olla esférica en una estufa cilíndrica debe notarse que el hueco del cauce varía continuamente, y que su porción estrecha, donde la mayor transferencia de calor tiene lugar, es muy el calzón. Tal un calzón la sección puede dar la eficacia alta si muy estrecho, pero esto limita fuertemente el poder de fuego y el flujo de calor total al pot. Lengthening el cauce es ineficaz como el hueco large. se vuelve las eficacias Altas cada vez más a se han logrado las potencia de fuego razonables con esta combinación de olla y la forma de la estufa no obstante (la Mesa V-1).

Otro factor importante en la construcción es que la estufa debe ser de verdad redondo y la olla propiamente centered. En lugares dónde el cauce es más ancho que el promedio, como una pared cerámica deformada o donde una pared metal es soldado o plegó el calor junto, excesivo puede fluir fuera, mientras bajando el la eficacia. Figure III-9 y Mesa B-4 demuestre este punto en detalle. Uno debe prestar la atención particular por consiguiente a la manera y el precisión con que la pared se forma y para usar las etiquetas para centrar la olla. Apoyos que descansan contra la pared de una estufa metal también pueden empujar el los exteriores de la pared bajo el peso de una olla pesada, deformando la pared y

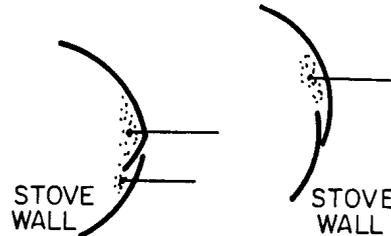
bse3x700.gif (600x600)

FIGURE 3: Heat loss due to irregularities in the stove's roundness.

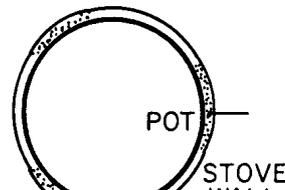
Excessive heat will flow out these points because of their larger gaps and is an especially serious problem in site-built sand-clay stoves. This greatly reduces the efficiency of the convective heat transfer.



Similarly, there will be excess heat loss at this point in a poorly formed metal stove.



The weight of the pot on the pot supports can deform the stove wall allowing excess heat loss at these points. To prevent this requires reinforcing or heavier, more expensive walls.

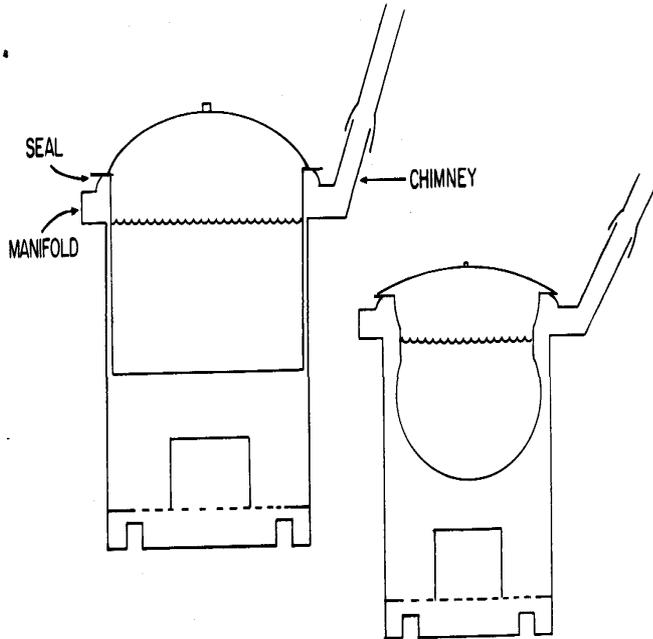


la pérdida de calor excesiva permitiendo a estos punto (Figura 3).

Reducir el humo nivela y mejora la limpieza en la cocina, las chimeneas,

bse4x71.gif (486x486)

FIGURE 4: Channel stoves with chimneys.



es una opción que siempre debe ser considerada y debe animarse. El mismo los principios del plan aplican como antes, con la suma importante de un gas, multicopista a la cima de la estufa para permitir el gas para fluir libremente alrededor el la olla antes de terminar fuera el chimney. En la suma, la chimenea debe tener

un descanso en él y está abierto alojarse el aire a un punto algo sobre la estufa. Esto impedirá a la chimenea dibujar el demasiado proyecto a través del estufa que sigue una reducción en el poder de fuego mientras la chimenea está inmóvil caliente. también es importante que el plan incluya la provisión por limpiar los chimney. Limpiando deben hacerse para prevenir la creosota periódicamente y el aumento de hollín dentro de la chimenea de crear un riesgo de incendio.

Cocineros prefieren a menudo las ollas esféricas como allí no es ninguna esquina para la comida conseguir pegado en y el labio ayuda el rizo atrás la comida en al mezclar. Las Estufas de con las chimeneas, sin embargo, pueden necesitar un margen de la cima muy ancho en las tales ollas para ellos a encaje en la estufa y no se caiga in. las técnicas del colado en moldes de arena verdes Tradicionales es normalmente incapaz lanzar tal una superficie llana ancha y así presente un cuello de botella para su introducción con los planes de la chimenea.

Los accesorios

Otras posibilidades dado mejorar la utilidad de una estufa incluyen las alertas a sostenga la olla o estufa más rígidamente cuando mezclándole Esto a foods. podrian tomar el la forma de barras o un palo ahorquillado puesta a través de la olla maneja y sostuvo abajo por un pie para arreglar la olla y estufa juntos en el lugar. Para el uso en las tierras arenosas, la estufa puede darse una base más ancha para ayudar estabilicelo o impedirle hundir en el ground. UN agujero al centro quieren permita las cenizas para resultar para que la estufa se limpie automáticamente cuando moved. Alternatively, un cenicero trasladable podria ponerse debajo el la reja. Las Asas de también son a menudo sumas útiles, particularmente para las estufas, esa carrera caliente como aquéllos con el solo metal desnudo walls. Numerous otro las opciones son, claro, posible y sólo está limitado por la ingeniosidad de el diseñador y su utilidad al usuario.

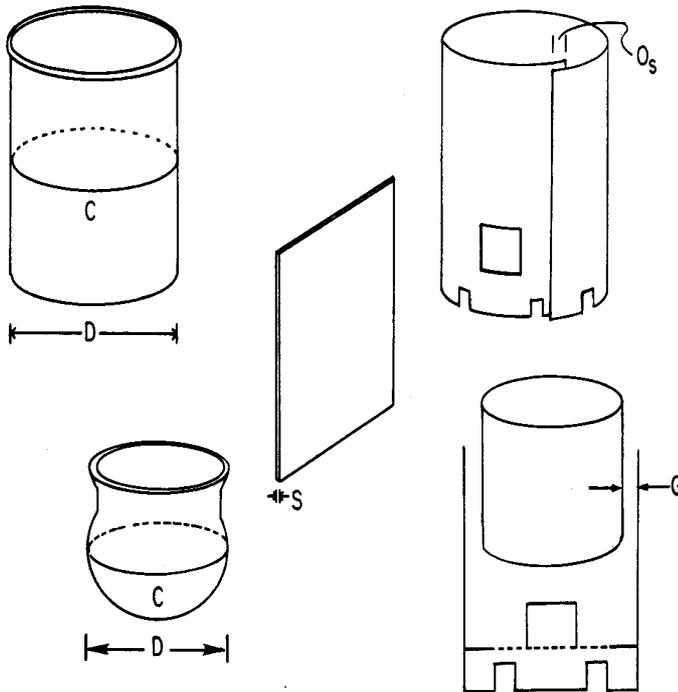
LA PLANTILLA DESIGN: LAS ESTUFAS CILÍNDRICAS

El plan de la plantilla para un firebox cilíndricos, abiertos, tipo del cauce la estufa metal es straightforward. que se usan el mejor las Tales estufas con las ollas cilíndricas, pero también se ha usado con las ollas esféricas con los resultados buenos. Las Dimensiones de listado debajo es nominal y necesita ser perfeccionado a través del laboratorio

el testing. El Laboratorio de y el datos de ensayo cocción controlado para este tipo de la estufa se da en las Mesas V-1 y V-2.

1. por que La anchura de la plantilla de la estufa cilíndrica se da

bse72.gif (486x486)



El W de = el LENGUAJE C + $2[\pi]G$ + $[O.sub.s]$ + $[el \pi]S$ <vea figura 1>

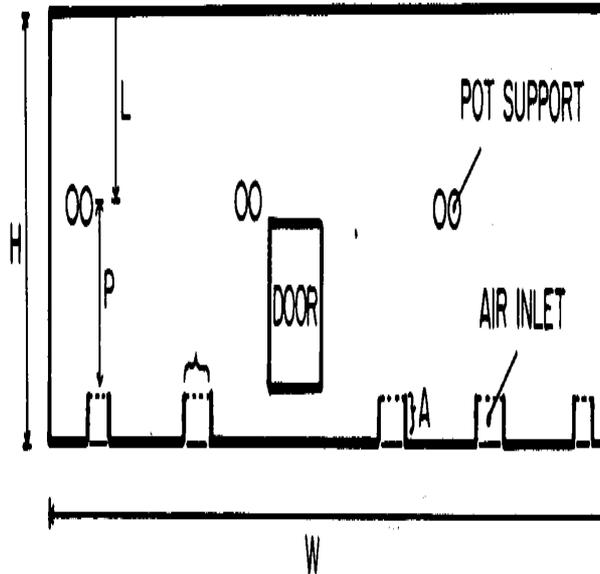
donde el LENGUAJE C es la medida de la olla alrededor de su circunferencia más ancha. EL G DE es el cauce del olla-a-pared deseado gap. Para un hueco de 4 mm, $2[\pi]G=2.5$ centímetro; para

6 mm, $2[\pi]G=3.8$ centímetro; para 8 mm, $2[\pi]G=5.0$ centímetro, y así sucesivamente. $[O.sub.s]$ es determinado por la cantidad de traslapo en el seam. es preferible soldar la estufa juntos punta con punta (así $[O.sub.s]$ =) para prevenir la creación de un pequeño cauce vertical por que el calor puede desviar el pot. Si la costura es crosswelded o los valor plegados, típicos para $[O.sub.s]$ será 1 cm. S es el el espesor del used. Uno metal usa 1 mm típicamente ([el centímetro de $\pi]S=0.3$) o 1.5 el mm ([el centímetro de $\pi]S=0.47$) metal. Thus espeso, para una olla de la 90-centímetro-circunferencia, un 6-mm-cauce abra boquete en, una costura soldada punta con punta, y el metal 1-mm-espeso:

El $W = 90 + 2[\pi](0.6) + [\pi](0.1) = 90 + 3.8 + 0.3 = 94.1$ centímetro

2. La H de altura de plantilla es determinada por la suma de la altura del respiradero UN, el P de altura de reja-a-olla (moderado de la cima de la reja), y el encauce la L de longitud o, para las ollas esféricas, la cantidad necesario extenderse un los pocos centímetros sobre la circunferencia del máximo de la olla. Para cilíndrico

bse73a.gif (437x437)



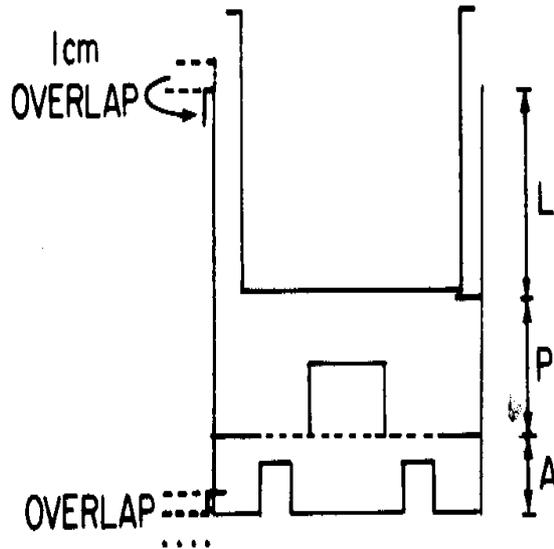
las ollas, la L es determinada por la longitud del cauce deseada (el capítulo III) <vea figura 2>

$$LA H DE = UN + EL P + LA L$$

Los valor típicos para UN es 3 a 5 centímetro y para el P, 0.4 del diámetro de la olla.
Para las ollas cilíndricas pequeñas la L de altura es típicamente 5 a 10 cm. Larger
las estufas institucionales o industriales pueden

tenga L de longitudes de cauce de 50 centimetro y más. La L de altura buena es determinada más precisamente comparando el la eficacia aumentada y el combustible reducido uso causado por la altura adicional contra el cost aumentado del extra metal. que la altura Adicional también puede ser con tal de que a la cima y fondo del la plantilla, típicamente 1 centímetro cada uno, permitir, el borde a ser plegado encima de proteger contra los cortes en los cantos vivos y a aumente la rigidez de la estufa y

bse73b.gif (393x393)

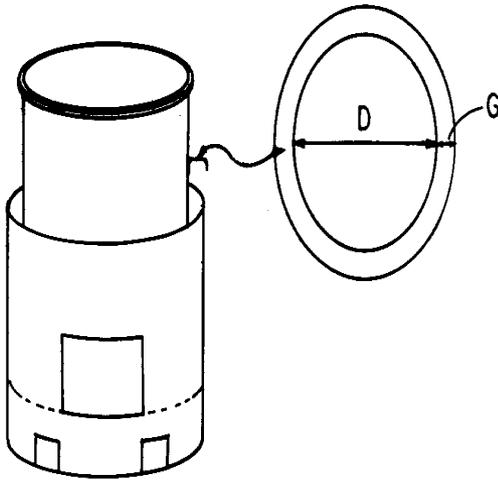


la fuerza. <vea figura 3>

3. Las Estufas de deben tener un total la entrada de aire de por lo menos medio el área de la olla al cauce de la pared el hueco. Para la estufa anterior 94 centimetro en la circunferencia y con un hueco de 6 mm éste es 56 [cm.sup.2] . UN el tamaño conveniente, entonces, es a tenga cuatro respiraderos, aproximadamente 3 centimetro,

por 4 centímetro cada uno (el centímetro de A=3) o 48 [cm.sup.2]
en el área, espació simétricamente
alrededor de la estufa, pero lejos
bastante fuera de la puerta y
las costuras para evitar debilitar
el wall. Los respiraderos están cortados
en dos lados sólo para que cuando dobló hacia arriba y hacia el centro ellos pueden actuar como
los apoyos para el grate. los respiraderos más Grandes pueden ser necesarios si grande
se usan las ollas o si la estufa se usa en la tierra suave dónde la estufa
hunda en la tierra y bloquee el airholes. Alternatively, para
las condiciones de la tierra suaves una plataforma anillo-formada puede cortarse y puede atarse

bse73c.gif (353x353)



a la estufa. <vea figura 4>

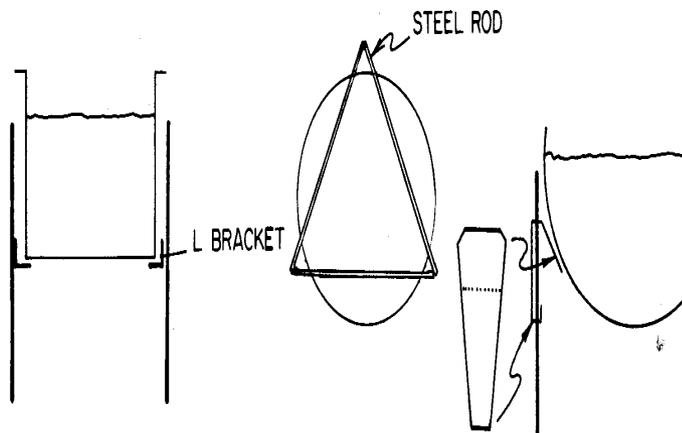
Un respiradero quinto (la etiqueta) puede cortarse opuesto la puerta e inclinación para ser anteriores el grate. Esto impedirá a la reja ladear hacia arriba cuando madera es apretando demasiado pesadamente abajo en la puerta.

4. Se espacian semejantemente uniformemente los Olla apoyos alrededor de la estufa, pero desplazamiento de la puerta y bordes para para no debilitar el wall. El P de altura para la olla apoya sobre la cima de los respiraderos (donde la reja descansará) se da aproximadamente por

$$EL P DE = 0.4C/[PI] = 0.4D$$

donde el D es la olla diameter. que La distancia buena variará un poco con el tamaño de madera usó localmente, su estado higrométrico, y otros factores. <vea figura 5>

bse74.gif (317x486)



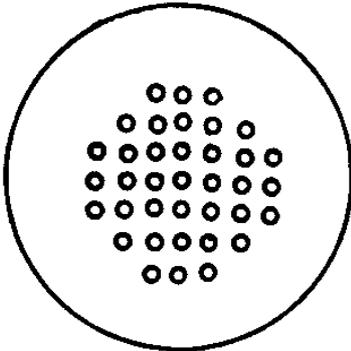
Los apoyos de la olla deben apoyar la olla establemente, todavía no sea pequeño en el área para para escudar la olla de los gases calientes--reduciendo la transferencia de calor. La Olla de los apoyos no deben causar la pared de la estufa para doblar cuando muy cargado como esto puede cambiar la anchura del cauce eficaz y puede reducir la actuación.

5. El tamaño de la puerta es algo arbitrario y es en parte determinado por la madera localmente disponible size. que la puerta típica clasifica según tamaño para el uso con una 90-centímetro-circunferencia la olla es 12 centímetro ancho por 9 centímetro high. que El fondo de la puerta es

puesto a la posición de la reja--la cima del airholes. La cima del la puerta es los varios centímetros hecho debajo del fondo de la olla para que el se guian los gases calientes arriba alrededor de la olla en lugar de fuera la puerta. Si necesario, la altura de la puerta puede disminuirse para asegurar que es debajo el el fondo de la olla.

6. La reja es un círculo de corte de metal en plancha para encajar cómodamente en el cylinder. Recuperated acabado metal del trozo es a menudo used. El centro medio diámetro se pica con una 30% densidad del agujero de 1 agujeros del centímetro. Grates no deba tener ningún agujero más de tamaño más grande que 1 centímetro en el diámetro, desde que grande los agujeros en la reja permitirán al carbón de leña fracasar y quemar debajo la estufa, reduciendo los Agujeros de efficiency., de demasiado pequeño un testamento del diámetro fácilmente la traba y reduce el paso de aire en el

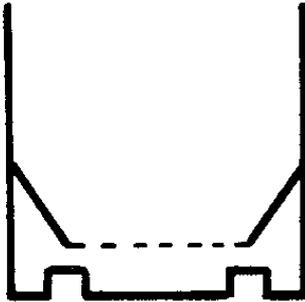
bse75a.gif (el 256x256)



la cama del carbón de leña. <vea figura 6>

En algunos casos puede ser útil a la forma un grate. cónico Este los dos mejorarán localice el combustible para mejorar la combustión y proporciona un aire muerto aislante

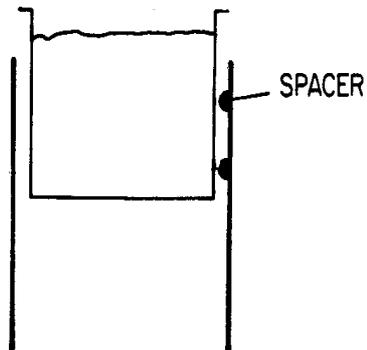
bse75b.gif (230x230)



espacia a lo largo de la pared de la estufa. <vea figura 7>

7. Los Espaciadores de , centraba la olla uniformemente, también se necesita a menudo. <vea figura 8>

bse75c.gif (el 256x256)



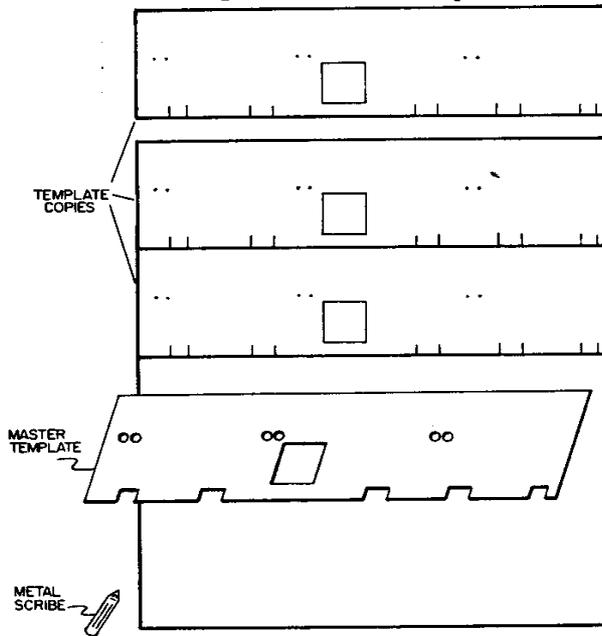
Las plantillas para las ollas despulladas pueden desarrollarse geoméricamente de cónico las secciones. Se desarrollan las Dimensiones de de la misma manera como above. Other los rasgos como las paredes dobles, aislamiento, las chimeneas, u otros pueden ser incluido como los Anexos de desired. podria incluir las asas por llevar el estufa o alertas por sostener la olla firmemente en sitio mientras revolviendo espeso las gachases.

LA PRODUCCIÓN DE LA ESTUFA METAL

El datos de ensayo de la producción para este tipo de estufa, incluso el rates de la producción, y coste, se da en las Mesas V-3 y V-4. El procedimiento general usado es lo siguiente, con tareas específicas divididas entre los obreros diferentes.

1. La plantilla se remonta fuera adelante el

bse76a.gif (437x437)

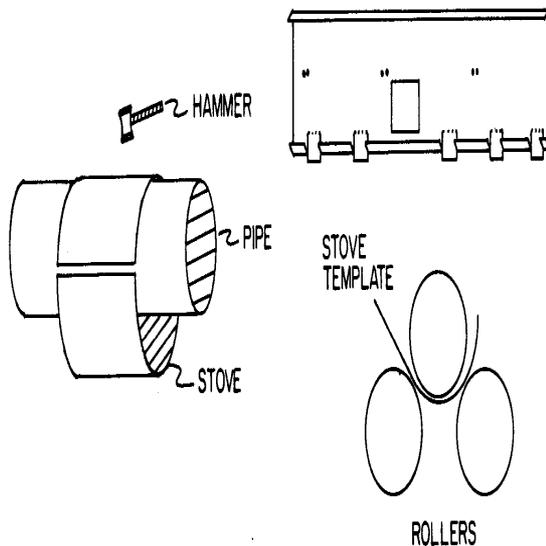


la hoja metal así desplegado en Figura 1 y recorte en outline. La puerta y olla los huecos de soporte están fuera cortados, y el las tiras para los respiraderos y para apoyar la reja está cortada.

2. El metal se roda en un cilindro--debe ser como liso, el ronda,

y directamente como possible. Si un rodillo de metal en plancha se usa, la cima y el fondo puede plegarse encima de ante rolling. Si dobló a mano, ellos pueden ser plegado después de que rolling. Esto proporciona la rigidez adicional y previene el

bse76b.gif (393x393)

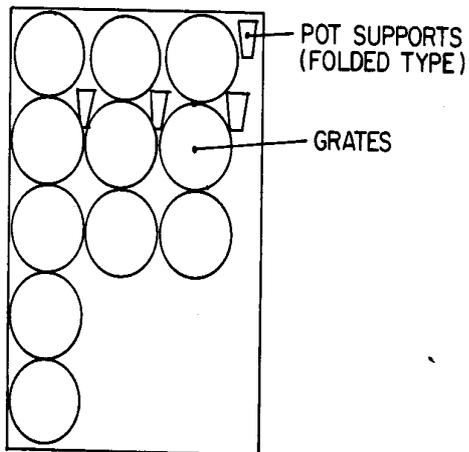


el usuario de estar cortado en los cantos vivos. <vea figura 2>

3. Otros componentes tal como los apoyos de la olla y

la reja está fuera cortada
y los agujeros picaron en

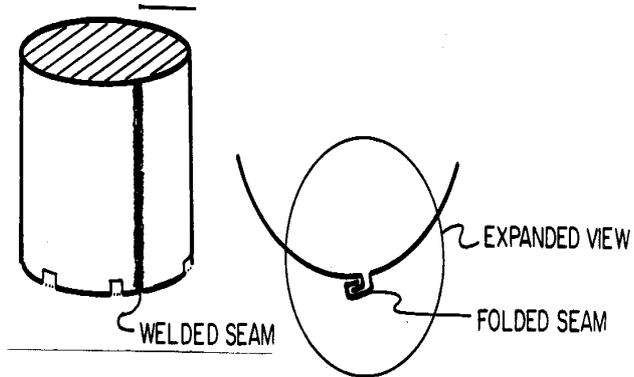
bse77a.gif (317x317)



la reja. <vea figura 3>

4. La estufa se suelda juntos y olla
se sueldan los apoyos en place. Alternatively,
las paredes de la estufa pueden cerrarse con llave

bse77b.gif (el 256x437)

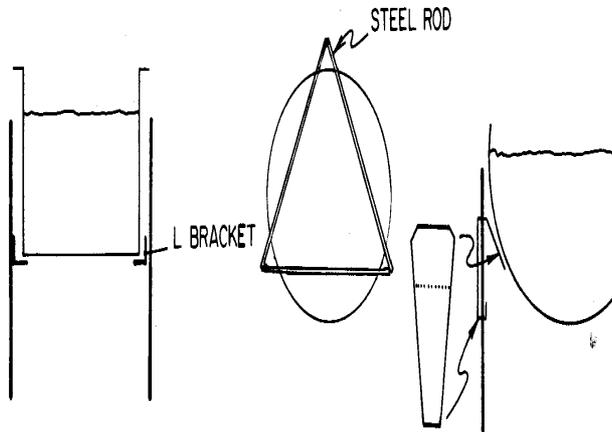


juntos plegando. <vea figura 4>

5. que La reja se pone en la estufa, y el las etiquetas para los respiraderos están torcidas interior y hacia arriba apoyar los grate. Olla apoyos son resbalado y plegó o soldó en el lugar.

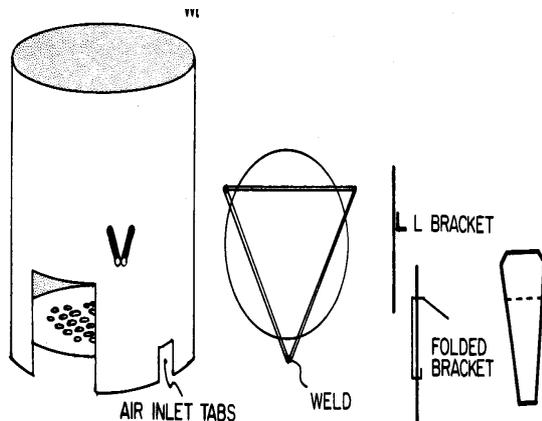
6. La estufa se da el acabado superficial deseado (electroplateando, pintando, con la pintura termorresistente, etc.) para mejorar su resistencia rojiza y mercado

bse74.gif (317x437)



apele, y para reducir su pérdida de calor bajando su emissivity. <vea figura 5>

bse77c.gif (285x393)



LA PRODUCCIÓN DE LA ESTUFA DE ARCILLA DISPARADA

Las técnicas de la producción artesanales pueden producir durable, muy eficaz, y los cost muy bajos dispararon las estufas de arcilla a un rate. rápido hacer para que, sin embargo, requiere la atención muy cuidadosa a y control de calidad esmerado a cada uno el paso de la producción process. que La mezcla óptima de arcillas debe escogerse asegurar la durabilidad y proporcionar un nivel alto de mecánico y termal asuste Preparación de resistencia. de la arcilla (moliendo, golpeando) y el la proporción de agua agregada debe regularizarse para asegurar un uniforme el producto. Deben clasificarse según tamaño las Plantillas de cuidadosamente para tener en cuenta el el encogimiento de la arcilla durante secar y disparar mientras manteniendo el la olla deseada al hueco de la pared, etc. (el Encogimiento es el más fácilmente determinado por las varas largas rodando de arcilla; midiendo su longitud cuando húmedo, seque, y disparado; y calculando el cambio del porcentaje) . Finally, el óptimo, deben determinarse técnicas de encender y temperaturas.

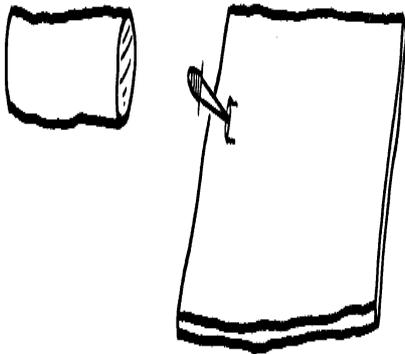
Cada uno de estos pasos requiere testing cuidadoso y optimización. El

el esfuerzo global normalmente requirió la producción de los límites a centralizado de gran potencia los medios; sólo el más favorablemente los alfareros experimentados pudieron potencialmente producir la calidad disparó las estufas de arcilla en su own. Dentro de estos constreñimientos, sin embargo, las estufas de arcilla disparadas pueden ser una alternativa importante para alfareros que está perdiendo sus mercados tradicionales.

La producción anda usando el Oeste tradicional la producción de la olla africana se describen las técnicas below. el coste de la producción Tipico se cede La Mesa V-5. Alternativamente, lanzando, tirando (en un torno de alfarero) o podrían usarse otras técnicas instead. En el particular, el uso de los moldes internos (qué está enclavando y puede desmontarse internamente) y se han usado los tornos de alfarero con algún éxito en Thailandia (2). El volante aprieta (3) o las prensas hidráulicas usaron con los moldes internos puede ser aun bien (2).

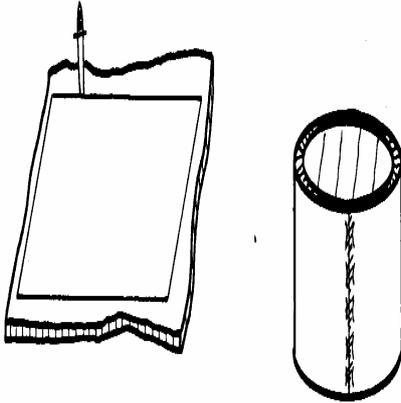
1. Se minan las Arcillas de , preparó, mixto, etc., según la necesidad para la durabilidad, disparando, la resistencia del choque térmico, y otros factores. El Ponche de (los fragmentos de la alfareria finamente molidos), la cáscara de arroz, u otros materiales son a menudo agregado para mejorar durability. que Estas inclusiones previenen los crujiados de propagando en el producto final.

bse78.gif (285x285)



2. que La arcilla se amasa, rodó, y flattened. <vea figura 1> la lata de arcilla Seca, pulverizada se use para reducir la tenacidad de la superficie del clay. húmedo Como la arcilla es trabajado, se lancean los baches de aire y sangraron out. Flattened, la arcilla debe sea un espesor uniforme, quizás 2 a 3 centimetro espeso o como necesitado para la durabilidad, el etc. UNA plantilla se usa para recortar un rectángulo de arcilla que es entonces rodado en un cilindro y el melder de los extremos together. Este cilindro formas que la cámara de combustión de la estufa y sus dimensiones debe ser escogido de acuerdo con, mientras teniendo en cuenta cosas asi factoriza como la reja deseada a la altura de la olla de diámetro de 0.4(pot), y la necesidad dado poner la combustión las paredes de la cámara directamente bajo la olla para que las paredes sean bajo compresivo en lugar de las fuerzas expansivas, todavia sin la pared que disimula demasiado,

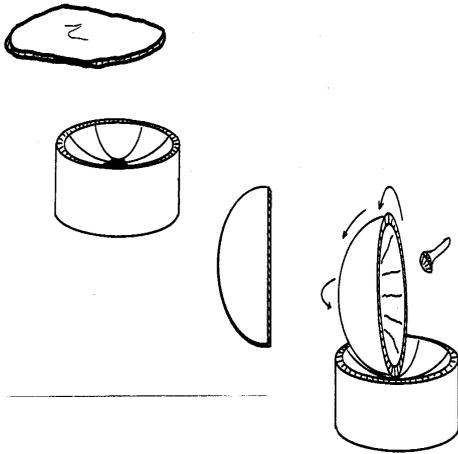
bse79a.gif (285x285)



de la olla del traslado del calor radiante directo del firebed. <vea figura 2>

3. que Más arcilla se amasa, rodó en un oville, y algo allanado en un el círculo. Esto se pone entonces en un el molde esférico apropiadamente clasificado según tamaño y continuamente se vuelto (usando muchos la arcilla seca, pulverizada) y trabajó a forme la posición superior del stove. El las dimensiones frecuentemente se verifican con

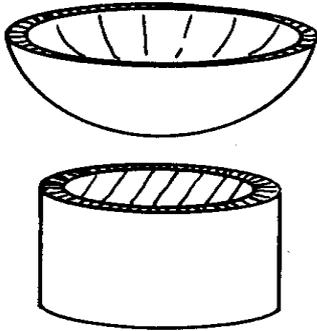
bse79b.gif (317x317)



una plantilla para asegurar la exactitud. <vea figura 3>

4. El esférico
la sección se pone
en el cilindro,
el centro del
la sección esférica
está fuera cortado, y el
dos son los malded

bse79c.gif (el 256x256)



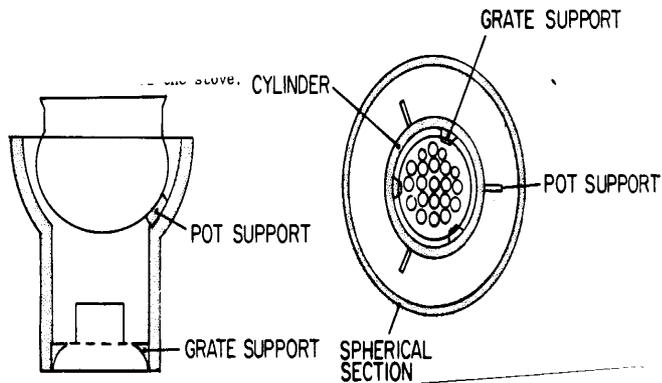
juntos. <vea figura 4>

5. que la olla Pequeña apoya, 6-8 mm espeso o como deseado y 2-3 cuadrado del centímetro, es puesto en el line con el cilindro para dirigir el peso de la olla que se extiende hacia abajo. Los tales apoyos son el más fácilmente los melder a la estufa rascando ligeramente y humedeciendo las juntas.

6. Se agregan Supports para una reja metal al fondo de la estufa.

7. La puerta está fuera cortada. Holes para el paso de aire bajo la reja está fuera cortado. Deben redondearse los cortes; los ángulos agudos tienda a generar la tensión mayor y

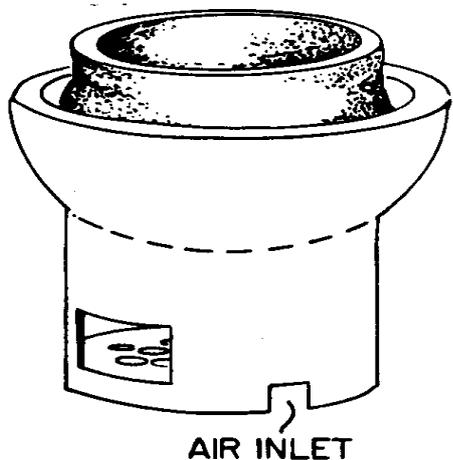
bse80a.gif (285x486)



la rotura más frecuente. <vea figura 5>

8. All las superficies de la estufa, sobre todo aquéllos cortaron, es ligeramente

bse80b.gif (317x317)



humedecido y aplanó para reducir el agrietamiento. <vea figura 6>

9. La estufa se pone en una situación fresca y permitió secar despacio encima de un varios semana period. Finally, la estufa se dispara en un horno.

10. que UNA reja metal se encaja a la estufa.

EL V DEL CAPÍTULO

LA ESTUFA TESTING

En este laboratorio del capítulo, la cocina controlada, producción, el campo, y se describen las pruebas comercializando en las Técnicas de detail. para financiero y el análisis estadístico de los datos se presenta en el F de los Apéndices y G. En áreas dónde inspeccionan u otro análisis ha demostrado la necesidad para más seguro

y la biomasa más eficaz las estufas ardientes, las pruebas como aquéllos descritos, aquí está esencial para su desarrollo.

En el informe, el programa de ensayos total recomendado es esto:

se usan o Laboratorio y las pruebas cocción controladas para seleccionar particularmente los prototipos de la estufa prometedores y para perfeccionar sus dimensiones.

o De estas pruebas se desarrollan las plantillas normales que conforma a la olla local clasifica según tamaño y formas.

o la A producción prueba se corre con estas plantillas que producen 50-100 o más Las estufas de para cada uno de la olla más popular sizes. Durante esta producción prueban un estado detallado ha realizado del coste, los problemas encontraron y las mejoras potenciales en el método de producción.

o Algunas de estas estufas son entonces distribuidos adelante un a corto plazo, temporal La base de a las familias seleccionadas para el testing del campo para determinar ambos su La aceptabilidad de y su actuación moderada real en día al uso del día. que Otra porción de estas estufas se pone en el despliegue en el anuncio local Las tomas de corriente de y vendió en una comisión basis. el Tal mercadeo simultáneo permite alguna regeneración indirecta adelante cómo los vecinos de las familias seleccionadas perciben el potencial de la estufa.

o en base a la producción y resultados de prueba del campo, modificaciones puede hacerse a las plantillas y system de la producción como necesitado y el Procesan repetido. UN laboratorio similar, producción, campo, y mercado El testing esfuerzo puede usarse para anuncio o las aplicaciones industriales.

o Cuando un modelo conveniente se ha desarrollado y totalmente se ha probado en el campo, La grande-balanza diseminación puede empezar. las Varias técnicas del mercadeo como la radio y periódico anunciar, las demostraciones públicas a los centros sociales, y otros pueden hacerse.

o Como el interés desarrolla, el promotor de la estufa puede retirar gradualmente de el papel de comisionar producción y ventas, dejando la estufa, Productor de en el contacto directo con las varias tomas de corriente comerciales.

Aumentando la eficacia de combustible y seguridad de una estufa pueden requerir el la concesión de algunas de las ventajas de estufas tradicionales, particularmente, su más bajo cost inicial, su flexibilidad para encajar las ollas diferentes, y el encendiendo ellos provide. Como el levantamiento de coste de combustible, sin embargo, las estufas mejoradas quieren vuélvase attractive. Detailed cada vez más el testing, como descrito debajo, los permisos la determinación la actuación y atractivo de un particular la estufa a cualquier momento de entrada particular cualquier area. Further dado, tal, el testing proporciona un medios para lanzar la fabricación de artículos idénticos en g rudimentaria, mientras comercializando, y diseminación.

El testing de estufas mejoradas, sin embargo, no es un extremo en sí mismo. que es sólo un medios a las estufas en vías de desarrollo que excepto tiempo de los usuarios, dinero, y labor, y protege su salud y seguridad.

LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

En los recientes años una variedad de métodos de ensayo del laboratorio se ha usado. Todos estos métodos simulan el poder alto (para traer a un boil)/low el poder (para hacer cocer a fuego lento) el proceso de cocinar mientras usando el agua para simular la comida. La actuación de la estufa es moderada por su Calor Por ciento Utilizado, PHU, o por su consumo específico, SC. El PHU de una estufa es el porcentaje de calor soltado por el fuego que está absorto por el agua en la olla. El SC es la cantidad total de madera usada para el proceso cocción simulado dividido por la cantidad de agua " cocinada. " Results de las pruebas diferentes de este tipo general es similar pero no siempre precisamente comparable.

El Proyecto Provisional que las Normas Internacionales desarrollaron en el 1982 dado diciembre regularice este tipo de método (1) . El procedimiento, como puesto al día subsecuentemente, es listado debajo (2) y una discusión de útiles de laboratorio útil se da en el Apéndice H. UNA discusión más detallada de los méritos relativos de se dan los métodos de ensayo diferentes en la Nota (2) .

El laboratorio el Procedimiento de Testing

1. que Las condiciones de la prueba se graban incluso la temperatura aérea, enrolle, y La humedad relativa de . La estufa y pot(s) (1) se describe y esbozó en detallan incluyendo dimensiones cuidadosos de sus dimensiones pertinentes. Estas dimensiones deben incluir la reja a la olla y olla a la pared distancia cuando la olla es en sitio en la estufa.

 (1) El (el s) en el pot(s) y (primero) la olla en punto 5 se refiere al testing de estufas del multipot.

2. Una cantidad de madera ningún más de dos veces la cantidad estimada necesitada para que la prueba se pesa, el peso grabó, y la madera puso aside. El Deben conocerse el estado higrométrico de y el valor calorífico de la madera. las normas de Testing por medir el peso específico, estado higrométrico, La ceniza de , volatiles, y los valor caloríficos de madera o los materiales relacionados son dado en otra parte (22). Si posible, la madera debe ser del mismo Las especies de y relativamente el uniforme en size. Buying la madera suficiente del las mismas especies para todas las pruebas y guardándolo entonces en el mismo bien protegió la situación ayudará manteniendo el estado higrométrico al el mismo valor. Periodic reverificar todavía será necesario.

3. Las ollas deben fregarse limpie los dos dentro y fuera, y completamente secó antes de cada prueba. Las ollas deben ser idénticas en la forma y tamaño para todas las pruebas para impedir a estos factores sesgar la prueba results. El pot(s) seco) y thermometer(s) se pesa juntos. Then una cantidad fija de agua se agrega al pot(s) eso es aproximadamente igual a El dos terceros de del pot(s) ' la capacidad del s pero exactamente el mismo para cada prueba para todas las estufas, es decir, 5.000 kg. El pot(s) con el agua y termómetro se pesa. La temperatura de agua debe ser dentro de unos Los grados de de temperatura de aire ambiente. No deben usarse las Tapas de a cualquiera cronometran (Nota 2).

4. Power Phase: alto que La estufa debe estar en el cuarto temperature. Then, el Se enciende el fuego de de una manera reproducible (es decir, usando una cantidad moderada [5 ml] de querosén), el pot(s) se pone rápidamente en la estufa, y el

(primero) la olla se trae tan rápidamente como posible a un hervor sin ser excesivamente malgastador de calor. Water se graban las temperaturas cada cinco minutos. Acción de para controlar o reencendido el fuego, observaciones de humo excesivo, el viento fuerte, o cualquiera que otros también deben grabarse.

5. Cuando el (primero) la olla viene a un hervor lleno las temperaturas de agua y cronometran se graba. Se hacen lo siguiente rápidamente Then:

o La madera está alejada de la estufa, cualquier carbón de leña se tira, y que toda la madera se pesa.

o que El carbón de leña se pesa. Con una capacidad grande equilibran y un peso ligero La estufa de , es a menudo más fácil dado pesar la estufa vacío antes el prueban, y entonces pesa la estufa con el carbón de leña en él determinar el peso del carbón de leña. Esto acelera el proceso y reduce la ruptura del fuego.

o El pot(s) con el agua y thermometer(s) se pesa.

6. Power Phase: bajo El carbón de leña, madera, y pot(s) se vuelve al La estufa de y el relit de fuego. que El fuego se mantiene entonces durante 30 minutos al poder más bajo posible eso es suficiente guardar el agua preferentemente dentro de 2[degrees]C (y no más de 5[degrees]C) de ebullición todavía no que hierve excesivamente. Water se graban las temperaturas de nuevo cada cinco Minutos de junto con cualquier acción para controlar el fuego u observations. Como antes de, ninguna tapa se usa cuando quiera a.

7. Al final de este periodo 30-diminuto de hacer cocer a fuego lento, la madera, el carbón de leña, (o estufa y carbón de leña juntos), y pot(s) con el agua es de nuevo pesó y los valor grabaron.

8. Finalmente, lo siguiente los indices de actuación de la estufa son calculados.

La Potencia de fuego de = el P = $\frac{[M.sub.w] [C.sub.w] - [M.sub.c] [C.sub.c]}{60I}$ (los kilovatios)

60I

dónde [M.sub.w] es la masa de madera seca quemada, [C.sub.w] es el valor calorífico de la madera seca en el kJ/kg. [M.sub.c] es el aumento neto o disminuye en el carbón de leña y [C.sub.c] su valor calorífico en kJ/kg. yo soy el lapso en Minutos de .

por que El consumo específico se da

$$[M.SUB.W] - 1.5[M.SUB.C]$$

$$SC = \frac{[M.SUB.W] - 1.5[M.SUB.C]}{[W.SUB. / F]}$$

dónde [W.sub.f] es la masa del agua que permanece al final del periodo. es a menudo más conveniente expresar esto como los gramos el equivalente de madera El consumed/kilograms agua cocinó en lugar del kg los wood/kg riegan (3).

Si hay una variación grande empezando la temperatura de agua de día a Día de , el SC puede normalizarse por la temperatura de agua (23) . Que es,

$$SCN = \frac{[M.SUB.W] - 1.5[M.SUB.C]}{[W.SUB.F] \left(\frac{[T.SUB.F] - [T.SUB.I]}{75} \right)}$$

Finally, el PHU que usa puede calcularse

$$4.186[W.SUB.I] \left([T.SUB.F] - [T.SUB.I] \right) + 2260 \left([W.SUB.I] - [W.SUB.F] \right)$$

$$PHU = \frac{4.186[W.SUB.I] \left([T.SUB.F] - [T.SUB.I] \right) + 2260 \left([W.SUB.I] - [W.SUB.F] \right)}{[M.SUB.W][C.SUB.W] - [M.SUB.C][C.SUB.C]}$$

dónde [W.sub.i] es la masa del agua en los kilogramos a la salida, ([T.sub.f]-[T.sub.i]) es el cambio de temperatura del agua en el celsius de los grados durante eso El periodo de , y ([W.sub.i]-[W.sub.f]) es la masa del agua evaporated. El factor 4.186 kJ/kg[degrees]C es el calor específico de agua, y el factor 2260 kJ/kg es el calor latente de vaporización de water. que las condiciones Adicionales son agregó como necesitado para las estufas del multipot.

Típicamente, un mínimo de cuatro pruebas por la estufa será necesario. La prueba el procedimiento debe repetirse entonces como necesitado proporcionar estadísticamente

los datos significantes como discutido en el Apéndice G.

Las Precauciones del ensayo de laboratorio

En realizar los ensayos de laboratorio hay varios cuatela:

o deben gastarse tiempo Considerable y esfuerzo con las personas que hacen el El testing de para asegurar que el procedimiento se sigue correctamente y de forma consistente, y que los datos son con precisión recorded. que frecuentemente es útil para diseñar los cheques dobles en el procedimiento para coger Los errores comunes de como el misweighing la madera o grabando incorrectamente el values. Como un ejemplo, bajo " los comentarios " en el ensayo de laboratorio de la muestra, Los datos de cubren, todo los pesos de los pedazos individuales de madera agregaron al disparan puede grabarse. a que Estos valor pueden compararse con los totales aseguran ninguna madera estaba perdida y ningún peso misrecorded. Si hay duda sobre una medida debe desecharse.

o En variar un parámetro, es vital que no ha ninguna otra diferencia. Thus, en el testing el efecto de la longitud del cauce en la actuación, las estufas diferentes deben tener diámetros idénticos, las rejillas, y Las puertas de , etc. Esto es crucial.

o Testing debe hacerse en un adjunto o bien protegió el área para reducir el efecto del viento. Even que las cantidades pequeñas de viento pueden apreciablemente afectan los resultados--particularmente para los fuegos abiertos y tradicional Las estufas de .

o Si hay más de un verificador, cada persona debe probar cada estufa el mismo número de tiempos para eliminar cualquier prejuicio.

o El orden de testing las estufas deben ser completamente aleatorias. Otherwise, habrá una tendencia a probar la estufa de forma consistente por ejemplo, UN en el extremo de la mañana cuando el aire es tranquilo y LENGUAJE C de la estufa en el tarde Tarde de cuando el viento está soplando fuertemente o para hacer todas las pruebas de La estufa de UNA primera durante un periodo seco y todas las pruebas de LENGUAJE C de la estufa después cuando que la estación lluviosa empieza. Using que un orden del testing aleatorio reducirá tal

los prejuicios potenciales.

las grandes altitudes de o tendrán un efecto pequeño en el agua las pruebas hirvientes, y tendrá un efecto grande en las pruebas del campo debido a los tiempos de cocción más largos a las más bajas temperaturas hirvientes debido a la baja presión atmosférica.

Diseño Parámetros ser Probado

Varios parámetros que deben investigarse realizando el laboratorio

bsex870.gif (600x600)

WORKSHEET 1
SAMPLE LABORATORY TEST DATA SHEET

- a* Test Number _____ Date _____
- b. Name of tester _____ Weather conditions _____
- Type of pots _____ Time _____
- Pot Diameter _____ Pot Height _____
- c. Stove No. _____ Stove type _____
- Channel width _____ Channel length _____
- Grate-to-pot height _____ Insulation _____
- Grate type _____ Other _____
- Combustion Chamber Design _____
- d. Wood moisture content _____ Wood type _____
- e. Wood calorific value _____

START:

- f. Weight of pot A** _____ g. pot A + water _____
 (Weight of pot B _____) (pot B + water _____)
- h. Weight of wood _____

HIGH POWER PHASE: Make a large but not a wasteful fire to bring pot A rapidly to a boil.

Time	Elapsed time	Water Temperatures		Remarks
		Pot A	(Pot B)	
<u>i</u>	<u>0</u>	<u>k</u>	_____	<u>No lids are used</u>
_____	<u>5</u>	_____	_____	_____
_____	<u>10</u>	_____	_____	_____
_____	<u>15</u>	_____	_____	_____
_____	<u>25</u>	_____	_____	_____
_____	<u>25</u>	_____	_____	_____
_____	<u>30</u>	_____	_____	_____
<u>j</u>	<u>35</u>	<u>l'</u>	_____	_____
_____	<u>40</u>	_____	_____	_____
_____	<u>45</u>	_____	_____	_____

The minute the water in the first pot begins boiling, note the time and make the following measurements:

- m. Weight of wood remaining _____ n. Weight of charcoal _____
- p. Weight of pot A + water _____

las pruebas, incluyendo lo siguiente, : <vea hoja de trabajo 1>

o El hueco del cauce, la longitud, y forma, y la manera de su fabricación, como solapado o extremo-soldó joints. Éstos afectan el calor del convective transfieren.

o El reja-a-olla height. Éstos afectan el traslado del calor radiante y La combustión calidad.

o La densidad del agujero (el fragmento de espacio abierto) en la reja, la forma de la reja (cónico centrar las hullas y alimentar, sólo agujerea hacia el centran, etc.), y el tipo de material usó para el grate. El agujero La densidad de afecta la posible potencia de fuego y la masa termal y aislamiento de la reja parcialmente el mando el rate calorífico y eficacia.

o El tipo de aislamiento y cómo se pone (encima del entero fuera de, dentro de la cámara de combustión sólo, etc.), o el uso de paredes dobles. Éstos son importantes determinando ambos la pérdida de calor global a través de las paredes y, en menor grado, el traslado radiante a la olla y la calidad de la combustión. El tamaño, forma, y aislamiento del La cámara de combustión de también es considerations. importantes UNA cámara menor puede permitir las medio temperaturas superiores y una cámara superior pueden permitir un el tiempo de contacto más largo--ambos combustión más completa ayudando.

o El mando de primero o air. secundario Éstos pueden afectar la combustión La calidad de en algunos casos.

o El tamaño y forma de la puerta, o el uso de una puerta del closeable o El matamoscas de para el mando aéreo. que Éstos ayudarán determinan la facilidad de uso de un Por ejemplo, estufa facilidad de cargar, supervisando el fuego, etc.,

o El tipo, tamaño, y forma de olla supports. que los apoyos de la olla Grandes cuidarán para proteger la olla del fuego pero puede apoyar la olla más establemente.

o El uso de varios tipos (las alturas, anchuras, los contornos, etc.) de confusiones para mejorar la transferencia de calor del convective o causar la recirculación en el La zona de combustión de para mejorar la combustión.

- o El uso de varias alturas, diámetros, y materiales para la chimenea.
- o La forma de la olla y material.
- o La actuación del system con los cambios de la balanza (por ejemplo, doblando del La olla de y tamaño de la estufa).

En planear una serie de pruebas del laboratorio, es a menudo útil hacer unos docena el preliminar prueba para determinar la situación real y el el rango deseable de los parámetros para ser tested. Once el rango del parámetro es determinado los testing pueden begin. Testing se hace el más a menudo por variando un parámetro, como el hueco del cauce, a un time. En los casos raros, pueden seguirse los proyectos experimentales del tipo factoriales cuidadosamente controlados qué permite variar varias variables simultaneously. Un ejemplo de tal un proyecto experimental sería variar el hueco del cauce y longitud simultáneamente, como discutido en el Apéndice G.

El Análisis del datos

Para analizar los datos, los promedios, desviaciones cuadrática medias, y confianza los límites son calculados para cada tipo de estufa o variación. que El t-prueba es diferencie entre stoves. Finally, las regresiones se usan a determine la influencia de cualquier parámetro particular que es variado.

El testing del laboratorio extenso siguiendo, varios modelos se seleccionan para tests. cocción controlado que Los modelos escogidos, sin embargo, simplemente no deben ser aquéllos con el SC más bajo o PHU. más alto En algunos casos, éstos la actuación los índices no pueden corresponder al proceso cocción real o pueden ser desencaminando. Thus, la estufa modela el techado el rango entero de actuación se selecciona el foor que los dos controlaron pruebas cocción y pruebas del campo. Con esos resultados adicionales la utilidad del índices del laboratorio, PHU y SC, puede determinarse y puede modificarse como needed. Similarly, el laboratorio, el procedimiento él puede modificarse para corresponder bien a la cocina real. El PHU y SC parecen ser los indicadores del laboratorio bastante fiables de la actuación del campo de un woodstove (5,6).

MESA 1

Los ensayos de laboratorio de de Woodstoves

PHU PHU PHU PHU #de

La estufa la OLLA de 1 OLLA de 2 OLLA 3 Total las Pruebas de

Las Estufas tradicionales (una olla):

Tres Piedra Fire 17.0 17.0 [- o +]1.0 9

Malgache" metal " 18.2 18.2 [- o +]1.3 9

Metal " " con el grate 24.7 24.7 [- o +]1.7 6

El uno-olla la Estufa Maciza con la Chimenea:

Nouna 31 16.9 16.9 [- o +]1.0 10

El dos-olla las Estufas Macizas con las Chimeneas:

AIDR 2 15.8 5.8 21.6 [- o +]1.0 10

CATRU 14.3 6.1 20.4 [- o +]5.3 8

Kaya 2 13.6 6.2 19.8 [- o +]1.9 10

Nouna 2 15.2 6.9 22.1 [- o +]1.5 10

Nouna 3/2 16.3 5.1 21.4 [- o +]1.0 10

Titao 11.2 4.2 15.4 [- o +]0.9 10

El tres-olla las Estufas Macizas con las Chimeneas:

AIDR 3 14.8 4.5 2.5 21.8 [- o +]0.8 10

Kaya 3 10.2 5.9 4.0 20.1 [- o +]1.6 10

El uno-olla la Estufa de Chimneyless Maciza:

LOUGA 19.0 19.0 N.A.

Dos Olla la Estufa de Chimneyless Maciza:

Banfora 18.8 7.9 26.7 [- o +]1.3 10

El uno-olla las Chimneyless Cauce Estufas Ligeras:

Metálico (*) 29.1 29.1 [- o +]:1.3 10

Cerámico (* *) 31.9 31.9 [- o +]2.2 10

Cerámico (* *)long encauzan 36.1 36.1 [- o +]1.9 14

El Metal aislado (*) 42.6 42.6 n.a.

Las referencias (5,7,8,9) . Note que valora aquí es los recalculated de la referencia (5) e incluye charcoal. las ollas Todo eran esféricas. (*) stove. cilindrico (* * la estufa de)spherical.

Se dan ejemplos de datos del ensayo de laboratorio en la Mesa I. En el particular, el la actuación relativamente baja del macizo y las estufas del multipot compararon a las estufas del cauce ligeras deben ser noted. Esto corresponde al el análisis teórico presentó en el Capítulo III. el preliminar Adicional datos de ensayo que muestra la influencia de hueco del cauce y de aislamiento en el la actuación de woodstoves de tipo de cauce ligero se cede (9).

Aunque no discutió aquí, la medida de emisiones de la estufa es como importante como la medida de Lectores de efficiency. se insta fuertemente a avise el Centro del Este-Oeste en Honolulu, Hawaii, para la información en los métodos de ensayo de la emisión.

LAS PRUEBAS COCCIÓN CONTROLADAS

Las pruebas cocción controladas (CCTs) es útil demostrando que el modelo las estufas son fáciles dado usar y realizar bien en la cocina real. En la suma, ellos ayudan que verifica que los ensayos de laboratorio están midiendo los parámetros pertinente a cooking. real Aunque ellos son más difíciles dirigir que los ensayos de laboratorio, ellos son un paso intermedio importante antes de la producción y se empiezan los testing del campo.

Los pasos generales por realizar las pruebas cocción controladas siguen.

1. Una comida normal, típico para el área, es las pruebas escogidas y varias son realizó para regularizar el tipo y cantidad precisamente de cada ingrediente. Standardizing las cantidades previenen la necesidad ocasional por el hervir excesivo para eliminar agua extra que podría haber sido agregó por equivocación o quizás de forma consistente por justo de los cocineros. Standardizing las cantidades también reducen los efectos de balanza que podrían sesgar los resultados de la prueba por otra parte.

Madera de se escoge asegurar que es de un tipo consistente y humedad
El volumen de , y su valor calorífico y estado higrométrico son moderados.
que los otros factores Todo, incluso las ollas, tapas, y el equipo cocción, son
regularizó a la magnitud posible. Si hay estar más de uno
cocinan, cada cocinero debe probar cada estufa el mismo número de tiempos a
eliminan cualquier posible prejuicio debido a los hábitos cocción diferentes.

2. Se graban las condiciones de la prueba, la estufa y pot(s) se describe en
detallan, las estufas se limpian de ceniza, y la madera se pesa y
que se usan las recorded. Olla tapas si hecho tan típicamente en la región. Si
usó, ellos se pesan con la olla. La comida ha preparado por cocinar.
La Comida de precisamente se pesa fuera como indicado en la muestra CCT prueban la hoja

bsex94.gif (600x600)

WORKSHEET 2
SAMPLE CONTROLLED COOKING TEST SHEET FOR MILLET PORRIDGE

Test Number _____	SAUCE: oil 100gm	
Name of Tester _____	meat 450	
Date _____	garden tomatoes 300	
Weather conditions _____	tomato paste 50	
Type of pots _____	water 2500	
Stove type _____	condiments 50	
Channel width _____	onions 70	
Channel length _____	gumbo 100	
Grate to pot height _____		
Insulation _____	PORRIDGE: water 4000	
Grate type _____	flour 1000	
Other _____	tamarin water 500	
Wood _____		
Wood calorific value _____		
Moisture content W_m _____		

Preparation:

Weight of sauce pot E_1 _____	Weight of Porridge Pot F_2 _____
Weight of oil _____	Weight of water _____
Weight of meat _____	Weight of flour _____
Weight of tomatoes _____	Weight of tamarin _____
Weight of tomato paste _____	
Weight of water _____	Total _____
Weight of condiments _____	
Weight of onions _____	
Weight of gumbo _____	

Total _____

Total weight of food and pots at start _____

Weight of wood M_{w1} _____

Start time for cooking _____

Finish time for cooking _____

Weight of sauce pot and sauce after cooking _____

Weight of Porridge pot and Porridge after cooking _____

Total weight of food and pots at end F _____

Weight of remaining wood M_{w2} _____

Weight of remaining charcoal M_c _____

REMARKS:

$$SC = \frac{\text{(equivalent dry wood burned)}}{\text{Total weight of food and pots at end } F} = \frac{(M_{w2} - M_{w1})(1 - 1.12W_m) - 1.5M_c}{F}$$

mostrado en Hoja de trabajo 2.

3. El fuego se enciende y el begun. cocción El cocinero hace la cocina en la manera usual y decide cuando la comida es done. los tiempos Cocción y que cualquier observación pertinente se graba, incluso los comentarios por el cocinero, en dificultades encontradas usando la estufa u otras observaciones como el calor excesivo, humo, o inestabilidad.

4. Se pesan el carbón de leña y la madera restante y la comida cocinada es weighed. El consumo específico es calculado por:

$$SC = [M.SUB.W] - 1.5[M.SUB.C]$$

(la Comida Total Cocinó)

dónde [M.sub.w] y [M.sub.c] es como previamente defined. Si deseó, esto también puede ser normalizó a la temperatura ambiente en cuanto al ensayo de laboratorio.

Si la madera y especie del carbón de leña, los estados higrométricos, y calorífico Los valor de son conocidos, ellos deben informarse para permitir la regularización del SC.

5. Las pruebas están por lo menos repetidas tres veces o como necesitado conseguir suficientemente las estadísticas precisas para hacer las distinciones fiables entre el las varias estufas.

El promedio, desviación cuadrática media, y márgenes de confianza son calculados para cada estufa de sus resultados de la prueba. Las Estufas de son entonces distinguidas por El uso de del t-prueba. Si un parámetro particular ha sido variado, lineal La regresión de puede hacerse entre ese parámetro (o su cuadrado, cubique, etc., si tiene una influencia no lineal) y el SC. Muchos del otro Cuatela de citados sobre para los ensayos de laboratorio también son aplicables para que cocina las pruebas y debe repasarse.

Un ejemplo de datos de CCT se muestra en Mesa 2. La economía de combustible alta del el tipo del cauce ligero el pariente de la estufa metal a ambos el tradicional las estufas y a estas estufas del multipot macizas particulares realmente está golpeando.

También es importante a la nota que aunque el laboratorio PHUs del las estufas del multipot eran significativamente superiores que eso del tradicional el fuego abierto, sus CCT alimentan las economías sólo eran marginalmente bien y a veces worse. La razón para esto es que el calor adicional recuperó por los aumentos de las ollas segundos y subsecuentes el laboratorio PHU, pero es ineficaz en realmente comida cocción porque es demasiado bajo en la temperatura y porque no puede ser fácilmente controlled. Un análisis de los datos en Mesa 2 y aquéllos para otras estufas han mostrado que la actuación de las estufas del multipot el cocinando real de comida se predicen bien por su primero la olla PHU que por su PRU total (5) . Esto apoya fuertemente el la discusión en los Capítulos III e IV acerca de la eficacia del mando pobre de estufas del multipot.

En base a los resultados del laboratorio y controló la cocina las pruebas, deben seleccionarse modelos para la producción y testing del campo. El la opción no debe hacerse solamente en su eficacia de combustible relativa, sin embargo. Instead, debe ser basado en el rango entero de factores que determine el choice. del consumidor en el futuro el cost Alto, por ejemplo, pueda ser una barrera más significativa al campesino que el urbano el morador. Los humos de una estufa de chimneyless de eficacia alta pueden estar lejanos más molestando al usuario de una estufa con una chimenea, aunque quizás un ineficaz, que para el usuario de un fuego abierto.

Cuantificando los factores subjetivos que determinan la aceptabilidad de la estufa

bsex950.gif (600x600)

WORKSHEET 3
SAMPLE STOVE SCORECARD*

Stove: Design and Description: _____
 Principle Dimensions: _____
 Critical Dimensions with Pot in Place: _____
 Material(s): _____
 Insulation: _____
 Grate: _____
 Surface Finish: _____
 Chimney: _____

Local Fuel Type/Fuel Price: _____

		<u>Points</u>															
Controlled Cooking																	
Fuel economy relative to traditional stove	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>-20%</td> <td>-10%</td> <td>0%</td> <td>+25%</td> <td>+50%</td> </tr> <tr> <td>Wasteful</td> <td></td> <td></td> <td>Efficient</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-100</td> <td>-50</td> <td>0</td> <td>50</td> <td>100</td> </tr> </table>	-20%	-10%	0%	+25%	+50%	Wasteful			Efficient		-100	-50	0	50	100	_____
-20%	-10%	0%	+25%	+50%													
Wasteful			Efficient														
-100	-50	0	50	100													
Points**																	
Laboratory Time to Boil, minutes***	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>60</td> <td>45</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Slow</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Fast</td> </tr> </table>	60	45	30	20	10	Slow				Fast	_____					
60	45	30	20	10													
Slow				Fast													
Points																	
Maximum Stove Surface Temperature, C	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>250</td> <td>200</td> <td>150</td> <td>100</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Hot</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Cool</td> </tr> </table>	250	200	150	100	50	Hot				Cool	_____					
250	200	150	100	50													
Hot				Cool													
Points																	
Smoke	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Terrible</td> <td>Excellent</td> </tr> <tr> <td>Extremely smokey</td> <td>No smoke</td> </tr> </table>	Terrible	Excellent	Extremely smokey	No smoke	_____											
Terrible	Excellent																
Extremely smokey	No smoke																
Points																	
Initial Cost, US\$	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>\$13</td> <td>\$10</td> <td>\$7</td> <td>\$4</td> <td>\$1</td> </tr> <tr> <td>Expensive</td> <td></td> <td></td> <td>Inexpensive</td> <td></td> </tr> </table>	\$13	\$10	\$7	\$4	\$1	Expensive			Inexpensive		_____					
\$13	\$10	\$7	\$4	\$1													
Expensive			Inexpensive														
Points																	
Ease of Use/Ignition/Control	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Terrible</td> <td>Excellent</td> </tr> <tr> <td>Constant Attention</td> <td>Automatic</td> </tr> </table>	Terrible	Excellent	Constant Attention	Automatic	_____											
Terrible	Excellent																
Constant Attention	Automatic																
Points																	

a través del uso de un anotador es difícil, pero puede ayudar indique el el acceptability de una estufa en el field. De importancia mayor es que el el anotador le recuerda al diseñador de la estufa que preste la atención simplemente a más de alimento la eficacia.

MESA 2

Controlled los Resultados de la Prueba Cocción para Woodstoves

El BURKINA FASO, 1983 Laboratorio Controlled la Cocina

(Mesa 1) Specific

PHU PHU #el Consumo del of #la Economía del of

La ESTUFA la Olla de 1 los Total tests gramos madera el tests de

Las Estufas tradicionales

Tres Fuego de la Piedra 17.0 17.0 9 268 [- o +]21 4 0

Las Estufas de Multipot macizas

Nouna 2 15.2 22.1 10 244 [- o +]19 5 +9

AIDR 3 14.8 21.8 10 304 [- o +]29 4 -13

Banfora 18.8 26.7 10 213 [- o +]29 6 +14

Las Estufas del Cauce ligeras

Metálico 29.1 29.1 9 161 [- o +]5 3 +40

El 1983 Total de PHU más BUENO

(Power Alto)

Las Estufas tradicionales

Malgache Metal 21.5 [- o +]1.76 6 392 [- o +]129 4 0

Las Estufas del Cauce ligeras

31.2 Metálico [- o +]4.3 14 228 [- o +]57 4 42

Las referencias: (5,6)

LAS PRUEBAS DE LA PRODUCCIÓN

Después de que se perfeccionan los prototipos de la estufa en los ensayos de laboratorio y su combustible se verifica el potencial salvador en las pruebas cocción controladas, el próximo paso es para distribuir las tales estufas a un grupo grande de familias en el campo a observe la actuación de las estufas, aceptabilidad, la vida, y otro las características en use. diario a estas alturas una prueba de la producción puede ser corra para construir las estufas necesario para las pruebas del campo así como a proporcione la valiosa información acerca de su facilidad de producción, la producción, el coste, control de calidad, y otros factores.

Una prueba de la producción simplemente se hace produciendo un número grande de norma las estufas clasificadas según tamaño tan rápidamente como posible mientras cronometrando los varios pasos, evaluando el cost de todas las entradas, observando la calidad de las estufas, producido, y determinando posibles maneras dado mejorar el proceso por lo que se refiere a el cost, calidad, rapidez, u otros factores. Adicionalmente, local técnico, directivo, y deben evaluarse habilidades de la extensión y necesidades.

El procedimiento variará, mientras dependiendo del tipo de estufa así como el used. material que las estufas Cerámicas requerirán a la preparación material extensa, amoldando en las formas normales, secado, y encendido cada uno de los cuales son pasos distintos que requieren evaluations. Described separado brevemente debajo es los pasos usados en una prueba de la producción de estufas de tipo de cauce metales.

1. La olla más popular clasifica según tamaño y las formas son determinadas a través de los estudios de los fabricantes de la olla locales, comerciantes, y casas. Las ollas hechas por diferente Se miden olla productores precisamente para determinar si ellos se regularizan. Si las ollas varían suficientemente en el tamaño para afectar la actuación significativamente cuando usó en una estufa de la dimensión nominal, puede ser necesario para vender estufas diseñadas para cada olla específica al sitio del Productor de , es decir, paquetes del estufa-olla. Por ejemplo, si el 0.3-metro comparable Las ollas de de dos productores difieren por 8 mm en el diámetro, entonces de Figure III-11, la actuación de una estufa diseño para tener un hueco del cauce de 8 El mm de (por 10 centímetro largo) con la olla más grande y un economías de combustible de aproximadamente que 43% disminuirían a un 20% economías con el pot. menor Esto es un dejan caer en las economías de combustible esperadas de encima de la mitad, una disminución significativa. Alternatively, una estufa diseñada para la olla menor sería demasiado firme y no la función con el más grande.

2. Una vez las dimensiones de la estufa óptimas son determinadas a través del laboratorio y controló las pruebas cocción, y una vez los tamaños de la estufa son escogidos basado adelante el resulta de los estudios de la olla, se preparan las plantillas en el papel y entonces transfirió a metal en plancha para proporcionar una copia permanente. (Para prevenir el La pérdida de plantilla de a través del uso él para una estufa, las barras metales pueden ser soldó por él para prevenir el balanceo él en un cilindro.) Un ejemplo de El plantilla plan para las ollas cilíndricas o esféricas se dio en el Capítulo Las IV. Dimensiones había nominal y tendrá que ser ajustado basado en los datos del laboratorio y el tamaño de la olla. Las Dimensiones de también pueden tener que ser ajustó para minimizar el coste material. por ejemplo, la altura del La plantilla de podría ajustarse para apretar una estufa adicional fuera de un La hoja normal de de metal. que La pregunta es entonces en qué la pérdida está La actuación de con la más bajo pared de la estufa contra la disminución en el material costs. Si el cost bajado se percibe para valer la pena localmente es a menudo muy duro determinar. En algunos casos el completamente psicológico Por ejemplo, son ventajoso para de guardar el precio de la estufa acabado bajo un Por ejemplo, incluso cantidad \$5.00, hará el ajuste que vale la pena en las condiciones de interés público aumentado y ventas.

3. Cuando la plantilla se ha desarrollado, se avisan los varios talleres de hojalatería y comisionado para hacer each. a varias estufas Una o dos tiendas son escogido para la prueba de la producción basada en su calidad de la construcción, precian, y otros factores deseables. Un mínimo de 50-100 estufas en cada uno de los tamaños de la olla escogidos debe pedirse de cada Producción de shop. se corre entonces a lo largo del formato general indicado en el Capítulo IV.

4. Finalmente, el proceso de la producción se analiza para determinar cómo él el poderío se mejore. Entre los factores ser evaluados están:

o El rate de la producción como una función de cada paso en el line de la producción así como el proceso total y cómo perfeccionar este rate. El El ejemplo de en la Mesa 3 muestras que recortando la forma de la estufa de hoja Metal de y entonces después la soldadura él y la olla apoyan en el lugar era por lejano los pasos más lentos en la producción process. La suma de better o la corte de metal adicional y equipo de soldadura y las gigas pueden entonces la oferta una oportunidad dado aumentar va de compras la productividad considerablemente.

o El coste de producción como una función de material, labor, electricidad, alquiler, amortización de equipo, gane, etc., y cómo a minimizan este cost. Se dan los Ejemplos de en Mesas 4-6. Como visto en Mesa 4, el cost de de accounts metal para encima de la mitad la estufa total cost. El uso de más bajo alternativas del cost como el trozo recuperado o metal de medida de encendedor pueden ofrecer una oportunidad significativa por consiguiente para reducir el coste. También debe notarse que la labor es un muy pequeño El componente de del coste total; la productividad de la tienda creciente por que compra metal bueno que corta y equipo de soldadura puede ser entonces un la consideración menos importante en este case. En el contraste, el mismo la labor grande y coste del transporte de producir las estufas macizas adelante El sitio de debe notarse en Mesa 6.

o La calidad del producto final por lo que se refiere al respeto para las dimensiones, La redondez de , acabado profesional, etc., y cómo supervisar y regulan el control de calidad.

o La posibilidad de introducir un acabado profesional para estas estufas como la pintura termorresistente, galvanoplastia, el electropolishing, o otros para mejorar la vida de la estufa, actuación, y saleability.

Las opciones podrían incluir modificando la forma de la estufa fuera de su el óptimo de la actuación termal, como ya discutió para reducir el coste material; simplificando las curvas de la plantilla cónica en el orden a aumente al máximo el rates de la producción; o sustituyendo metal recuperado o encendedor metal de peso para minimizar el coste material y/o mejorar la estufa el cost/benefit, potencial, o vida.

TABLE 3

La Producción de Times para las Estufas Metales, Burkina Faso, 1983 (*)

El Producción Paso Time (minutos)
para 8 estufas

1. estufa del Trazado de la plantilla 10
2. estufa Cortante 49
3. Bending/hammering en el cilindro 15

4. olla Cortante sujeta y la olla apoya 18
 5. Corte y/o picando grate 12
 6. que Dobra el aéreo agujerea 14
 7. Soldadura 64
 8. Pintura 30
 TOTAL 212 minutos
 La Per Estufa 26.5 minutos

(*) El plan era una sola pared, los chimneyless encauzan la estufa del tipo como descrito en el Capítulo IV; el Plan de la Plantilla: Las Estufas cilíndricas y Metal
 La Producción de la estufa.
 Las referencias (11,12). También Vea la referencia (6) para los datos similares de Níger

MESA 4

El Peso ligero de la Estufa Metal (*) el Coste de la Producción, Burkina Faso, 1983,

el coste Material por la estufa EE.UU. \$
 la hoja metal 1.41
 La olla de apoya y sujeta 0.24
 enrejan 0.19
 que suelda 0.08
 pintan 0.11
 El Subtotal de 2.03
 El costos de mano de obra de por la estufa
 (cuatro empleados) 0.14
 el coste Que opera por la estufa
 alquiló de choza 0.03
 El 0.02 de electricidad de
 transportan para comercializar 0.03
 El Subtotal de 0.08
 Total el Coste de la Producción 2.25
 ganan: el dueño 0.37
 ganan: proyecto 0.13

El precio de venta de por el proyecto 2.65

(*) El plan es como descrito en Mesa 3.

Las referencias (11,12). También Vea la referencia (6) para los datos similares de Niger

TABLE 5

El Peso ligero de Disparó la Estufa De arcilla (*) el Coste de la Producción

Burkina Faso, 1983,

EE.UU. \$

El costos de mano de obra de por la estufa (* *) 0.13

Firing 0.06

La Metal reja 0.25

Transport para comercializar 0.13

Total el coste de la producción 0.57

PROFIT 0.93

El precio de venta de 1.50

(*) El plan era una sola pared, los chimneyless encauzan la estufa del tipo como descrito en el Capítulo IV; Disparó la Producción de la Estufa De arcilla.

(* *) El coste material por la estufa es incluido bajo la labor por excavar la arcilla.

La referencia (13)

MESA 6

el Multipot Estufa Producción Coste Macizo

Burkina Faso, 1983,

el coste Material por la estufa EE.UU. \$

Bricks 1.20

Cement 2.88

La Chimenea de 1.01

Sand y arena gruesa 0.63

SUBTOTAL 5.72

El costos de mano de obra de por la estufa 8.86

El costes de transportes de al sitio 7.92

Total el coste de la producción 22.50

El Subsidio de por el proyecto 11.25

El precio de venta de por el proyecto 11.25

(*) 400 CFA - EE.UU. \$1
 Las Referencias de (11, 12)

LAS PRUEBAS DEL CAMPO

Las pruebas del campo, o la actuación de la cocina prueba, de estufas mejoradas es crítico a determinar qué bien las estufas realice en el uso real y cómo aceptable ellos son a cooks. local En diseñar las pruebas y escoger a los participantes, es importante considerar una gama amplia de datos socio-económicos y otros factores (14-16) . UNA revisión particularmente útil de energía rural los estudios y las técnicas se ceden (14) y la información adicional es cedido (15,16) los Ejemplos de . de estudios sociológicos se ceden (17,18) .

En los recientes años se ha enfocado la atención mayor en las interconexiones entre el uso de energía en las casas, agricultura del propietario de un minifundio y granja los animales, y comercio informal e industria, entre others. Cosas así inspecciona está demostrando crucial a la comprensión de la dinámica de economías rurales; se citan los estudios pertinentes en la Nota (24) .

Investigadores que examinan las emisiones de humo arriesgadas de las estufas pueden querer a incluya las preguntas médicas como la incidencia de ojo y enfermedad del pulmón, es decir, irritación del ojo, tosiendo, etc. que la información Pertinente puede obtenerse, del Centro del Este-Oeste (el Apéndice J) .

Mientras una revisión detallada de técnicas del estudio como aplicado a tradicional la energía en los países en desarrollo está lejana más allá del alcance de la presentación aquí, hay varios preguntas útiles que deben hacerse. Algunos de éstos se lista debajo:

o Que corta la madera de y how? Que producen carbón de leña y how? lo que es
 ¿ la labor y técnicas de transporte y coste para estos combustibles? Es los combustibles
 ¿ sólo llevó en backhaul que sería por otra parte el espacio de cargo vacío? Es
 esta actividad el dominio de un grupo étnico particular, la clase económica,
 ¿El sexo de , o edad? ¿ Son que estas actividades consideraron rebajando socialmente? Es
 ¿ él una actividad social? ¿ los niños coleccionan el combustible? --y hace esto

animan a las familias más grandes o privan que el niño de su education? Es
¿ el uso de estiércol consideró rebajando socialmente?

Cómo hace todos estos factores cambian con el cambio de la subsistencia
¿ forrajeando a la producción comercial y comercializando?

o Qué combustibles se usan y en qué momento durante el año--los residuos de la cosecha
¿ que sigue la cosecha, el estiércol, madera, etc.? para Qué los usos compitiendo son
los combustibles--el combustible, el forraje, el fertilizante, el construcción-material, artesanal,
usa, los heating? caloríficos, domésticos industriales Son la calidad superior
¿Los combustibles de vendieron a áreas urbanas que dejan los más bajo combustibles de calidad para el uso
rural?
¿ madera Es verde o completamente secado al aire antes del uso?

¿o Dónde es el combustible tomado de? Quién posee la tierra--el gobierno, adinerado,
¿El ausente propietario, el campesino, la comunidad? Que recoge el combustible de esto
Los land? de Son permite el required? Cómo es ellos el obtained? lo que es el
que compite los usos para esa tierra--árboles o cosechas de combustible, la comida siega,
Los fodder? de Son árboles matados cuando el combustible se toma o es sólo ramas
¿ recortó? ¿Se reemplazan los árboles?

o lo que es la historia de la región--las tendencias en su población
La densidad de y distribución, técnicas de cultivo e intensidad, el bosque,
La densidad de , construyendo de caminos, el desarrollo de madera segar la mies comercial,
El etc de . ? lo que es la naturaleza de la comunidad local--su tamaño,
¿Las fuentes de ingresos de , el rate de crecimiento?

En realizar los estudios unos prejuicios potenciales también debe tenerse presente.
Éstos incluyen:

o las percepciones Culturales de tiempo, las distancias, y otros factores pueden variar
dramáticamente. La observación directa se necesita.

o Field la investigación debe incluir todas las estaciones--no sólo la estación seca,
ni simplemente la " estación académica " .

los o Respondedores exageran a menudo su situación personal o dicen eso que ellos

piensan que el entrevistador quiere oír. para evitar esto, cuestiona de
enfocan en las acciones pasadas específicas, por ejemplo, lo " Tiene usado un tipo en la vida
EL X WOODSTOVE?." Alternativamente, podrían proponerse las preguntas en un negativo
o la manera principal para compensar la tendencia de un respondedor a contestar afirmativamente.
Si o no esto es útil dependerá fuertemente adelante el
la cultura local. Negativas o preguntas que insinúan la respuesta deben usarse con grande
cuidado para impedirles introducir un prejuicio en su propio derecho.

o que Algunas preguntas deben salirse abiertas para que el respondedor pueda
proporcionar alguna dirección o no proporcionar inicialmente tipos de información
se anticipó. Otherwise los resultados tenderán a reflejar el preconcebido
Las nociones de de la persona que le escribe al questionnaire. Como un ejemplo,
que uno podría preguntar a una pregunta abierta como " lo que hizo su casa
¿A les gusta (detesta) sobre la estufa "?

las o Personas cerca de los caminos rurales, el más más frecuentemente visitó, tienda a ser
más adinerado, más experimentado, y más integrado en el mercado
La economía de que aquéllos con menos acceso a los caminos.

o los informadores importantes son las personas raras y a menudo no representan la norma.

las o Personas que informan a menudo en la conducta social citan el ideal y no el
La norma de . Sus comentarios son útiles pero deben verificarse independientemente.

Dado estas preguntas generales y consideraciones, lo siguiente es
las propuestas específicas por determinar la aceptabilidad y actuación de
stoves. mejorado las variaciones Innumerables de éstos son posibles y deben ser
desarrollado para responder bien a conditions. local Para cualquier estudio
el método, sin embargo, una prueba preliminar debe correrse para determinar si es un
el acercamiento eficaz antes de empezar un esfuerzo máximo.

Las familias involucradas no deben, bajo la mayoría de las condiciones, se dé el
la estufa libre del cargo en una base permanente como esto torcerá potencial
los compradores para esperar por los próximos giveaways. Instead, para la aceptabilidad y
el consumo de madera inspecciona, las estufas pueden distribuirse en una base del ensayo,
al final de que o las compras usuarias la estufa a un ligeramente reducido
la consonante del rate con el grado a que ellos se rompieron durante el

inspeccione, o ellos devuelvan la estufa y se son a su vez pagado su
preocupe también ayudando durante el survey. Esto indica un poco el
valore ellos ponen en el stoves. mejorado Para familias que no compran el
la estufa debe haber una continuación después unos días para observar cómo ellos son
adaptando a la estufa tradicional.

Finalmente, al generalmente dirigir los estudios, es importante ser favorablemente
sospechoso de cualquiera y todo el data. la comprobación Frecuente, independiente de
los resultados variando las preguntas y la técnica del estudio es un importante
el componente de un programa del campo.

Los Boletín del FMI de aceptabilidad

Los estudios de aceptabilidad normalmente consisten de:

o UN fondo el estudio sociológico, económico, y cultural con las preguntas

bsexws70.gif (600x600)

WORKSHEET 4
Initial Stove/Family Evaluation
(West Africa Example)

Date _____
 Name of Interviewer _____
 Name of Family _____
 Address/Location _____
 Region/Town/Section _____
 Ethnic group _____
 Religion _____
 (Family income -- ask only if culturally acceptable) _____
 Occupation _____
 Number of wives _____
 Activities of wives _____
 (collecting wood or water, field work, preparing meals, etc.)
 Income earning activities of the women of the household _____

Is the home rented or owned? _____ rent per month _____
 Number of children living _____ Number 0-14 years _____
 Number of women over 14 years of age _____
 Number of men between 14 and 59 years _____
 Number of men over 59 years _____
 Who prepares the family's meals -- child, parent, maid? _____
 Are meals eaten together? Women and children separate? _____
 What type of stove(s) does one use? _____
 Frequency of usage _____ Cost _____ Age _____
 Frequency of maintenance _____
 Are lids used on the pots? _____
 How is the fire controlled? _____
 What is done with the charcoal and still-burning embers after cooking is completed? _____

Draw the stove and list all relevant dimensions, construction materials and the physical condition of each part. Does it appear heavily used?

como aquéllos indicados en Hoja de trabajo 4, 5, y 7.

o Distribution de estufas (produjo en una prueba de la producción) en una base del ensayo a quizás 100 familias para un tres - al periodo del seis-mes, o más mucho tiempo;

o Visits todas las semanas o dos determinar la condición y estado del
Las estufas de y qué usuarios de dificultades de las estufas have. Typical

bsexws50.gif (600x600)

WORKSHEET 5
WEEKLY SURVEY/FINAL FOLLOWUP
(West Africa Example)

Date: _____
Name of Interviewer: _____
Name and Surname of Head of Household: _____

OBSERVABLES (to be observed directly by the interviewer):

(Specify the following for both old and new stoves)
Is the stove in use or has it been in use recently? _____
What fuel is being used, size, etc.? _____
What pots are in use? _____
What is the physical condition of the stove? _____
Are the airholes blocked with sand, ashes? _____
Where is the stove being used (inside, outside, etc.)? _____

QUESTIONS (to be asked of the family):

When was the stove last used? _____
Which of these problems have you had or noticed when compared to the use of other stoves?

Burns the cook? _____	Does not give light to cook _____
Blackens pots? _____	by? _____ and _____
Unstable for stirring? _____	Is a kerosene lamp then used? _____
Burns the food? _____	Goes out easily? _____
Gives too much smoke? _____	Cracks easily? _____
Heats slowly? _____	Too expensive? _____
Hard to light? _____	Looks ugly? _____
Uses too much wood? _____	Too fragile? _____
Does not leave charcoal for tea or _____	Melts in rain? _____
or ironing, etc.? _____	Does not heat kitchen in _____
Too hot to be near? _____	winter? _____
Hard to keep clean? _____	Does not give enough smoke to _____
Does not fit pot? _____	repel mosquitoes, etc.? _____

REMARKS:

Note: All these questions could also be rephrased in a positive sense-- as advantages of the improved stove compared to traditional ones. This might best be done in the final followup to reduce biasing the results.

Se dan las preguntas de en las Hoja de trabajo 5 y 7. que es particularmente importante para notar si o no la estufa es used. de hecho Para esto, visita a horas de comer es útil; la estufa puede inspeccionarse para ver si él es caluroso o no, o si las cenizas están frescas o not. Si todavía en la duda, un El pedazo de de paja u otro material puede ponerse secretamente en la estufa a indican después si o no la estufa se usó durante el provisional. Additionally, es importante estimar la vida de las estufas por que supervisa su condición encima de un periodo largo.

o UNA último encuesta, como aquéllos en las Hoja de trabajo 5 y 7, determinar, la contestación usuaria general a la estufa y why. Con el cuidado, el Pueden proponerse las preguntas de un llevando o la manera negativa como necesario.

Madera los Boletín del FMI Económicos

Madera que los estudios económicos normalmente consisten en todos los componentes de una aceptabilidad el estudio y, adicionalmente, incluya regular (es decir, diariamente) pesando del combustible usado por una familia determinar consumo de combustible que usa ambos tradicional y mejoró las estufas. Los impactos financieros, entre otros, en un usando familiar una estufa mejorada también puede determinarse. Typically, un madera el estudio económico requerirá el uso de combustible de por lo menos 40 al monitoreo familias o como necesitado generar los resultados significantes estadísticamente.

Porque madera que los estudios económicos intentan ser cuantitativos, ellos son mucho más complicado que la aceptabilidad surveys. que varios errores son posible eso reduce la utilidad del data. que los errores Típicos incluyen lo siguiente: La pérdida de combustible prestando o transándolo a los vecinos o llevándolo a cabo en otra parte para otros usos (tal inesperado y diverso los usos podrían incluir pegando las cabras para manejarlos fuera del jardín). El la suma de combustible del unweighed a la cocina pile. El dando familiar el la misma contestación cada día sin tener en cuenta la situación real (por ejemplo diciendo el número de las personas que comen a una comida es el mismo cuando es conocido para variar) . Las estaciones que cambian durante el curso de testing (por ejemplo, el estación de la calefacción en invierno o el principio de la estación lluvioso o acabando), o fiestas religiosas que toman place. El ser familiar adinerado y no preocupándose por reducir a consumo de madera o las familias compararon al ser de notablemente niveles económicos diferentes. Simplemente el acto de pesar el

el periódico de madera puede sensibilizar al usuario y puede tender a causar la cantidad usada a la disminución (19) . En la suma, en muchos casos la familia no usará el parte de la estufa mejorada o todo el tiempo, dando una economía de madera que es un el fragmento correspondiente de la verdadera capacidad de la estufa.

Varios acercamientos diferentes son posibles que reduce estos problemas. Para todos generalmente inspeccionan, un esfuerzo se hace probar a la misma familia con ambos el tradicional y la estufa mejorada, instruir a las familias cuidadosamente, en la importancia de usar la madera pesada por sólo cocinar y a sólo cocine con wood. Additionally pesado, las familias son escogidas que es bastante homogéneo en el nivel económico, clasifique según tamaño, situación viviente, etc., El más allá que es lo siguiente las opciones, entre otros,:

o que El verificador puede permanecer con la misma familia por el día observar entero todo el combustible usa y modaleses de uso. como que La estufa probada puede variarse desired. el Tal mando rígido elimina muchos de los problemas listados sobre, pero es un método sumamente tedioso de recoger muy pocos datos. que Tal un esfuerzo se recomienda una vez o dos veces en cualquier estudio, pero también es caro y tiempo que consume para los estudios de gran potencia.

o Para la misma familia, el verificador puede pesar el combustible en una comida por la base de la comida. En algunas regiones dónde se recoge el combustible antes de cada comida, esto es inevitable. Esto es un poco menos tedioso que el método sobre y que todavía permite al mando bastante bueno encima de los dos el combustible y uso de la estufa. La estufa probada puede variarse como deseado. Pueden cambiarse las estufas (es decir, estufa tradicional a la estufa mejorada y atrás) en un por semana o un la base diaria. el canje de valores Frecuente de estufas (es decir, diariamente, o la comida igual por la comida [20]), sin embargo, puede romper un household. en serio En las áreas dónde la comida extra ha preparado para invitados que pueden venir después, datos de diariamente o la comida por comida que cambia de estufas también puede sesgarse por el suman de sobrantes. Finally, con cualquier estufa hay un cierto el tiempo de aprendizaje natural antes de que el uso óptimo sea el Canje de valores de achieved. Las estufas de demasiado frecuentemente tenderán a reducir el uso debajo del óptimo.

o Las estufas pueden encenderse de un lado a otro con la misma familia un la base semanal. Se proporcionan unos días a una semana entre los pesos a dan el tiempo usuario para reajustar a cada tipo de stove. Este procedimiento

se lista en Mesa 7.

De estos métodos, encendiendo las estufas de un lado a otro con la misma familia una base semanal es preferred. que Tal un procedimiento es particularmente valioso porque elimina prejuicios potenciales creados comparando diferente las familias. Additionally, compensa para las reducciones automáticas en el consumo sin tener en cuenta la estufa como el usuario de la estufa se sensibiliza a el uso de madera diario por el acto de weighing. diario La dificultad mayor es asegurando que una estufa particular y sólo esa estufa se usa durante su la semana apropiada.

Si hay dificultad consiguiendo que una familia cambiara de un lado a otro entre las estufas, otras familias pueden servir como un grupo del mando para aquéllos recibiendo la estufa mejorada. Estos datos pueden usarse para substraer entonces el el efecto del acto de medirse en consumo de combustible o los efectos de cambio estacional, etc. En este caso el procedimiento podría ser así desplegado en Mesa 8.

Cualquier la metodología precisa escogida, los pasos en el proceso son entonces a:

o Interview las familias que pueden participar para obtener los datos no prioritario como

bsexws40.gif (600x600)

WORKSHEET 4
Initial Stove/Family Evaluation
(West Africa Example)

Date _____

Name of Interviewer _____

Name of Family _____

Address/Location _____

Region/Town/Section _____

Ethnic group _____

Religion _____

(Family income -- ask only if culturally acceptable) _____

Occupation _____

Number of wives _____

Activities of wives _____
(collecting wood or water, field work, preparing meals, etc.)

Income earning activities of the women of the household _____

Is the home rented or owned? _____ rent per month _____

Number of children living _____ Number 0-14 years _____

Number of women over 14 years of age _____

Number of men between 14 and 59 years _____

Number of men over 59 years _____

Who prepares the family's meals -- child, parent, maid? _____

Are meals eaten together? Women and children separate? _____

What type of stove(s) does one use? _____

Frequency of usage _____ Cost _____ Age _____

Frequency of maintenance _____

Are lids used on the pots? _____

How is the fire controlled? _____

What is done with the charcoal and still-burning embers after cooking is completed? _____

Draw the stove and list all relevant dimensions, construction materials and the physical condition of each part. Does it appear heavily used?

mostrado en Hoja de trabajo 4. Deben escogerse las Familias de para ser como homogéneo como posible--el ingreso similar el tamaño nivelado, familiar, etc.,

o Weigh la madera participando las casas en una base diaria como en

bsexws6.gif (600x600)

WORKSHEET 6
DAILY WEIGHING

Date _____ Name of Tester _____

Name and location of family _____

How many people ate?	Lunch	Dinner	Breakfast
Children 0-14 years	_____ ×0.5=_____	_____ ×0.5=_____	_____ ×0.5=_____
Women over 14 years	_____ ×0.8=_____	_____ ×0.8=_____	_____ ×0.8=_____
Men 15 to 59 years	_____ ×1.0=_____	_____ ×1.0=_____	_____ ×1.0=_____
Men over 59 years	_____ ×0.8=_____	_____ ×0.8=_____	_____ ×0.8=_____
Total	_____	_____	_____
Total for three meals			T₃ = _____

What stove was used to prepare each part of each meal? _____

Were there any problems in particular yesterday (wind, wet wood, a pot spilled, the fire was hard to keep going, etc.). _____

	Weight	Price or time to collect	Size
Wood remaining from yesterday's weighing, W _r	_____	_____	_____
Other fuels remaining from yesterday , F _r	_____	_____	_____
Type (kerosene, charcoal, ag. wastes, dung)?	_____	_____	_____
Wood added today	W _a	_____	_____
Other fuels added today (by type)	F _a	_____	_____
Wood total today	W _r +W _a	_____	_____
Other fuels total today	F _r +F _a	_____	_____
Wood total yesterday	W _y	_____	_____
Other fuels total yesterday	F _y	_____	_____
Total wood used in past 24 hours	W _y -W _r	_____	_____
Other fuels used in past 24 hours	F _y -F _r	_____	_____

Specific Daily Consumption $SDC = [(W_y - W_r) + (F_y - F_r)] / T_3$ _____

Was wood used for any purpose other than cooking for the household on the tested stove? (Used with other stoves? Loaned to neighbors? Used on the stove to cook food for the market? etc.) _____

(It should be stressed to the family that although it is preferable not to use the wood with any other stove or for any other purpose, this is sometimes unavoidable and when that happens, it is vital to tell the tester.

REMARKS:

Hoja de trabajo 6. que El verificador debe llegar a aproximadamente el mismo momento cada uno Mañana de en una casa particular, pese la cantidad de combustible salida del Dia de antes de, y pesa la cantidad de combustible ser agregado a la cocina amontonan durante ese día. Es útil si el " montón de la cocina " es ningún más de dos veces el consumo de combustible diario. El combustible en el montón de la cocina debe no se use para cualquier propósito de otra manera que cocinar en esa cocina con el Estufa de que se evalúa. Si se usa con una variedad de estufas, entonces, los números finales serán algún promedio de la actuación del que las varias estufas usaron. El número de las personas que comen a cada comida el el día anterior es determinado y de este el número de equivalentes adultos es la Hoja de trabajo 6 usando calculada. Otras preguntas pueden hacerse como deseó como indicado al final de Hoja de trabajo 6.

o Follow (el uso de combustible diario) la recolección de datos con las encuestas sumarias como bsexws50.gif (600x600)

WORKSHEET 5
WEEKLY SURVEY/FINAL FOLLOWUP
(West Africa Example)

Date: _____
Name of Interviewer: _____
Name and Surname of Head of Household: _____

OBSERVABLES (to be observed directly by the interviewer):

(Specify the following for both old and new stoves)
Is the stove in use or has it been in use recently? _____
What fuel is being used, size, etc.? _____
What pots are in use? _____
What is the physical condition of the stove? _____
Are the airholes blocked with sand, ashes? _____
Where is the stove being used (inside, outside, etc.)? _____

QUESTIONS (to be asked of the family):

When was the stove last used? _____
Which of these problems have you had or noticed when compared to the use of other stoves?

Burns the cook? _____	Does not give light to cook _____
Blackens pots? _____	by? _____ and _____
Unstable for stirring? _____	Is a kerosene lamp then used? _____
Burns the food? _____	Goes out easily? _____
Gives too much smoke? _____	Cracks easily? _____
Heats slowly? _____	Too expensive? _____
Hard to light? _____	Looks ugly? _____
Uses too much wood? _____	Too fragile? _____
Does not leave charcoal for tea or _____	Melts in rain? _____
or ironing, etc.? _____	Does not heat kitchen in _____
Too hot to be near? _____	winter? _____
Hard to keep clean? _____	Does not give enough smoke to _____
Does not fit pot? _____	repel mosquitoes, etc.? _____

REMARKS:

Note: All these questions could also be rephrased in a positive sense-- as advantages of the improved stove compared to traditional ones. This might best be done in the final followup to reduce biasing the results.

ilustró en Hoja de trabajo 5. Los Resultados de deben compartirse con cada familiar al final de los testing y familias debe ser thanked. Último disposición de las estufas--vendió a un precio reducido a la familia o volvió--debe hacerse y debe clasificarse.

Varios muestra biomasa estufa estudio formas y preguntas son incluidas debajo de. En muchos casos también puede ser útil dirigir los estudios del el combustible y productores del carbón de leña y vendedores como discutido en la referencia (21). Antes de empezar un estudio máximo, cada pregunta y cada estudio la forma debe ser los pretested para asegurar que es útil para esa región, y que da responses. fiable Si deseó, las encuestas pueden ser numerado para la tabulación de computación (esto no valdrá la pena excepto en el más grande de estudios).

TABLE 7

Preferred la Metodología
Estufas Alternas Usadas Por Cada Familiar Semanalmente

Time Activity/Stove

Week 1 pesos de madera Diarios con la estufa UN
Week 2 No los pesos de madera, aprendiendo a usar el B de la estufa,
Week 3 pesos de madera Diarios con el B de la estufa
Week 4 No los pesos de madera, relearning para usar la estufa UN
Week 5 pesos de madera Diarios con la estufa UN
Week 6 No los pesos de madera, relearning para usar el B de la estufa
Week 7 pesos de madera Diarios con el B de la estufa
Etc., como deseado

MESA 8

Using los Grupos del Mando Mientras las Estufas Alternas

Tiempo Period Group UN Grupo B
(el Grupo del Mando para UN)

Semana 1:

La madera diaria weighing. En la estufa actualmente En la estufa actualmente usó por el family. usó por la familia.

Semana 2:

Los the sensibilizando Proporcionan que la Familia de familiar continúa a la familia en el need con la nueva estufa usan la estufa actual. para reducir use de madera ser evaluado; y cómo hacer el it; los enseña cómo a ningún weighings. diario lo usa.

Semana 3:

La madera diaria weighing. En la nueva estufa. En la estufa actual.

Semana 4:

Sensibilizando No como el in el trabajo extenso Provide la familia semana 2 con esta familia. con la nueva estufa; teach ellos cómo a lo usan.

Semana 5:

El weighing de madera diario - - - - En la nueva estufa.

LAS PRUEBAS COMERCIALIZANDO

Las pruebas comercializando siguen la realización exitosa de pruebas del campo. comandante el componente de comercializar es la promoción y entre las posibilidades promocionales es la radio y periódico anunciando, las carteleras, los tejidos impresos y los botones, canciones y camiones legítimos; las demostraciones públicas a los centros sociales, las escuelas, centros religiosos, y otros lugares públicos; y ventas de la estufa por comisione a varios outlets. comercial UN particularmente eficaz la técnica para las demostraciones públicas es proporcionar bastante madera para completar la cocina al usar la estufa mejorada pero no bastante al usar el la estufa tradicional. Cuando las demostraciones públicas son hecho que es importante a tenga acción de estufas mejoradas disponible para la venta inmediata; por otra parte los clientes potenciales pueden volverse frustrated. En las áreas con relativamente pequeño los mercados y una estufa tradicional bien-establecida, el mercadeo rápido puede ser hecho comisionando productores de la estufa todo tradicionales y anuncio

las tomas de corriente para hacer y vender sólo la versión mejorada durante un periodo del ensayo.

Mucho del enfoque de cualquier esfuerzo del mercadeo debe ser entrenar a los usuarios cómo a seleccione la estufa buena para su purpose. Cosas así factoriza como reconocer el la importancia del hueco del cauce y cómo ancho debe ser es crucial. Adicionalmente, puede ser necesario proporcionar el control de calidad independiente de producción de la estufa, proporcionando un fácilmente y (educando al usuario) la estampa extensamente reconocible de certificación o garantía para las estufas que reúna los requisitos.

Deben enseñarse los usuarios semejantemente cómo usar la estufa correctamente. que Esto era discutido en el Capítulo III bajo el Mando el Fracaso de Efficiency. entrenar a los usuarios cómo minimizar el consumo de combustible puede reducir las economías potenciales grandemente de cualquier estufa.

Se dirigen el mejor los esfuerzos de mercadeo de inicial a áreas urbanas dónde hay ya una economía monetaria y donde alimenta el coste es highest. Once un urbano el mercado de la estufa se establece, la estufa puede extender entonces más fácilmente a las áreas rurales, manejado en parte por el prestigio de ser un moderno (urbano) la estufa. El problema general de diseminación de la estufa en las áreas rurales es, sin embargo, uno particularmente difícil (25) y el estudio muy adicional es necesitado.

Comercializando los esfuerzos también deben intentar, a la magnitud posible, para usar las avenidas existentes para diseminar el stove. mejorado el metal Tradicional artesanos o alfareros deben ser incluidos a cada paso del plan y el desarrollo deben usarse effort. Mercado vendedores para vender los mejoramos la estufa. Finally, las organizaciones del barrio existentes deben ser incluidas en el esfuerzo de la diseminación, particularmente para el entrenamiento usuario. En todos éstos los casos, la tanta responsabilidad como posible debe darse a los individuos para promover las estufas en su área.

Deben hacerse los estudios de la proporción del cost/benefit de las estufas basada en la producción y pruebas del campo y el combustible local costs. Marketing que los esfuerzos pueden señale la necesidad por los cambios en la forma de la estufa como poner un el acabado profesional (el electropolishing, electroplateando, termorresistente, la pintura) en la estufa para aumentar la apelación del consumidor, o reduciendo el cost

a través del uso de componentes más ligeros iguale la estufa a costa de disminuida la vida. Pueden probarse los acercamientos diferentes en las áreas diferentes como usar los centros sociales para las ventas en una área, tomas de corriente del commercial en otro, y los resultados comparad. En todos estos casos, un registro debe guardarse del la fecha, cliente, la dirección, el ingreso familiar, el cost de la estufa, el tamaño de la estufa, etc., para que ese followup pueden hacerse después y para proporcionar una comprensión del la dinámica de vender el stoves. por ejemplo, las ventas a los centros sociales, pueda demostrar ser a mujeres de que requieren un énfasis en la velocidad y facilidad use, mientras las ventas a las tomas de corriente comerciales frecuentemente pueden ser más a los hombres que se preocupa más por las economías financieras potenciales.

Finalmente, el lector se insta para examinar estrechamente una vez más y uso regularmente las técnicas financieras y estadísticas presentaron en los Apéndices El F y G para el análisis de datos de testing de estufa.

EL CAPÍTULO VI

EL CARBÓN DE LEÑA ALIMENTÓ SYSTEMS

En este capítulo, el plan y testing de combustible las estufas del carbón de leña eficaces y se discuten las fundiciones en general terms. No que se presentan los prototipos, sólo pautas para sus development. Carbón de leña estufas han sido el enfoque de intensa investigación, desarrollo, y esfuerzos de la diseminación en Kenya (1-5) y Thailandia (6-8) . Detailed la actuación y datos de la producción para Kenya, incluso las averías de fabricar el coste, se cede (3). En Kenya, las ventas de estufas del carbón de leña mejoradas han crecido rápidamente y han estado lejano sobre el proyecto original goals. Por medio-1985, casi 100,000 mejoraron las estufas del carbón de leña habían sido diseminadas (3) . Aquéllos que están considerando trabajando en las estufas del carbón de leña se instan para avisar KREDP o KENGO fuertemente, ITDG, E/DI, o el grupo tailandés (6) (el Apéndice J) para el plan, testing, y los datos de la diseminación.

LAS ESTUFAS DEL CARBÓN DE LEÑA

Diseñe las Consideraciones

Las estufas del carbón de leña deben ser ligeras minimizar su absorción y el almacenamiento de Planes de heat. que termalmente aíslan la cámara de combustión del tbe del resto de la estufa puede reducir más allá esto guardó el calor.

La transferencia de calor de Convective puede perfeccionarse en las estufas del carbón de leña encajando la estufa a la olla con una olla perfeccionada al hueco de cauce de pared a través de qué los gases calientes deben flow. Las medio temperaturas de combustión superiores, sin embargo, reduzca la importancia relativa de convective comparada a los radiative calientan transfer. Further, en los Kenya cauce planes se ha encontrado la reserva de los consumidores y más desarrollo y el trabajo de la diseminación tiene enfocado en aislar la cámara de combustión con la arcilla disparada durable o los forros del cement/vermiculite (4).

La transferencia de calor de Radiative es mucho más importante en las estufas del carbón de leña que en las estufas de madera debido a la combustión superior temperatures. Further, quemando, el volatiles emitido por madera requiere un volumen de la combustión grande. En contraste, porque hay pocos volatiles en el carbón de leña, el traslado del radiative, puede aumentarse al máximo poniendo la olla como cerca del fuego como posible con la preocupación pequeña sobre interferir con la combustión de volatiles.

El carbón de leña planta en un macizo, sin embargo, tenga una complicación no encontrada cuando la madera ardiente.

Los volatiles de madera queman sobre la cama de combustible y la madera tiende a quemar así de la cima down. a que el traslado de Radiative es entonces directamente de las llamas la olla. En el contraste, la cama de combustible de carbón de leña tiende a quemar del fondo y centra hacia arriba, como esto el área está con el flujo de mayor oxígeno y es los el mejor aislamos del mundo externo, logrando las temperaturas más altas para combustion. el carbón de leña Ardiente tiende a radiar el calor lejos así de la olla hacia el fondo de la estufa, y el carbón de leña al lado de la olla tiende a aislar la olla de radiative y transferencia de calor del convective.

bse1x117.gif (600x600)

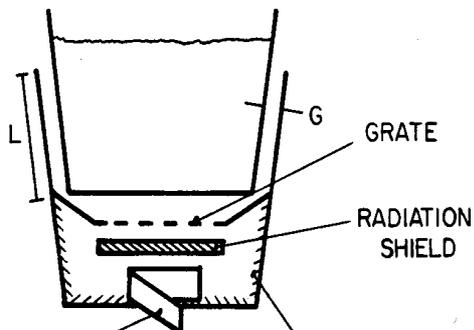
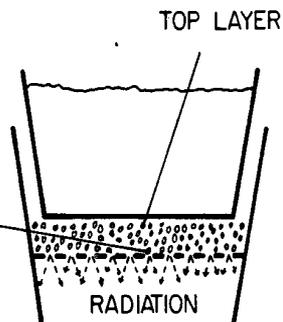
FIGURE 1: Considerations in charcoal stove design.

1a. The top layer of charcoal is in contact with and is cooled by the pot, inhibiting its combustion and then tending to insulate the pot from the charcoal burning below. Charcoal at the bottom center of the bed is best insulated and can therefore achieve the

BOTTOM LAYER

highest temperatures. Additionally it has the best oxygen flow. Thus, it tends to burn readily and to radiate heat toward the bottom of the stove, away from the pot. This effect can easily be felt by placing one's hand below the grate of a charcoal stove in operation.

1b. Among the design parameters that might improve the performance of charcoal stoves are controlled channel dimensions, L and G ; a grate sloped to center the charcoal under the pot; insulated radiation shield below the grate to reduce radiant heat loss from the grate, yet allow free flow of oxygen to and cinders from the fuel bed; and an operable door to



Esto se ilustra en Figura 1.

Reducir este efecto y permitir el gas caliente para fluir libremente a lo largo del fondo de la olla, puede ayudar a apoyar la olla ligeramente (2-3 centímetros) sobre el fondo de la estufa aislada o escudo de la radiación pueden ayudar a reducir la pérdida de la radiación hacia el fondo y lados del stove. Los forros aislantes han estado generalmente bien recibidos en Kenia (4). Se quemaron las rejillas de arcilla en particular, sin embargo, tienden a agrietarse en sólo 2-3 meses. Y debido a su aislamiento la habilidad es más difícil de encender el carbón de leña quemando el papel o paja debajo de la rejilla (4).

Finalmente, se necesitan los mandos adicionales a pesar del hecho que quemando el carbón de leña tiende a que el flujo de oxígeno a su interfaz quemando. Una puerta hermética para regular el flujo de oxígeno en la estufa es deseable. Contraste esto con estufas de madera por donde la potencia de fuego se controla el mejor quitando la madera y extinguiéndolo directamente.

Cada uno de estos factores necesitará ser probado cuidadosamente al desarrollar una estufa del carbón de leña práctica.

El laboratorio el Procedimiento de Testing

Varias metodologías de testing de laboratorio ligeramente diferentes han sido propuestas para estufas de carbón de leña de testing de las que algunas se repasan en (9). El procedimiento de testing descrito debajo es casi idéntico a eso para las estufas de woodburning en el Capítulo V. Las dos diferencias primarias son que la cantidad inicial de carbón de leña debe regularizarse y que se usan las tapas para definir bien la capacidad de poder baja de la estufa (10). Controlled cocinando y los procedimientos de testing de campo son iguales para las estufas de madera.

1. Se graban las condiciones de la prueba y la estufa y olla se describen en detalle. La estufa y la olla se limpian completamente y se secan. El

bsexws10.gif (600x600)

**WORKSHEET 1
SAMPLE LABORATORY TEST DATA SHEET FOR CHARCOAL STOVES**

Test Number _____ Date _____
 Name of tester _____ Weather _____
 Type of pot _____ Time _____
 Type of fuel _____
 Moisture content _____; Calorific value _____
 Type of stove _____
 Dimensions: pot to wall _____; channel height _____
 grate-to-pot height _____; insulation and location: _____
 grate type: _____; percentage of holes _____
 combustion chamber type _____; radiation shielding _____
 Other _____

START:

Weight of empty pot (with lid and thermometer) _____
 Weight of empty stove (or charcoal pan) _____

HIGH POWER PHASE:

Weight of pot and water (lid and thermometer) _____
 Weight of stove and charcoal _____

Time	Elapsed Time	Water Temperature	Remarks
_____	0	_____	*To start, see note.
_____	5	_____	_____
_____	10	_____	_____
_____	15	_____	_____
_____	20	_____	_____
_____	25	_____	_____
_____	30	_____	_____
_____	35	_____	_____
_____	40	_____	_____
_____	45	_____	_____
_____	50	_____	_____
_____	55	_____	_____
_____	60	_____	_____

The moment the water in the pot begins boiling vigorously, note the time and make the following measurements.

Weight of pot and water (with lid and thermometer) _____
 Weight of stove and charcoal _____

* To start, add 15 ml of kerosene to the charcoal, light, and place the pot on the stove when the kerosene goes out. The stove door should be open for maximum firepower.

El testing área debe protegerse bien del viento. <vea hoja de trabajo 1>

2. Una cantidad normal de carbón de leña, por ejemplo 0.500 kg, se pesa fuera para cada test. El estado higrométrico y el valor calorífico debe conocerse y el carbón de leña suficiente para las series enteras de pruebas debe estar disponible, todo el mismo tipo, y guardó en el mismo lugar para tener un estado higrométrico uniforme. Si posible, la estufa se pesa cuando vacío y entonces con el carbón de leña. Esto prevendrá la pérdida de carbón de leña que podría ocurrir al transferir de la estufa a la cacerola de equilibrio. Esto también reduce la ruptura del fuego.

es importante que la masa inicial de carbón de leña sea el mismo para cada uno prueban en cada estufa. Las Pruebas de han mostrado que el valor calorífico de El carbón de leña de aumenta como él se quema en una estufa - - probablemente debido al quitan de volátiles de energía bajo (9).

3. Se pesan la olla, tapa, y termómetro, y entonces una cantidad fija de El agua de se agrega, aproximadamente iguale al dos terceros la capacidad de la olla pero exactamente el mismo para cada prueba y todas las estufas, (es decir, 5.000 kg). Las tapas deben cerrar cómodamente y los termómetros deben sentarse bien sumergió en el agua.

4. Una cantidad moderada de querosén (es decir 15 ml) se agrega al carbón de leña, que el fuego se enciende, y la olla puso en sitio el momento que el querosén El propio va fuera. UN retraso poniendo la olla en la estufa permitir el disparan para establecerse bien puede causar una cantidad grande y variante de El carbón de leña de para quemar durante este periodo, aumentando el esparza del el data. Cronometrando empieza cuando la olla se pone en la estufa. que El fuego es abanicó como necesitado. La puerta queda abra a lo largo del poder alto escalonan.

5. La temperatura del agua y cualquier acción para controlar el fuego es grabó cada cinco minutos.

6. El momento que la olla viene a un hervor vigoroso, la olla con la tapa y El termómetro de y la estufa con el carbón de leña son cada uno pesado y su Los pesos de grabaron. Si la capacidad de equilibrio es insuficiente pesar el

La estufa de con el carbón de leña, el carbón de leña debe quitarse y debe pesarse alone. Esto, sin embargo, es más difícil y también rompe el fuego.

7. Tan rápidamente como posible la olla se vuelve a poner en la estufa, la puerta es cerró para la fase de poder baja, y se graban las temperaturas de nuevo cada cinco minutos. Si las bajadas de temperatura más de 5[degrees]C debajo de el punto de ebullición, las hullas deben revolverse para mejorar su quemando y/o la puerta deben abrirse un crujido para aumentar el paso de aire.

8. Más atrás treinta minutos la estufa y carbón de leña, y la olla y agua son pesó de nuevo y los valor grabaron.

En analizar los datos, tres parámetros son calculados para cada fase: el P de la potencia de fuego, el calor por ciento utilizó PHU, y el consumo específico SC.

La potencia de fuego se da por:

$[M.SUB.C][C.SUB.C]$
El P de -----(los kilovatios)
60I

donde [C.sub.c] es el valor calorífico del carbón de leña en el kJ/kg, [M.sub.c] es la cantidad de carbón de leña consumido durante esa fase de la prueba en el kg, y yo soy el el tiempo de la operación en minutos. De nuevo, debe notarse como en punto 2 del el procedimiento sobre, que el valor calorífico de aumentos del carbón de leña en quemando. Esto causa a menudo diferencias serias, por ejemplo, entre el poder alto y las fases de poder bajas del test. En este caso, el bajo la fase de poder tiene un PHU calculado que es irrazonablemente alto.

El calor por ciento utilizó que PHU es calculado por:

$4.186[W.SUB.1]([T.SUB.F]-[T.SUB.I]) + 2260([W.SUB.I]-[W.SUB.F])$
PHU ----- EL X (100%)
 $[M.SUB.C][C.SUB.C]$

donde [W.sub.i] y [W.sub.f] es al principio las masases del agua y extremo de

esa fase en el kg, $([T.sub.f] - [T.sub.i])$ es el cambio de temperatura del agua durante esa fase en $[el\ degrees]C$. El 4.186 kJ/kg constante es el calor específico de agua y el 2260 kJ/kg constante es su calor latente de vaporización.

El consumo específico se da por (11):

[M.SUB.C]
 SC -----
 [W.SUB.F]

donde [M.sub.c] y [W.sub.f] está igual que above. Para la conveniencia, el específico consumo definido aquí puede expresarse por lo que se refiere a los gramos de carbón de leña consumido por el kilogramo de agua " cocinado ".

Alternativamente, un consumo específico para que no castiga la estufa evaporando el agua pueden ser used. que Su definición usa la inicial en cambio riegue la cantidad:

[M.SUB.C]
 [SC.SUB.2] -----
 [W.SUB.I]

Finalmente, si hay una variación grande empezando las temperaturas de agua de día a día, la temperatura de agua puede normalizarse, mientras dando un SCN, como hecho en el Capítulo V.

La medida buena para la actuación de la estufa, PHU, SC, o [SC.sub.2], debe ser determinado comparando los datos del laboratorio a la cocina controlada y campo el testing data. en la actualidad, los tales datos no están generalmente disponibles.

Diseño Parámetros ser Probado

Varios parámetros diferentes que la actuación de la estufa conmovedora debe ser examinado. Entre éstos son lo siguiente.

o la olla de al hueco de cauce de pared;

- o la olla de a la longitud de cauce de pared;
- o usan y colocación de aislamiento;
- o el uso de de un fondo de la estufa aislado o escudo de la radiación debajo de la reja;
- o agujerean densidad de la reja;

- o amasan de la reja y el posible aislamiento termal de la reja de el resto de la estufa;
- o el uso de de cost bajo brama para lograr el fuego alto impulsa rápidamente;
- o la reja-a-olla altura (dejando un espacio pequeño para la corriente de aire libre entre el El carbón de leña de y la olla);
- o forman de la reja--cónico, aplaste, etc.; y

- o la inyección de de aire secundario para reducir de carbono monoxide. Tests de un la estufa de carbón de leña de african oriental ha mostrado ese aire secundario podría reducir las emisiones de CO por 25% (11).

Probe los Datos

Mesas 1-5 resumen el datos de ensayo de (9) y se presenta aquí como los ejemplos del tipo de datos que se generan por el procedimiento de testing de carbón de leña. Estos datos son particularmente útiles demostrando las diferencias entre madera y carbón de leña stoves. Additionally, estos datos ilustran los aspectos de los dos la metodología de la prueba y análisis del datos que pueden desencaminar el unwary.

Cuatro pruebas se hicieron para cada combinatorio de hueco del cauce, longitud, y el el uso de insulation. El coeficiente de variación (el G del Apéndice) era típicamente 0.1 o less. que pueden hacerse Varios comentarios sobre estos datos:

o There es un aumento dramático en el PHU entre el poder alto y bajo phases. Esto es debido a la inercia termal y un variando calorífico

valoran del carbón de leña en la estufa. La energía necesitó calentar el La estufa de durante la fase de poder alta inicial (la estufa está fría al empiezan) bajará el PHU comparó a la fase de poder posterior, baja. Further, el carbón de leña quema su más bajo volátiles de energía a la salida de el test. Using un medio valor calorífico causará entonces el calculó PHU para ser exagerado durante la fase de poder alta y subestimó durante la fase de poder baja.

o El PHU observado durante la fase de poder alta es independiente del encauzan el hueco y longitud y el uso de insulation. que Esto hace pensar en eso el factor dominante aquí es la inercia termal de la estufa.

o los aumentos Grandes en PHU ocurren durante la fase de poder baja con el uso de El aislamiento de y más mucho tiempo y narrower channels. de que Esto se espera en consideración a conductivo y transferencia de calor del convective processes. UN la regresión lineal múltiple en este datos se presenta en el Apéndice G.

Éstos que la eficacia aumenta, sin embargo, llevan puesto el efecto pequeño el global PHU porque se usa la energía pequeña durante la segunda fase.

o que El PHU total aumenta débilmente con el hueco del cauce creciente, el cauce, La longitud de , y uso de aislamiento. El resultado bastante impar que un más ancho encauzan el hueco debe dar un PHU superior es la deuda de hecho a esa estufa que quema una cantidad grande de carbón de leña durante la fase segunda y así que pesa esa fase de eficacia superior más pesadamente en el total. En otras palabras, la estufa con el hueco del cauce ancho quemó el demasiado combustible, pero el PHU no mostraron esto como una pérdida, pero como un gain. El PHU es, entonces, un indicador pobre de la eficacia de combustible de una estufa del carbón de leña.

o El consumo específico no muestra el efecto para la longitud del cauce variante o El aislamiento de ; sólo el hueco del cauce reduce el consumo, y el 3-mm abre boquete en tiene un ahorro significativo encima de las estufas con 5 - o el 8-mm abre boquete en o el la estufa del malgache tradicional.

o El SC muestra el cambio pequeño encima de [SC.sub.2] para el hueco del 3-mm pero un significativo aumentan en el consumo para el 5-mm y 8-mm gaps. que Esto indica, como hizo el PHU que, por lo que razón, el mando de paso de aire a través de

estas últimas estufas son mucho menos eficaz que para la estufa del 3-mm.
 Que es, los resultados de hueco de cauce más grandes en las potencia de fuego muy mayores y la evaporación excesiva. que Esto también indica ese SC es un más sensible miden de actuación de la estufa que [SC.sub.2] . La importancia de reabastecimiento por aire en que la actuación de poder alta y baja de estufas del carbón de leña también ha sido notó en (12) con respecto al testing de la estufa de Umeme.

MESA 1

La Carbón de leña Estufa (*) las Pruebas, Senegal 1983-84,
 la Phase de Power Alta: El resumen de PHUs

Channel la Longitud

No el Aislamiento Con el Aislamiento

Channel 5 cm 10 centímetro 15 centímetro 5 cm 10 centímetro 15 centímetro

Gap

3 mm 25.9 27.0 26.0 26.0 26.2 26.9

5 mm 25.0 23.8 25.7 24.2 25.2 24.5

8 mm 24.7 25.1 25.1 25.9 24.9 25.6

el Oeste Tradicional la Estufa de Malgache " africana ": 23.0

MESA 2

La Carbón de leña Estufa (*) las Pruebas, Senegal 1983-84,
 la Phase de Power Baja: El resumen de PHUs

Channel la Longitud

No el Aislamiento Con el Aislamiento

Channel 5 cm 10 centímetro 15 centímetro 5 cm 10 cm 15 centímetro

Gap

3 mm 41.4 36.5 62.2 57.5 68.6 78.4

5 mm 36.9 43.9 47.7 50.2 71.9 77.3

8 mm 39.1 46.1 54.3 48.8 61.7 64.9

el Oeste Tradicional la Estufa de Malgache " africana ": 24.0

TABLE 3

La Carbón de leña Estufa (*) las Pruebas, Senegal 1983-84,
Ambas Fases: El resumen de PHUs

Channel la Longitud

No el Aislamiento el With Aislamiento

Channel 5 cm 10 centímetro 15 centímetro 5 cm 10 centímetro 15 centímetro

Gap

3 mm 27.4 28.0 29.0 28.8 30.3 31.3

5 mm 27.3 26.7 28.9 29.5 32.6 31.9

8 MM 28.1 29.9 32.6 31.3 33.3 35.5

el Oeste Tradicional la Estufa de Malgache " africana ": 23.4

MESA 4

La Carbón de leña Estufa (*) las Pruebas, Senegal 1983-84,
El Resumen de de consumo específico SC (* *)

Channel la Longitud

No el Aislamiento Con el Aislamiento

Channel 5 cm 10 centímetro 15 centímetro 5 cm 10 centímetro 15 centímetro

Gap

3 mm 66.7 65.0 65.4 66.0 66.0 65.1

5 mm 79.0 76.7 72.6 84.5 76.6 77.0

8 mm 85.2 86.9 89.3 82.8 88.1 89.5

el Oeste Tradicional la Estufa de Malgache " africana ": 95.8

MESA 5

La Carbón de leña Estufa (*) las Pruebas, Senegal 1983-84,
El Resumen de de consumo específico [SC.sub.2] (* *)

Channel la Longitud

No el Aislamiento Con el Aislamiento

Channel 5 cm 10 centímetro 15 centímetro 5 cm 10 centímetro 15 centímetro

Gap

3 mm 64.7 63.2 63.0 63.7 63.1 62.1

5 mm 74.5 72.8 68.7 77.8 70.3 71.2

8 MM 79.0 79.3 79.8 75.7 78.4 78.2

El Oeste tradicional la Estufa de Malgache " africana ": 23.0

(*)Tests son basados en una estufa de carbón de leña de tipo cónica con un olla-a-pared constante el hueco del cauce; una puerta operable; una reja con una 30% densidad del agujero; y un la distancia del olla-a-reja de aproximadamente 5 cm. (* *)Calculations presentó aquí se normaliza con respecto a las temperaturas de agua de inicial (13).

Estos resultados contrastan grandemente con el caso para woodstoves. El PHU para el woodstoves fue encontrado para ser un indicador fiable de su actuación cocción en las pruebas en el Oeste Africa (14) . Further, prueba encontrado allí el la actuación de woodstoves de tipo de cauce para ser muy dependiente adelante el encauce las dimensiones y el uso de aislamiento, como discutido en el Capítulo III (15). Estas diferencias entre la estufa del carbón de leña y actuación del woodstove es principalmente debido a las diferencias en las características de la combustión de estos fuels. En el particular, la transferencia de calor en las estufas del carbón de leña es debida principalmente a la radiación; la transmisión es predominante en el woodstoves. Control de una estufa del carbón de leña una función del airtightness de la puerta es y otros factores dentro de la propia estufa, mientras se controlan los woodstoves simplemente quitando la madera.

LOS HORNOS DE TEMPERATURA ALTOS

Una cantidad grande de carbón de leña se usa por artesanas fabricando metal los objetos como pots. aluminio En la región de San, Malí, por ejemplo, el preliminar estima por el Malí energía solar Laboratorio (16) es 155,000 los kg de madera usaron por cocinar y otros propósitos y 31,000 kg de carbón de leña usado para el blacksmithing camelle cada year. Si la eficacia de la conversión de se asume que madera al carbón de leña es 20%, entonces 155,000 kilogramos de madera eran produzca este carbón de leña.

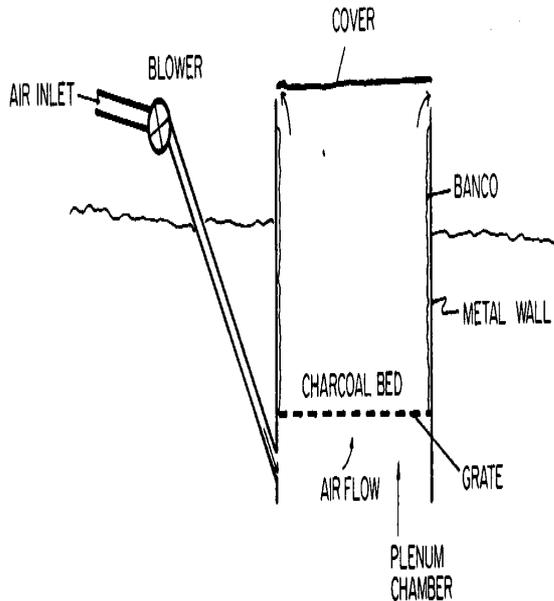
Las forjas tradicionales son flexibles y fáciles hacer y mantener pero ellos son

ineficaz. escudando contra la pérdida del calor radiante y usando el contraflujo los cambiadores de calor para recuperar el calor perdido, podrían hacerse las tales forjas mucho más eficaz.

Una fundición tradicional típica para la producción de la olla alumina consiste de un barril metal hundido en la tierra para el aislamiento y rayado en el interior

bse2x126.gif (480x480)

FIGURE 2: Traditional Foundry



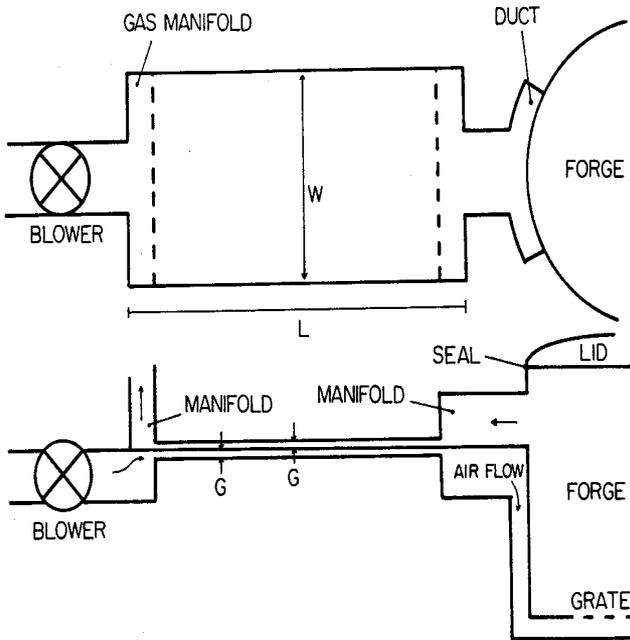
con una mezcla del banco para proteger el metal de la corrosión (Figura 2). Dejando un espacio debajo para la cámara de tranquilización (la entrada aérea y colección de la ceniza), el rebar férrico pesado se pone para actuar como un grate. La cima horizontalmente de un barril viejo se pone encima del system entero para reducir el calor radiante las pérdidas. La forja es activada por una mano pequeña manejada a soplador el aire impelente

a través de una cañería del 5-centímetro-diámetro en la cámara de tranquilización debajo de la reja y entonces en la cama del carbón de leña.

El uso de un plan del cambiador de calor aire-aire puede mejorar significativamente la eficacia de estos foundries. que Un plan del ejemplo consiste en dos

bse3x126.gif (540x540)

FIGURE 3: Improved foundry with a heat exchanger. All exterior surfaces are insulated

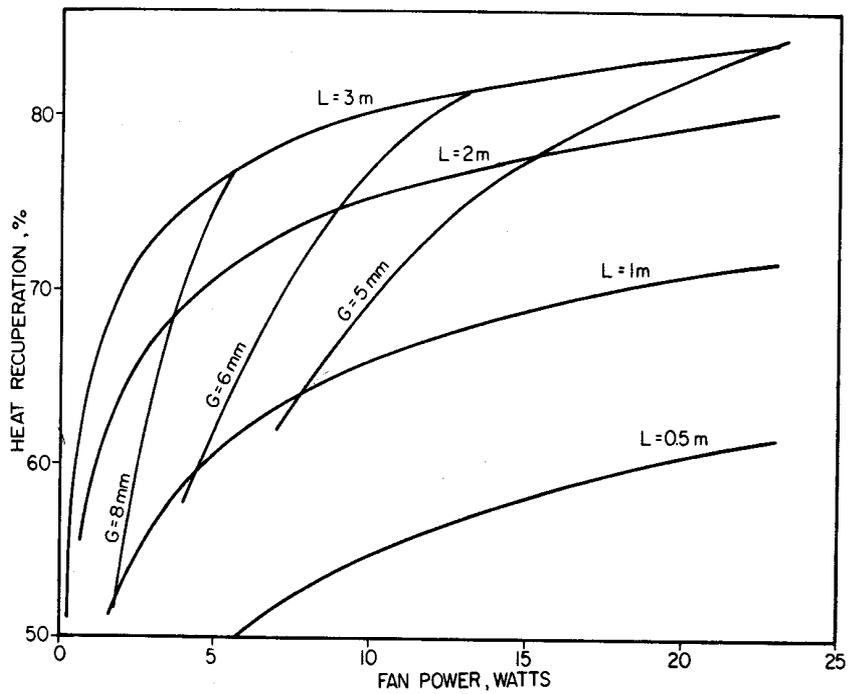


las partes dependientes (Figura 3): una tapa aislada firmemente digna para reducir

la pérdida del calor radiante y sellar la cima del horno de los aires falsos, así, obligando a los gases calientes pasar por el cambiador de calor; y un contraflujo el cambiador de calor para recuperar el calor perdido capturándolo en el entrante la combustión air. que La tapa puede hacerse de metal y lo que temperatura alta el aislamiento es available. However, la tapa y la cima del calor el permutador debe emparejarse cuidadosamente para que ellos sellen y previenen el la combustión gasea dejando el horno de desviar el cambiador de calor. El banco podría usarse para mejorar el emparejando de la tapa y la cima de el cambiador de calor en sealing. Additionally, la concesión debe constituirse la dilatación térmica del metal, partes y acceso fácil al interior para que eso infringiendo las reglas los residuos pueden ser Detalles de removed. del análisis matemático

bse4x127.gif (600x600)

FIGURE 4: Calculated efficiency versus fan power for an air-to-air counterflow heat exchanger used with a charcoal foundry.



se da en Apéndice que se muestran E y resultados en Figura 4. Como un ejemplo, un 2-metro el cambiador de calor largo con un hueco del 8-mm puede recuperar 68% potencialmente de la energía del fuego, o 6.8 KW en este caso, al cost de 3.7 W en el esfuerzo adicional necesitó operar el fan. de Que es casi un retorno 2000 a 1.

Los tales cambiadores de calor también pueden ser útiles mejorando la eficacia de los hornos, secadores de la cosecha, y otro tal devices. por ejemplo, el uso de calor los permutadores en tabaco que cura los cobertizos en Malawi redujeron el uso de combustible por 27% y el tiempo secante por 20% (17) . las referencias Adicionales en los aspectos técnicos de plan del cambiador de calor y desarrollo se lista en el Apéndice E.

EL APENDICE UN: LA CONDUCCIÓN

Para la conducción de calor en los materiales isotrópicos, no asumiendo ninguna generación de calor

bsexeq1.gif (101x528)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T \quad (1)$$

dentro del propio material, la ecuación diferencial está: <vea ecuación 1>

donde el T es la distribución de temperatura interior, la t es el tiempo, y $[\alpha] = k / [\rho] c_{\text{sub.p}}$ se llama la difusión termal dónde el kilo es el la conductibilidad térmica, $[\rho]$ es la densidad, y $[c_{\text{sub.p}}]$ es el específico el calor (1,2).

El operador [operador de Laplacian] se da en el varios systems coordinado por: <vea las ecuaciones debajo>

bsexeq2.gif (200x600)

Cartesian Coordinates:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (2)$$

Cylindrical Coordinates:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (3)$$

where $x=r\cos\theta$; $y=r\sin\theta$; $z=z$.

Spherical Coordinates:

$$\nabla^2 = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left[r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right] + \frac{1}{r^2 \sin\psi} \frac{\partial}{\partial \psi} \left[\sin\psi \frac{\partial}{\partial \psi} \right] + \frac{1}{r^2 \sin^2\psi} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \quad (4)$$

where $x=r\sin\psi\cos\phi$; $y=r\sin\psi\sin\phi$; $z=r\cos\psi$.

El Flujo de calor A través de Una Tabla Infinita

Considere un infinito (en y y direcciones de la z) la tabla con el s grueso en el la dirección del x y temperaturas [T.sub.1] y [T.sub.2] en sus dos caras. En el firme declare la ecuación de conducción de calor para este system se vuelve <vea ecuación 5>

bsexeq5.gif (84x600)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0 \quad (5)$$

bsexeq6.gif (60x600)

$$T=ax+b \quad (6)$$

Esto tiene soluciones de la forma <vea ecuación 6>

Aplicando el límite condicional <vea las ecuaciones debajo>

bsexeq7.gif (145x600)

$$\text{at } x=0; \quad T=T_1; \quad \text{at } x=s; \quad T=T_2 \quad (7)$$

gives

$$b = T_1; \quad a = \frac{T_2 - T_1}{s}; \quad \text{or} \quad T = \frac{T_2 - T_1}{s}x + T_1 \quad (8)$$

La Fourier conducción ley da <vea figura 9> <vea la figura 1 a 4>

bsexeq9.gif (84x600)

$$Q = -kA \frac{dT}{dn} \quad (9)$$

bsex130.gif (600x600)

FIGURE 1
Geometry and Parameters
For Heat Conduction
Through an Infinite Slab
with Fixed Surface
Temperatures

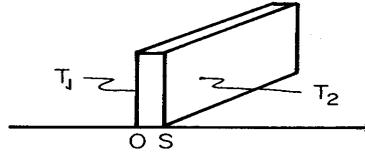


FIGURE 2
Geometry and Parameters
for Heat Conduction
Through an Infinite Slab
with Convective Heat
Transfer at the Surfaces

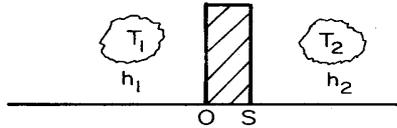


FIGURE 3
Geometry and Parameters
For Heat Conduction
Through a Cylindrical
Combustion Chamber

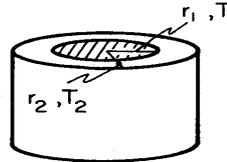
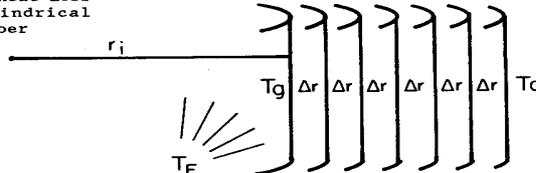


FIGURE 4
Parameters For a Finite
Difference Numerical
Calculation of Heat Loss
Through a Cylindrical
Combustion Chamber



donde n es la superficie normal. Así, en este caso <vea ecuación 10>

bsexeq10.gif (75x600)

$$Q = -kA \frac{T_2 - T_1}{s} = \frac{T_1 - T_2}{(s/kA)} \quad (10)$$

donde (el s/ka) es una resistencia termal.

Ahora considere el caso de una tabla infinita de una parte con un gas caliente y un el gas frío en el otro.

Empezando de nuevo con <vea ecuación 5>

bsexeq5a.gif (94x600)

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0 \quad (5)$$

hay soluciones de la forma <vea ecuación 6>

bsexeq6a.gif (84x600)

$$T = ax + b \quad (6)$$

Ahora el límite condiona para la transferencia de calor del convective, discutida en, El B del Apéndice, es aplicado: <vea ecuación 11>

bsexeq11.gif (84x600)

$$k \frac{dT}{dx} = h_1 (T - T_1) \Big|_{x=0} \quad ; \quad k \frac{dT}{dx} = -h_2 (T - T_2) \Big|_{x=s} \quad (11)$$

donde [h.sub.1] y [h.sub.2] es los superficie convective pérdida de calor coeficientes (el Apéndice El b) y las ecuaciones serán evaluadas al x=0 y x=s, como indicado.

La diferencia en la señal entre las dos superficies es determinada por si el flujo de calor está en la dirección de o en situación opuesta a la superficie normal.

Aplicando (el dT/dx)=a de la ecuación (6) y evaluando T-ax+b al x=0, x=s <vea la ecuación 12 y 13>

bsexeq12.gif (145x600)

$$a = \frac{-(T_1 - T_2)}{\left[\frac{k}{h_2} + s + \frac{k}{h_1} \right]} \quad (12)$$

$$b = \frac{ka + h_1 T_1}{h_1} = \frac{ka}{h_1} + T_1 \quad (13)$$

Aplicando la Fourier conducción ley <vea ecuación 14>

bsexeq14.gif (117x600)

$$q = \frac{Q}{A} = -k \frac{dT}{dx} = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{1}{h_1} + \frac{s}{k} + \frac{1}{h_2}} \quad (14)$$

donde la q es el flujo de calor. Los valor típicos para la pérdida de calor de la superficie la h del coeficiente para las diferencias de temperatura bajas todavía es 5 W/[m.sup.2][degrees]C en aire a encima de 15 W/[m.sub.2][degrees]C en un 3 m/s más moderados enrollan (3). Así para los valor de kilo de aproximadamente 1.0 W/mK y valor de [h.sub.1] y [h.sub.2] de 5 W/[m.sub.2][degrees]C, el calor de la superficie

el coeficiente de pérdida toca a un comandante, en caso negativo dominante, papel para el s del thicknesses a

a 0.50 metro y más. Sin embargo, para esta geometría, el s creciente reduce el calor la pérdida encima del rango entero de valor, las otras geometrías diferentes presentaron debajo de.

MESA 1

que la Propiedad Típica Valora a las 20[degrees]C

EL KILO DE [EL RHO] [C.SUB.P]

Material W/mk kg/[m.sup.3] J/LGK

Metales de

Las aleaciones de aluminio de 110-200 2600-2800 850-900

Los aceros de aleación de 12-70 7700-8000 450-480

AVERAGE 35

los Sólidos No metálicos

enladrillan 0.38-0.52 1760-1810 840

de arcilla 1.28 1460 880

consolidan 0.8-1.4 1900-2300 880

Madera dura de (la ceniza) 0.17-0.21 609-800 2390

La piedra arenisca de 1.6-2.1 2160-2300 710

Los Aisladores de

El cartón de 0.064----

(arrugado)

El carbón de leña de 0.05 0.3-0.5 670

algodonan 0.059 80 1300

La fibra tabla

(aislando) 0.048 237--

La lana de vidrio de 0.04 200 670

Madera de sentía 0.05 330 --

Los Líquidos de

riegan 0.597 1000 4180

Gases

airean 0.0262 1.177 1005.7

La Referencia de (1)

Dos otro informe apunta. Primero, debe notarse que, comparando

las ecuaciones (10) y (14), las resistencias termales generalmente pueden agregarse en el la manera <vea la ecuación debajo>

bsex132.gif (97x285)

$$Q = \frac{\Delta T}{\sum_1 R_1}$$

Donde $[\text{el } \Delta]T$ es la diferencia de temperatura.

Segundo, la superficie pérdida de calor coeficiente h pequeña y su extremo la sensibilidad al viento es ambos rasgos de él que son determinado por un la capa isoterma de la superficie de todavía aire con el kilo de conductibilidad térmica = .026 W/mK.

El Flujo de calor a través de las Paredes de una Cámara de la Combustión Cilíndrica

Las ecuaciones (1) y (3) dé para el régimen estacionario de un cilindro infinito: <vea ecuación 15>

bsexeq15.gif (67x600)

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} = 0 \quad (15)$$

qué tiene soluciones de la forma <vea ecuación 16>

bsexeq16.gif (84x600)

$$T = [a \ln(r)] + b \quad (16)$$

Donde ln son el logaritmo natural.

Para el interior y las temperaturas de la pared exteriores de [T.sub.1] y [T.sub.2] respectivamente, entonces <vea ecuación 17>

bsexeq17.gif (94x600)

$$\frac{T - T_2}{T_1 - T_2} = \frac{\ln(r/r_2)}{\ln(r_1/r_2)} \quad Q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{2\pi kL} \ln(r_2/r_1)} \quad (17)$$

donde la L es la longitud de la porción del cilindro considerada y el se asume que el cilindro es infinitamente largo (ninguna pérdida del extremo).

Para el caso dónde hay un gas en la temperatura [T.sub.1] dentro del cilindro y uno a [T.sub.2] fuera de, con los coeficientes de pérdida de calor de superficie de [h.sub.1] y [h.sub.2], y $T = a \ln(r) + b$ <vea la ecuación debajo>

bsexeq18.gif (145x600)

$$k \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r_1} = \frac{ka}{r_1} = h_1 \left[a \ln(r_1) + b - T_1 \right] \quad (18)$$

$$k \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r_2} = \frac{ka}{r_2} = -h_2 \left[a \ln(r_2) + b - T_2 \right]$$

con las soluciones: <vea ecuación 19>

bsexeq19.gif (200x600)

$$a = \frac{-(T_1 - T_2)}{\frac{k}{h_1 r_1} + \ln \left[\frac{r_2}{r_1} \right] + \frac{k}{h_2 r_2}} \quad b = \frac{-ka}{h_2 r_2} - a \ln(r_2) + T_2 \quad (19)$$

and $Q = -kA(dT/dr)$ gives

$$q = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{2\pi r L} = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{1}{h_1 r_1} + \frac{1}{k} \ln \left[\frac{r_2}{r_1} \right] + \frac{1}{h_2 r_2}} \left[\frac{1}{r} \right]$$

La pérdida de calor de esta cámara de combustión cilíndrica por la longitud unidad y la diferencia de temperatura se da por: <vea ecuación 21>

bsexeq21.gif (94x600)

$$\frac{Q}{2\pi L \Delta T} = \frac{1}{\frac{1}{h_1 r_1} + \frac{1}{k \ln \left[\frac{r_2}{r_1} \right]} + \frac{1}{h_2 r_2}} \quad (21)$$

Asumiendo que $[h_{\text{sub.1}}] = 15 \text{ W}/[\text{m}^{\text{sup.2}}][\text{degrees}]\text{C}$; [el metro de $r_{\text{sub.1}}]=0.1$; $[h_{\text{sub.2}}]=5 \text{ W}/[\text{m}^{\text{sup.2}}][\text{degrees}]\text{C}$; $k=1.0 \text{ W}/\text{n}[\text{degrees}]\text{C}$ entonces la ecuación (21) da los valor mostrados en Mesa 2.

Es interesante notar (Mesa 2) que la Q de pérdida de calor realmente los aumentos para $0.12 < r < 0.30$ metro y no se cae debajo de su valor a $[r_{\text{sub.2}}]=0.12$ hasta $[r_{\text{sub.2}}]$ [nearly to] 0.37 igual o un 27 centimetro la pared espesa. Sin embargo, para alcanzar este régimen estacionario condicione que requiere una tremenda cantidad de calor, un cantidad aumentando, con el espesor de la pared. Así, así desplegado en más detalle debajo de, es preferible guardar las tales paredes adelgazan.

Uno puede mirar la dependencia funcional de Q semejantemente en otros parámetros: para $[h_{\text{sub.1}}] = 15 \text{ W}/[\text{m}^{\text{sup.2}}][\text{degrees}]\text{C}$; $[r_{\text{sub.1}}] = 0.12$ metro; $[h_{\text{sub.2}}] = 5 \text{ W}/[\text{m}^{\text{sup.2}}][\text{degrees}]\text{C}$, ecuación (21) da el valor mostrados en Mesa 3.

Así, reducir la pérdida de calor significativamente por la pared, la conductibilidad, del material en la pared debe hacerse bastante bajo, es decir, kilo <[cerca de to] $0.1 \text{ W}/\text{m}[\text{degrees}]\text{C}$ igual.

MESA 2

Values Para la Ecuación (21)

LA Q DE

[R.SUB.2] -----

$2[\text{PI}]L[\text{DELTA}]T$

(EL METRO) (W/M[DEGREES]C)

0.12	.398
0.14	.411
0.16	.419
0.18	.423
0.20	.424
0.25	.420
0.30	.411
0.35	.401
0.40	.392
0.45	.382
0.50	.374
0.60	.358
0.70	.345
0.80	.334
1.00	.315

MESA 3

Values Para la Ecuación (21)

EL KILO DE LA Q DE

 2[PI]L[DELTA]T

(W/M[DEGREES]C) (W/M[DEGREES]C)

0.1	.241
0.5	.371
1.0	.398
5.0	.422
10.0	.425
50.0	.428

La Geometría esférica

Un juego similar de cálculos puede hacerse para una esfera cerrada (es decir, un la estufa maciza cerrada con un proporcionalmente la olla pequeña).

En este caso <vea ecuación 22>

bsexeq22.gif (84x600)

$$\nabla^2 T = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right] = \frac{1}{r} \frac{\partial^2 rT}{\partial r^2} = 0 \quad (22)$$

y tiene soluciones de la forma <vea la ecuación debajo>

bsex134.gif (87x317)

$$T = a + \frac{b}{r}$$

Usando el mismo limite condiciona como (11) sobre, esto da las soluciones de la forma <vea la ecuación debajo>

bsexeq23.gif (200x393)

$$a = \frac{T_1 F_2 F_3 - T_2 F_1 F_4}{F_2 F_3 - F_1 F_4} \quad (23a)$$

$$b = \frac{(T_1 - T_2) F_3 F_4}{F_1 F_4 - F_2 F_3} \quad (23b)$$

where

$$F_1 = h_1 r_1 + k \quad F_2 = h_2 r_2 - k$$

$$F_3 = h_1 r_1^2 \quad F_4 = h_2 r_2^2$$

and

$$\frac{Q}{(T_1 - T_2)} = \frac{1}{\frac{1}{4\pi r_1^2 h_1} + \frac{r_2 - r_1}{4\pi k r_1 r_2} + \frac{1}{4\pi r_2^2 h_2}} \quad (24)$$

Con [h.sub.1] = 15 W/[m.sub.2][degrees]C; [h.sub.2]=5 W/[m.sub.2][degrees]C; [el metro de r.sub.1]=0.1; el kilo = 1.0 W/m[degrees]C como los parámetros, ecuación (24) da los valor mostrados en Mesa 4.

En este caso, la pérdida de calor con aumentar el radio es más aun severo que en el caso del cilindro anteriormente. La razón es eso la pérdida de calor de la superficie está aumentando ahora a un rate de [r.sup.2] [sub.2] para la esfera comparada a un el rate de [r.sub.2] para el cilindro. Más allá, el el valor aislante de la pared <vea la ecuación debajo>

bsexeq24.gif (84x256)

$$\frac{r_2 - r_1}{4\pi k r_1 r_2}$$

sólo está aumentando muy despacio comparado al cilindro está aislando el valor: <vea la ecuación debajo>

bsex135.gif (108x150)

$$\frac{1}{2\pi kL} \ln \left[\frac{r_2}{r_1} \right]$$

Sabiendo la distribución de temperatura la energía exigieron alcanzar eso el nivel del régimen estacionario también puede calcularse.

El cambio en calor guardado en un cuerpo generalmente se da por: <vea ecuación 25>

bsexeq25.gif (84x600)

$$dE = \int \rho c_p [T(r) - T_2] dV \quad (25)$$

donde el dV es un elemento de volumen y $[T_{sub.2}]$ es la temperatura inicial del el elemento de volumen.

Para una estufa metal típica, por ejemplo, uno podría encontrar: <vea la ecuación debajo>

bsexeq26.gif (145x600)

$$dE = \rho c_p V (T_1 - T_2) = (8000 \text{ kg/m}^3 \text{ density}) \times (0.45 \times 10^3 \text{ J/kgK}) \times (0.3 \text{ m high}) \times (2\pi [0.1 \text{ m radius}] \times (0.002 \text{ m thick}) \times (300^\circ\text{C}))$$

$$\approx 400 \text{ kJ} \quad (26)$$

MESA 4

La pérdida de calor de De una Esfera
Como una Función de Radio

[R.SUB.2] LA Q DE

[T.SUB.1]-[T.SUB.2]

0.12 0.565

0.14 0.638

0.16 0.689

0.18 0.723

0.20 0.754

0.25 0.793

0.30 0.808

0.35 0.814

0.40 0.815

0.45 0.814

0.50 0.813

.....

0.70 0.804

.....

1.00 0.793

Madera tiene 18,000 kJ/kg de energía aproximadamente en él para que éste es el equivalente de 22.5 gm de madera en la energía para calentar la estufa a su condición del régimen estacionario.

En el contraste, para una estufa uno maciza cilíndrica típica podría encontrar <vea la ecuación debajo>

bsexeq27.gif (105x393)

$$dE = \int \rho c_p [a \ln(r) + b - T_2] 2\pi L r dr$$

$$= 2\pi L \rho c_p \left[\frac{a r^2}{2} \left[\ln(r) - \frac{1}{2} \right] + [b - T_2] \frac{r^2}{2} \right]$$

El metro de L=0.3 de nuevo usando; [el rho]=2000 kg/[m.sup.3]; [c.sub.p]=0.880 J/kgK; uno encuentra DE=22 MJ o el equivalente de 1.22 kg de madera en la energía.

Los Cálculos de pérdida de calor transeúntes

Los cálculos anteriores para la pérdida del golpe eran basados en el régimen estacionario condición que para las paredes macizas sólo puede lograrse más atrás varias horas de funcionamiento. El tiempo para alcanzar esta condición del régimen estacionario puede ser fácilmente estimado en la causa especial del cilindro metal dónde hay no los gradientes térmicos de significance. En este caso el aumento de temperatura de el cilindro metal puede calcularse comparando su calor específico al la ganancia de calor total--el flujo de calor en el menos el flujo de calor fuera. Así <vea la ecuación debajo>

bsexeq28.gif (94x353)

$$\rho c_p V \frac{\partial T}{\partial t} = h_1 A_1 (T_1 - T) - h_2 A_2 (T - T_2)$$

donde el V es el volumen de metal en la estufa con una densidad [el rho] y un calor específico de [c.sub.p], y [A.sub.1] y [A.sub.2] es las áreas internas y exteriores, [A.sub.1] [nearly to] [A.sub.2 igual]; [T.sub.1] y [T.sub.2] es las temperaturas de gas interiores y exteriores con los superficie convective pérdida de calor coeficientes de [h.sub.1] y [h.sub.2]. Resolviendo para el T da <vea ecuación 29>

bsexeq29.gif (67x600)

$$T = \left[\frac{h_1 T_1 + h_2 T_2}{h_1 + h_2} - T_2 \right] \left[1 - e^{-[(h_1 + h_2) A t / \rho c_p V]} \right] + T_2 \quad (29)$$

Donde e es la base para los logaritmos naturales, e=2.71828.

El tiempo característico para este system, el tiempo para él para alcanzar (1 - 1/e) de su valor del régimen estacionario, se da por el lo inverso del exponente de (29) <vea la ecuación debajo>

bsexeq30.gif (94x600)

$$t_c = \frac{\rho c_p V}{(h_1 + h_2) A} \quad (30)$$

Para las mismas estufas como en Mesa 5 con $[h_{\text{sub.2}}]=5 \text{ W/[m.sup.2][degrees]C}$; $[[\text{el rho}]_{\text{sub.massive}}]=2000 \text{ kg/[m.sub.3]}$; $[c_{\text{sub.massive}}]=0.880 \text{ J/kg[degrees]C}$; $[\text{el rho}]_{\text{sub.metal}}=8000 \text{ kg/[m.sup.3]}$; $[c_{\text{sub.metal}}]=450 \text{ J/kg[degrees]C}$.

$[t_{\text{sub.c}}] = 6 \text{ minutos la estufa metal}$
 $[t_{\text{sub.c}}] = 4.9 \text{ horas la estufa maciza}$

Ciertamente, este acercamiento no es correcto para la estufa maciza como allí es los gradientes de temperatura significantes dentro de sus paredes, pero indica el orden áspero de tiempo necesitó alcanzar el régimen estacionario en una estufa maciza. Un cálculo más general que tiene en cuenta los gradientes térmicos en las paredes de la estufa macizas se da debajo.

Las Técnicas numéricas

Considere el caso más general de pérdida de calor transeúnte ahora dónde el los gradientes de temperatura en la pared son incluidos. Volviendo, <vea la ecuación debajo>

bsex137.gif (121x600)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T \quad (1)$$

$$k \frac{dT}{dr} = h_g (T - T_g) \Big|_{r=r_1} \quad ; \quad k \frac{dT}{dr} = -h_a (T - T_a) \Big|_{r=r_2} \quad (11)$$

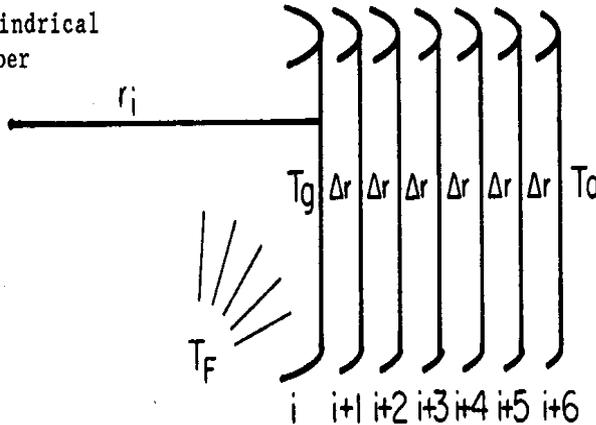
donde [T.sub.g] es la temperatura del gas caliente y [T.sub.a] es la temperatura ambiente.

Las tales ecuaciones y condiciones de límite de non-homogenous son directamente delanteras resolver usando el integral transforman las técnicas. La referencia (4) da su la solución general en varios systems coordinado diferente. Sin embargo, éstos las soluciones son las ecuaciones generalmente transcendentales y es más fácil a simplemente genere una solución numérica directamente de las ecuaciones (1) y (11).

El análisis numérico se empieza dividiendo una pared cilíndrica en pequeño las secciones concéntricas. La sección transversal de la pared se muestra en Figura 4.

bse4x130.gif (437x600)

FIGURE 4
Parameters For a Finite
Difference Numerical
Calculation of Heat Loss
Through a Cylindrical
Combustion Chamber



Ignorando el extremo efectúa, la ecuación de conducción de calor para esto cilíndricamente la geometría simétrica se vuelve <vea ecuación 31>

bsexeq31.gif (105x600)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{\alpha}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \quad (31)$$

Los procedimientos numéricos Normales (4) dé para la temperatura [el mm] al punto i (figura 4 indica cómo i es determinado) y tiempo n <vea la ecuación debajo>

bsexeq32.gif (200x600)

$$\frac{\partial T_i^n}{\partial r} = \frac{T_{i+1}^n - T_{i-1}^n}{2\Delta r} + O(\Delta r)^2 \quad (32)$$

$$\frac{\partial^2 T_i^n}{\partial r^2} = \frac{T_{i+1}^n - 2T_i^n + T_{i-1}^n}{(\Delta r)^2} + O(\Delta r)^2 \quad (33)$$

$$\frac{\partial T_i^n}{\partial t} = \frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{\Delta t} + O(\Delta t) \quad (34)$$

Donde [el omicron] () es el orden del error de truncamiento que es el resultado de terminar la expansión de la serie.

Usando éstos <vea ecuaciones 35> las ecuaciones, para los punto dentro de la pared,

bsexeq35.gif (105x600)

$$\frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{\alpha \Delta t} = \frac{T_{i+1}^n - 2T_i^n + T_{i-1}^n}{(\Delta r)^2} + \frac{1}{i \Delta r} \frac{T_{i+1}^n - T_{i-1}^n}{2 \Delta r} \quad (35)$$

donde el valor [r.sub.i] se da por el i[delta]r o, equivalentemente, <vea ecuación 36>

bsexeq36.gif (60x600)

$$T_i^{n+1} = \frac{\alpha \Delta t}{(\Delta r)^2} \left[\left[1 - \frac{1}{2i} \right] T_{i-1}^n - 2T_i^n + \left[1 + \frac{1}{2i} \right] T_{i+1}^n \right] + T_i^n \quad (36)$$

A la superficie el límite condicional, ecuación (11), es, <vea la ecuación debajo>

bsex138.gif (167x437)

$$-k \left[\frac{T_{i+1}^n - T_{i-1}^n}{2 \Delta r} \right] + h_g T_i^n = h_g T_g$$

and

$$k \left[\frac{T_{i+1}^n - T_{i-1}^n}{2 \Delta r} \right] + h_a T_i^n = h_a T_a$$

para llegar a la superficie interna, $i=[i.sub.1]$ <vea ecuación 37>

bsexeq37.gif (75x600)

$$T_i^{n+1} = \frac{\alpha \Delta t}{(\Delta r)^2} \left[\left[1 - \frac{1}{2i} \right] \left[T_{i-1}^n + \frac{2\Delta r h_s}{k} (T_g - T_i^n) \right] \cdot 2T_i^n + \left[1 + \frac{1}{2i} \right] T_{i+1}^n \right] + T_i^n \quad (37)$$

y a la superficie exterior $i-[i.sub.2]$ <vea ecuación 38>

bsexeq38.gif (75x600)

$$T_i^{n+1} = \frac{\alpha \Delta t}{(\Delta r)^2} \left[\left[1 - \frac{1}{2i} \right] T_{i-1}^n \cdot 2T_i^n + \left[1 + \frac{1}{2i} \right] \left[T_{i-1}^n + \frac{2\Delta r h_a}{k} (T_a - T_i^n) \right] \right] + T_i^n \quad (38)$$

en lugar de la ecuación (36).

Varias modificaciones simples de esto son más con precisión posibles a refleje las condiciones dentro de una estufa.

Primero, a ambas las superficies internas y exteriores la transferencia de calor del convective pueden modificarse las condiciones del límite para incluir el traslado del calor radiante. La ecuación modificando LENGUAJE C-12, esto puede escribirse como <vea ecuación 39a>

bsexeq39.gif (75x600)

$$h_g \rightarrow h_g + \sigma A_f F_{fw} \left[\frac{\beta T_f^4 + T_p^4 - 2T_i^4}{T_g - T_i} \right] \quad (39a)$$

donde i=[i.sub.1], es decir, i es la superficie interna; y <vea la ecuación debajo>

bsexeq40.gif (84x437)

$$h_a \rightarrow h_a + \sigma \epsilon_w A \left[\frac{T_i^4 - T_A^4}{T_i - T_A} \right]$$

para i=[i.sub.2], la pared exterior. En estas ecuaciones, [la sigma] es el Stefan-Boltzmann constante, UN es el área del fondo de la olla y firebed, y [F.sub.fw] es la vista factorice entre el firebed y la pared de la cámara de combustión. El factor [la beta] reduce el tamaño eficaz del fuego como él generalmente no cubra el el firebed entero pero más normalmente sólo el centro medio diámetro. [T.sub.f] es el temperatura a que el firebed radia y [T.sub.p] es la temperatura de la olla. En la segunda ecuación, [[el epsilon] .sub.w] es el emissivity y UN es el área del la pared. El emissivity está extrañando en la primera ecuación porque es asumido igual a 1. Esto es razonable como el interior se teñirá de negro y más allá esta asunción evita las complicaciones de reflexiones múltiples en las superficies interiores. El F de factor de vista está extrañando por el segundo la ecuación porque es igual a 1.0--la estufa está radiando uniformemente fuera a la lata. Finalmente, debe notarse que las temperaturas y las pérdidas de calor predijeron por este programa es para la cámara de combustión sólo y sólo para un solo poder de la estufa--normalmente alto. Para predecir el los valor para una estufa entera el área exterior y el área del interior expuso a los gases calientes deben aumentarse apropiadamente mientras guardando el interior el área expuso al calor radiante del fuego el mismo.

El segundo accounts de la modificación para la pérdida de calor creciente del la superficie exterior como él calienta la deuda a la transferencia de calor del convective creciente. Los levantamientos de aire calurosos. El más caliente la pared exterior el más caliente el el aire del ambiente adyacente y el más rápido sube, mientras aumentando el convective la transferencia de calor a él más aun. Las correlaciones para este factor, la transmisión natural por un plato vertical acalorado o cilindro, se da en la mayoría básico los textos y se lista en el Apéndice B. La forma usó aquí para el exterior el coeficiente de transferencia de calor de convective es de la referencia (5): <vea la ecuación debajo>

bsex139.gif (108x393)

$$h = 1.42 \left[\frac{T_i - T_a}{L} \right]^{0.25} \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

donde $i=[i.\text{sub}.2]$, y la L es la altura del plato, o en este caso, la combustión la cámara.

La actuación de la estufa metal desnuda, en particular, se afectará por este coeficiente de la transferencia de calor exterior inconstante debido a su generalmente superior las temperaturas. Semejantemente, la actuación de la estufa metal desnuda se afectará más fuertemente por el viento que legue la actuación de el metal aislado, arcilla disparada, o las estufas concretas. Sin embargo, cuando cocinar es casi siempre hecho en las situaciones protegidas no se espera que esto sea un la consideración importante.

Reducir la pérdida de calor de la pared metal desnuda, las geometrías de la pared dobles, con un espacio aéreo muerto puede ser considerado. Para este caso las mismas ecuaciones como anteriormente solicite cada pared separadamente, pero las condiciones del límite entre las dos paredes debe modificarse. En el particular, el calor eficaz

transfiera el coeficiente por un espacio aéreo muerto se da empíricamente por la referencia (5). <vea ecuación 41>

bsexeq41.gif (117x600)

$$h = 3.936 \cdot 10^{0.89} (\text{CH})^{-0.111} \left[\frac{(T_1 - T_2)^{0.25}}{(T_1 + T_2)^{0.317}} \right] \text{ W/mK} \quad (41)$$

donde [el delta] es el espacio entre las dos paredes, CH es la cámara de combustión la altura, y [T.sub.1] y [T.sub.2] es las temperaturas de la superficie del dos paramento las paredes.

Alternativamente, pueden usarse los insulants ligeros. De nuevo las ecuaciones anteriores se usa dos veces, primero para calcular la conducción de calor a través del primero la pared, entonces a través del aislamiento. En este caso, el límite condicione entre las paredes y el insulant se da poniendo su paramento las superficies a la misma temperatura (quitando el radiative y convective las condiciones de la transferencia de calor), y poniendo su calor funde igual a la superficie entre las dos paredes; <vea ecuación 42>

bsexeq42.gif (94x600)

$$k_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} = k_2 \frac{\partial T_2}{\partial x} \quad (42)$$

donde $[k.sub.1]$, $[T.sub.1]$ y $[k.sub.2]$, $[T.sub.2]$ es las conductibilidades térmica y temperaturas de la pared e insulant al punto de contacto.

Los programas de computadora en Microsoft básico para el Apple Macintosh se lista debajo de junto con una mesa (Mesa 5) de los parámetros usados. El rendimiento es

bsextab5.gif (600x600)

TABLE 5
Parameters Used In Combustion Chamber Heat Loss Calculation

	Mud or Concrete	Fired Clay	Single Metal	Double Metal Wall		Insulated Metal	
				Inner	Outer	Metal	Insulation
Combustion Chamber							
Dimensions							
inner radius, m	.15	.15	.15	.15	.17	.15	.152
outer radius, m	.17-.27	.17	.152	.152	.172	.152	.153-.17
height*, m	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15
Inner Surface Convective							
Heat Transfer Coefficient, W/m ² K	10	10	10	10	eqn. (40)	10	--
Emissivity							
inner surface	1.0	1.0	1.0	1.0	.1-.9	1.0	--
outer surface	.93	.93	0.6	.1-.9	.1-.9	--	0.1
Specific Heat, J/kgK	880	840	475	475	475	475	670
Density, kg/m ³	2000	1800	7800	7800	7800	7800	200
Conductivity, W/mK	1.2	0.45	40	40	40	40	0.05
Temperature, K							
ambient	300	300	300	--	300	--	300
combustion gas	700	700	700	700	--	700	--
fire (radiant)	1000	1000	1000	1000	--	1000	--
Time Increment							
seconds	30	7.5	0.04	0.04	0.04	0.04	2
Number of Nodes							
Within Wall	10	8	2	2	2	2	4

*note that end effects are ignored in this calculation

presentado en las figuras en el texto, capítulo III, y discutió allí. En la suma, a los gráficos de rendimiento de computación presentados en el Capítulo III, otros datos de interés que se ha generado por esta rutina numérica incluya: La pérdida de la pared integrada como una función de tiempo; La pérdida de la pared como una función de niveles diferentes de convective de la pared interior o radiative las cargas de calor; y traslado radiante de la pared a la olla (el LENGUAJE C del Apéndice).

La rutina numérica discutida sobre es estable (4) si <vea ecuación 43>

bsexeq43.gif (84x600)

$$\frac{\alpha \Delta t}{(\Delta r)^2} \leq 0.5 \quad (43)$$

La rutina numérica también fue probada para asegurar que convergió para exigir el sostener-estado las soluciones analíticas e hizo tan independientemente del tamaño de el paso de tiempo, la t, o tamaño del nodo, r. La convergencia era excelente en todos los casos probado. El inconveniente primario de esta rutina numérica, sin embargo, era el los pasos de tiempo muy pequeños necesario cuando [el alfa] era grande--como para metal las estufas. Esto llevado para ejecutar tiempos de varias horas en cosas así embala. Entre el los métodos disponible por acelerar este cálculo en los tales casos están usando " compilado " en lugar de " interpretó el elemento esencial " y por el optimisation cuidadoso de el propio código de computación. Estas tareas se dejan a la lectora interesada.

LOS PROGRAMAS DE COMPUTADORA PARA LA PÉRDIDA DE PARED DE CÁMARA DE COMBUSTIÓN

Programa 1:

```
1 REM ESTE PROGRAMA CALCULA LA PÉRDIDA DE CALOR DE UNA SOLA PARED LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN CILÍNDRICA
5 CLES: EL PITIDO
```

7 CLARO

50 LPT1 " ABIERTOS ": PARA EL RENDIMIENTO COMO #1

89 IMPRESIÓN " ENTRA EN EL NÚMERO DE PUNTO NODALES PARA EL TO DE TEMPERATURA SE CALCULE EL AT EN LA PARED "

90 ENTRADA " ENTRA EN EL NÚMERO DE S DE LOS PASOS EN EL X, S)=2, EL S =" ; EL S

91 IMPRESIÓN #1, " EL NÚMERO DE PUNTO NODALES DE TEMPERATURA ES "; EL S

92 REM PARA UN S DE LA ESTUFA CONCRETO ES TÍPICAMENTE 1 POR EL CENTÍMETRO; PARA UNA ESTUFA 1 METAL POR EL MM.

99 REM EL DOS MATRICES TT(I) EL AND TN(I) ES LOS VALOR DE LA TEMPERATURA EN EL MOMENTO ACTUAL,

TT, AND LA PRÓXIMA VEZ, TN,

100 TT(S OSCUROS), TN(S)

150 IMPRESIÓN " ENTRA EN EL AND INTERNO LA ALTURA DE AND DE RADIO EXTERIOR DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN "

151 ENTRADA " ENTRA EN RA, RZ, CH "; RA, RZ, CH,

152 IMPRESIÓN #1, " LAS DIMENSIONES DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN SON "

153 IMPRESIÓN #1, " RA =" ; RA, " RZ =" ; RZ, " CH =" ; CH

154 REM PARA UNA ESTUFA CONCRETA LOS VALOR TÍPICOS SON RA = .15, RZ = .25, AND CH = .15

199 IMPRESIÓN " ENTRA EN EL CONVECTIVE TRANSFERENCIA DE CALOR COEFICIENTE AND INTERNO EMISSIVITY EXTERNO DE ESTUFA "

200 ENTRADA " ENTRA EN HA, EE "; HA, EE,

201 IMPRESIÓN #1, " EL CONVECTIVE TRANSFERENCIA DE CALOR COEFICIENTE AND INTERNO QUE EMISSIVITY EXTERNOS SON "

202 IMPRESIÓN #1, " HA =" ; HA, " EE =" ; EE

203 REM EL EMISSIVITIES DE LA PARED INTERIOR, EL FUEGO, EL AMBIENTE DEL AND SE ASUME EL TO SEA 1.0

204 REM HA ES TÍPICAMENTE 10 AND EE ES .1 TO 1.

209 IMPRESIÓN " ENTRA EN LA CAPACIDAD TÉRMICA, LA DENSIDAD, LA CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA DEL AND DE LA PARED " DE LA ESTUFA,

210 ENTRADA " ENTRA EN HC, EL HD, HK "; HC, EL HD, HK,

211 IMPRESIÓN #1, " LA CAPACIDAD TÉRMICA, LA DENSIDAD, LA CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA DEL AND DE LA PARED ES "

212 IMPRESIÓN #1, " HC =" ; HC, " HD =" ; EL HD, " HK =" ; HK

213 REM PARA UNA ESTUFA CONCRETA LOS VALOR TÍPICOS SON HC=880, HD=2000, EL AND HK=1.

219 IMPRESIÓN " ENTRA EN EL INCREMENTO DE TIEMPO, EL NÚMERO TOTAL DE TO DE INCREMENTOS DE TIEMPO SE CALCULE A TRAVÉS DE, EL AND,

EL P'TH TIEMPO INTERVALO TO SE IMPRIMA "

220 ENTRADA " ENTRA EN DT, NT, PT "; DT, NT, PT,

221 IMPRESIÓN #1, " EL INCREMENTO DE TIEMPO, EL NÚMERO TOTAL DE INCREMENTOS, AND QUE LOS TIEMPOS DE LA IMPRESIÓN SON "

222 IMPRESIÓN #1, " DT =" ; DT, " NT =" ; NT, " PT =" ; PT

223 REM LOS VALOR TÍPICOS PARA UNA ESTUFA CONCRETA SON DT=60, NT=600, EL AND PT =20. PARA LAS ESTUFAS METALES

```

DT
DEBE REDUCIRSE EN PARTICULAR DRÁSTICAMENTE APROXIMADAMENTE EL TO .04
400 DR=(RZ-RA)/S ' ÉSTE ES EL INCREMENTO EN EL RADIO ENTRE LOS NODOS
420 I1=RA/DR ' ÉSTE ES EL VALOR DEL PRIMER NODO, MIENTRAS MIDIENDO DEL ORIGEN EN LAS UNIDADES DE DR
430 AA=HK/(HD*HC) ' ÉSTA ES LA DIFUSIÓN TERMAL
500 BB=AA*DT/DR^2 ' el Suyo ES EL FACTOR de ESTABILIDAD PARA LAS ecuaciones en diferencias DEBAJO
510 IMPRESIÓN #1, " EL FACTOR de ESTABILIDAD ES ", MIENTRAS USANDO " ##. ###^ ^ ^"; BB
511 REM QUE EL FACTOR de ESTABILIDAD DEBE ESTAR MENOS DE 0.5
520 SI BB) = .5 6070 220
QUE 529 IMPRESIÓN " PUSO A EL AMBIENTE, EL GAS, LAS TEMPERATURAS " DE FUEGO DE AND,
530 ENTRADA " ENTRA EN EL TANTALIO, TG, TF "; EL TANTALIO, TG, TF,
531 IMPRESIÓN #1, " EL AMBIENTE, EL GAS, QUE LAS TEMPERATURAS DE FUEGO DE AND SON ",
532 IMPRESIÓN #1, " TANTALIO = " ;TA, " TG ="; TG, " TF ="; TF
533 REM LOS VALOR TÍPICOS SON TA=300, TG=700, EL AND TF=1000
550 SGM = .000000056697 #' EL STEFAN-BOLTZMANN CONSTANT 5.6697D-08
551 TP=373 ' LA TEMPERATURA DE LA OLLA EN LOS GRADOS KELVIN
; 552 FV1=(CH/RA)^2+2!
553 FV--RA*(1! - .5*(FV1-(FV1^2-4!) ^ .5) ) / (2*CH) ' EL VIEWFACTOR BETWEEN RADIANTE EL AND DE FIREBED ST
LA OVE PARED
554 IMPRESIÓN #1, " EL VIEWFACTOR ES "; FV
560 PARA EL I=0 TO S PASO 1 ' EL JUEGO EL AMBIENTE DE TO DE TEMPERATURAS
561 TT(I)=TA
562 TN(I)=TA
563 PRÓXIMO YO
600 BA=2!*DR*HA/HK ' ESTE FACTOR ES PARA LA SUPERFICIE INTERIOR LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE CONVECTIVE
; 630 P=1! ' EL P ES UN SO DEL CUENTA QUE LOS VALOR ESTÁN IMPRESOS CUANDO CADA VALOR DE PT-TH SE ALCANZA
640 TOTQ--0 ' ÉSTA ES LA PÉRDIDA DE CALOR INTEGRADA
650 IMPRESIÓN #1, " TIEMPO "; ' UN COLUMNA ENCABEZANDO
651 PARA EL JS=0 TO S PASO YO ' LOS TÍTULOS DE LA COLUMNA
652 IMPRESIÓN #1, " TEMP";JS,;
653 PRÓXIMOS JS
654 IMPRESIÓN #1, PÉRDIDA DE CALOR "; ' EL COLUMNA ENCABEZANDO
655 IMPRESIÓN #1, " TOTAL " ' EL COLUMNA ENCABEZANDO
700 PARA W-1 EL TO NT PASO 1 ' ITERATE A TRAVÉS DE LOS VALOR DE TIEMPO
705 REM CALCULATE LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE DE PARED INTERIOR
708 REM QUE EL FACTOR .5 CRONOMETRA QUE TF SE USA A ACCOUNT PARA EL SER DE FUEGO LIMITÓ EL CENTRO DEL TO
MEDIO DIA

```

```

METER DE ESTUFA, SU MISMO ESCUDANDO, EL AND OTROS FACTORES QUE REDUCEN SU FLUJO RADIANTE HACIA
LA PARED DE . EL MISMO VIEWFACTOR SE HA USADO INDIFERENTE.
709 BAR=2!*DR*SGM*FV * (.5*TF^4+TP^4-2!*TT(0)^4)/HK ' LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE RADIATIVE INTERIOR
710 TN(0)=BB*((1-1/(2*I1)) * (TT(1)+BAR+BA*(TG-TT(0))) -2*TT(0)+(1+1/(2*I1)) *TT(1) )+TT(0)
740 SM=S-1
750 PARA EL TO DE I=1 SM PASO 1 ' CALCULE LAS TEMPERATURAS CONSECUTIVAMENTE PARA LOS NODOS DENTRO DE LA PARED

755 I2=I1+I ' LA NOTA QUE LA MATRIZ VALORA TT(I) LA SALIDA PARA I=0 MIENTRAS LA POSICIÓN DE LA PARED EMPIEZA
A I1+I
760 TN(I)=BB*((1-1/(2*I2)) *TT(I-1)-2*TT(I)+(1+1/(2*I2)) *TT(I+1) )+TT(I)
765 PRÓXIMO YO
790 I9=I1+S
791 REM CALCULATE LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE DE PARED EXTERIOR
792 BZ=2!*DR*1.42*(TT(S)-TANTALIO) ^ .25/(HK*CH ^ .25) ' EL CONVECTIVE TRANSFERENCIA DE CALOR COEFICIENTE
EXTERIOR
793 REM EL VIEWFACTOR TO AMBIENTE ES 1.0
794 BZR=2!*DR*EE*SGM*(TT(S)^4-TA^4)/HK ' LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE RADIATIVE EXTERIOR
795 TN(S)=BB*((1-1/(2*I9)) *TT(SM)-2*TT(S)+(1+1/(2*I9)) * (TT(SM)-BZR+BZ*(TA-TT(S))) )+TT(S)
799 REM CALCULATE LA PÉRDIDA DE CALOR EN LA PARED INTERNA DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN.
800 QQ=-CH*HK*RA*6.283185#*(TN(1)-TN(0)) /DR
801 TOTQ=TOTQ+QQ*DT
900 X=P*PT
910 SI NO <EL X GOTO 1000 ' EL TO DEL CHEQUE VE SI EL VALOR DE PT SE CRUZA EL AND SI OREGÓN NOT EL NODO DE
IMPRESIÓN DE TO
TEMPERATURES
920 QT=N*DT/60 ' LOS MINUTOS DEL MOMENTO DE ENTRADA
925 IMPRESIÓN #1, USANDO " ####. #"; QT;
930 PARA EL IZ=0 TO S PASO 1
936 IMPRESIÓN #1, USANDO " #####. #"; TN(IZ);
937 PRÓXIMOS IZ
938 IMPRESIÓN #1, USANDO " #####. #"; QQ;
940 IMPRESIÓN #1, USANDO " #####. #"; TOTQ
950 P=P+1 ' EL PICO DE TO DE P FIJO FUERA EL PRÓXIMO VALOR PT POR IMPRIMIR
1000 PARA I=0 S DEL TO PASO 1
1010 TT(I)=TN(I) ' LAS TEMPERATURAS FIJAS, TT, PARA EL TO DE IGUAL DE TIEMPO ACTUAL AQUÉLLOS, TN, PARA EL
MOMENTO DE ENTRADA FUTURO,
LA PREPARACIÓN DE PARA LA PRÓXIMA ITERACIÓN

```

1020 PRÓXIMO YO
1100 PRÓXIMO NO
1499 PITIDO
1500 EXTREMO

Programa 2:

```
1 REM ESTE PROGRAMA CALCULA LA PÉRDIDA DE CALOR DE UNA PARED DOBLE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN CILÍNDRICA
5 CLES
7 CLARO
50 LPT1 " ABIERTOS ": PARA EL RENDIMIENTO COMO #1
55 IMPRESIÓN " QUE TODAS LAS UNIDADES ESTÁN EN LOS KILOGRAMOS, LOS METROS, SEGUNDOS " DEL AND,
89 IMPRESIÓN " ENTRA EN EL NÚMERO DE NODOS PARA EL TO DE TEMPERATURA SE CALCULE EL AT EN LAS PAREDES "
90 ENTRADA " ENTRA EN EL NÚMERO DE NODOS, >=2, EN PARED 1, EL S, PARED 2, ZS "; EL S, ZS,
91 IMPRESIÓN #1, " EL NÚMERO DE NODOS DE TEMPERATURA EN LAS PAREDES ES "; EL S, ZS,
92 REM PARA UNA ESTUFA MACIZA, EL S ES TÍPICAMENTE 1 POR EL CENTÍMETRO; PARA UNA ESTUFA 1 METAL POR EL MM.
99 REM EL MATRICES TT(I), TN(I), ZTT(ZI), AND ZTN(ZI) ES LOS VALOR DE LA TEMPERATURA AL
CORRIENTE TIEMPO, TT & ZTT, AND LA PRÓXIMA VEZ, TN & ZTN
100 TT(S OSCUROS), TN(S), ZTT(ZS), ZTN(ZS)
150 IMPRESIÓN " ENTRA EN EL AND INTERNO EL RADIO EXTERIOR DE PARED " INTERNA
151 ENTRADA " ENTRA EN RA, RZ "; RA, RZ,
152 IMPRESIÓN #1, LAS RADIOS DE LA PARED " INTERNAS SON ";
153 IMPRESIÓN #1, " R4 ="; RA, " RZ ="; RZ
155 IMPRESIÓN " ENTRA EN EL AND INTERNO EL RADIO EXTERIOR DE PARED " EXTERIOR
156 ENTRADA " ENTRA EN ZRA, ZRZ "; ZRA, ZRZ,
157 IMPRESIÓN #1, LAS RADIOS DE LA PARED " EXTERIORES SON ";
158 IMPRESIÓN #1, " ZRA ="; ZRA, " ZRZ ="; ZRZ
160 IMPRESIÓN " ENTRA EN LA ALTURA " DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN
161 ENTRADA " ENTRA EN CH "; CH
162 IMPRESIÓN #1, ALTURA DE LA " CÁMARA DE COMBUSTIÓN IS; CH
170 IMPRESIÓN " ENTRA EN EL CONVECTIVE TRANSFERENCIA DE CALOR COEFICIENTE " INTERNO
171 ENTRADA " ENTRA EN HA "; HA
172 IMPRESIÓN #1, " EL CONVECTIVE TRANSFERENCIA DE CALOR COEFICIENTE INTERNO ES "; HA
175 IMPRESIÓN " ENTRA EN EMISSIVITY EFICAZ ENTRE EL AND DE LAS PAREDES LA PARED EXTERIOR EMISSIVITY " EXTERNO

176 ENTRADA " ENTRA EN EE, ZEE "; EE, ZEE,
177 IMPRESIÓN #1, " RADIATIVE COUPLING ENTRE LAS PAREDES, AND QUE EMISSIVITY EXTERIORES SON "
```

178 IMPRESIÓN #1, " EE =" ; EE, " ZEE =" ; ZEE
 179 REM EL EMISSIVITIES DE SUPERFICIE INTERIOR, EL AMBIENTE DE AND DE FUEGO SE ASUME EL TO SEA 1.0
 180 IMPRESIÓN " ENTRA EN LA CAPACIDAD TÉRMICA, LA DENSIDAD, LA CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA DEL AND DE PARED "
 INTERNA,
 181 ENTRADA " ENTRA EN HC, EL HD, HK "; HC, EL HD, HK,
 182 IMPRESIÓN #1, " LA CAPACIDAD TÉRMICA, LA CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA DE AND DE DENSIDAD DE LA PARED INTERNA
 ES "
 183 IMPRESIÓN #1, " HC =" ; HC, " HD =" ; EL HD, " HK =" ; HK
 190 IMPRESIÓN " ENTRA EN LA CAPACIDAD TÉRMICA, LA DENSIDAD, LA CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA DEL AND DE PARED "
 EXTERIOR,
 191 ENTRADA " ENTRA EN ZHC, ZHD, ZHK "; ZHC, ZHD, ZHK,
 192 IMPRESIÓN #1, " LA CAPACIDAD TÉRMICA, LA CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA DE AND DE DENSIDAD DE LA PARED EXTERIOR
 ES "
 193 IMPRESIÓN #1, " ZHC =" ; ZHC, " ZHD =" ; ZHD, " ZHK =" ; ZHK
 200 IMPRESIÓN " ENTRA EN EL AMBIENTE, EL GAS, LAS TEMPERATURAS " DE FUEGO DE AND,
 201 ENTRADA " ENTRA EN EL TANTALIO, TG, TF "; EL TANTALIO, LAS TES, TF,
 202 IMPRESIÓN #1, " EL AMBIENTE, EL GAS, QUE LAS TEMPERATURAS DE FUEGO DE AND SON ",
 203 IMPRESIÓN #1, " TANTALIO =" ; EL TANTALIO, " TG =" ; TG, " TF =" ; TF
 210 IMPRESIÓN " ENTRA EN EL INCREMENTO DE TIEMPO, EL NÚMERO TOTAL DE TO DE INCREMENTOS DE TIEMPO SE CALCULE A
 TRAVÉS DE, EL AND,
 EL P'TH TIEMPO INTERVALO TO SE IMPRIMA "
 211 ENTRADA " ENTRA EN DT, NT, PT "; DT, NT, PT,
 212 IMPRESIÓN #1, " EL INCREMENTO DE TIEMPO, EL NÚMERO TOTAL DE INCREMENTOS, EL AND LOS TIEMPOS DE LA
 IMPRESIÓN
 213 IMPRESIÓN #1, " DT =" ; DT, " NT =" ; NT, " PT =" ; PT
 ; 300 TOTO=O! ' ÉSTA ES LA PÉRDIDA DE CALOR INTEGRADA
 400 DR=(RZ-RA)/S: ZDR=(ZRZ-ZRA)/ZS ' ÉSTE ES EL INCREMENTO EN EL RADIO ENTRE LOS NODOS
 420 I1=RA/DR: ZI1=ZRA/ZDR ' EL VALOR DE PRIMER NODO, MIDRIENDO DE EL ORIGEN EN LAS UNIDADES DE DR,
 421 QI1P=1+1/(2*I1): ZQI1P=1+1/(2*ZI1)
 422 GI1M=1-1/(2*I1): ZQI1M=1-1/(2*ZI1)
 423 GI2P=1+1/(2*(I1+S)): ZQI2P=1+1/(2*(ZI1+ZS))
 424 QI2M=1-1/(2*(I1+S)): ZQI2M=1-1/(2*(ZI1+ZS))
 426 SM=S-1: ZSM=ZS-1
 430 AA=HK/(HD*HC): ZAA=ZHK/(ZHD*ZHC) ' ÉSTA ES LA DIFUSIÓN TERMAL
 500 BB=AA*DT/DR^2: ZBB=-ZAA*DT/ZDR^2 ' LA ESTABILIDAD FACTORIZA PARA LAS ECUACIONES EN DIFERENCIAS DEBAJO
 510 IMPRESIÓN #1, " EL FACTOR DE ESTABILIDAD ES "; BB, ZBB,
 511 REM QUE EL FACTOR DE ESTABILIDAD DEBE ESTAR MENOS DE 0.5

```

520 SI BB >= .5 GOTO 211
521 SI ZBB >= .5 GOTO 211
550 SGM = .000000056697 # ' EL STEFAN-BOLTZMANN CONSTANT 5.6697D-08
551 TP=373 ' LA TEMPERATURA DE LA OLLA EN LOS GRADOS KELVIN
; 552 FV1=(CH/RA)^2+2!
553 FV-RA*(1! - .5*(FV1-(FV1^2-4!) ^ .5)) / (2!*CH) ' EL VIEWFACTOR BETWEEN RADIANTE EL FIREBED AND S
LA TOVE PARED
554 IMPRESIÓN #1, " EL VIEWFACTOR ES "; FV
560 PARA YO=0 EL S DEL TO PASO 1 ' EL JUEGO EL AMBIENTE DE TO DE TEMPERATURAS
561 TT(I)=TA
562 TN(I) =TA
563 PRÓXIMO YO
570 PARA EL TO DE ZI=0 ZS PASO 1
571 ZTT(ZI)=TA: ZTN(ZI)=TA
572 PRÓXIMOS ZI
600 BA=2!*DR*HA/HK ' ESTE FACTOR ES PARA LA SUPERFICIE INTERIOR LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE CONVECTIVE
;630 P=1! ' EL P ES UN SO DEL CUENTA QUE LOS VALOR ESTÁN IMPRESOS CUANDO CADA VALOR DE PT-TH SE ALCANZA
649 SZS=S + ZS + 1
650 PRINT #1, " TIEMPO "; ' EL COLUMNA ENCABEZANDO
651 PARA EL TO DE JS=0 SZS PASO 1 ' LOS TÍTULOS DE LA COLUMNA
652 PRINT #1, " TEMP";JS,;
653 PRÓXIMOS JS
654 PRINT #1, PÉRDIDA DE CALOR " DE " ; ' EL COLUMNA ENCABEZANDO
655 PRINT #1, " TOTAL " ' EL COLUMNA ENCABEZANDO
700 PARA NO=1 EL TO NT PASO 1 ' ITERATE A TRAVÉS DE LOS VALOR DE TIEMPO
705 REM CALCULATE LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE DE PARED INTERIOR
708 REM EL FACTOR .5*TF USED 70 ACCOUNT PARA EL SER DE FUEGO LIMITÓ EL CENTRO DEL TO MEDIO DIÁMETRO DE
LA ESTUFA DE , SU MISMO ESCUDANDO, EL AND OTROS FACTORES QUE REDUCEN SU FLUJO RADIANTE HACIA LA PARED. EL
QUE MISMO VIEWFACTOR SE HA USADO INDIFERENTE.
709 BAR=2!*DR*SGM*FV * (.5*TF^4+TP^4-2!*TT(0)^4)/HK ' LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE RADIATIVE INTERIOR
710 TN(0)=BB*(QIIM*(TT(1)+BAR+BA*(TG-TT(0))) -2*TT(0)+Q11P*TT(1) )+TT(0)
740 SM=S-1
750 PARA 1=1 TO SM PASO 1 ' CALCULE LAS TEMPERATURAS CONSECUTIVAMENTE PARA LOS NODOS DENTRO DE LA PARED
755 12=1/(2*(I1+I))
760 TN(I)=BB*((1-12)*TT(I-1)-2*TT(I)+(I+I2)*TT(I+1) )+TT(I)
765 PRÓXIMO YO
791 REM CALCULATE LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE DE PARED EXTERIOR

```

```

792 BZ=(2!*DR/HK)*3.93*(ZRA-RZ) ^ - .1389*CH ^ - .1111*(TT(S)-ZTT(0)) ^ .25/(TT(S)+ZTT(0)) ^ .3171
' EL CONVECTIVE TRANSFERENCIA DE CALOR COEFICIENTE EXTERIOR
793 REM EL VIEWFACTOR A LA PARED EXTERIOR TIENE 1.0 AÑOS
794 BZR=2!*DR*EE*SGM*(TT(S)^4-ZTT(0)^4)/HK ' LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE RADIATIVE EXTERIOR
795 TN(S)=BB*(QI2M*TT(SM)-2*TT(S)+QI2P*(TT(SM)-BZR+BZ*(ZTT(0)-TT(S)))) *TT(S)
809 ZBAR=2!*ZDR*EE*SGM*(TT(S)^4-ZTT(0)^4)/ZHK ' LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE RADIATIVE INTERIOR
810 ZTN(0)=ZBB*(ZQI1M*(ZTT(1)+ZBAR+BZ*(TT(S)-ZTT(0))) -2*ZTT(0)+ZQI1P*ZTT(1) )+ZTT(0)
850 PARA EL TO DE ZI=1 ZSM PASO 1 ' CALCULE LAS TEMPERATURAS CONSECUTIVAMENTE PARA LOS NODOS DENTRO DE LA
PARED
855 Z12=-1/(2*(ZII+I))
860 ZTN(ZI)=ZBB*((I-ZI2)*ZTT(2I-1)-2*ZTT(ZI)+(1+Z12)*ZTT(ZI+1) )+ZTT(ZI)
865 PRÓXIMOS ZI
891 REM CALCULATE LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE DE PARED EXTERIOR
892 ZBZ=2!*ZDR*1.42*(ZTT(ZS)-TANTALIO DE ) ^ .25/(ZHK*CH ^ .25) ' LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE CONVECTIVE
EXTERIOR COEFFICIEN
EL T
893 REM EL VIEWFACTOR TO AMBIENTE ES 1.0
894 ZBZR=2!*ZDR*ZEE*SGM*(ZTT(ZS)^4-TA^4)/ZHK ' LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE RADIATIVE EXTERIOR
895 ZTN(ZS)=ZBB*(2Q12M*ZTT(ZSM)-2*ZTT(ZS)+ZQI2P*(ZTT(ZSM)-ZBZR+ZBZ*(TA-ZTT(ZS))) )+ZTT(ZS)
900 REM CALCULATE LA PÉRDIDA DE CALOR EN LA PARED INTERNA DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN.
901 QQ=-CH*HK*RA*6.283185#*(TN(1)-TN(0)) /DR
902 TOTQ=TOTQ+QQ*DT
905 X=P*PT
910 SI NO <EL X GOTO 1000 ' EL CHEQUE SI EL VALOR DE PT SE CRUZA EL AND SI LAS TO IMPRESIÓN NODO TEMPERATURAS

920 QT=N*DT/60 ' LOS MINUTOS DEL MOMENTO DE ENTRADA
925 PRINT #1, USANDO " ####. ##"; QT;
930 PARA EL IZ=0 TO S PASO 1
936 PRINT #1, USANDO " #####. #"; TN(IZ);
937 PRÓXIMOS IZ
938 PARA EL TO DE ZI=0 ZS PASO 1
939 PRINT #1, USANDO " #####. #"; ZTN(ZI);
940 PRÓXIMOS ZI
948 PRINT #1, USANDO " #####. ##"; QQ;
949 PRINT #1, USANDO " #####. #"; TOTQ
950 P=P+1 ' EL PICO DE TO DE P FIJO FUERA EL PRÓXIMO VALOR PT POR IMPRIMIR
1000 PARA EL I=0 TO S PASO 1

```

```

1010 TT(I)=TN(I) ' LAS TEMPERATURAS FIJAS PARA LA PRÓXIMA ITERACIÓN
1020 PRÓXIMO YO
1030 PARA EL TO DE ZI-0 ZS PASO 1
1032 ZTT(ZI)=ZTN(ZI)
1034 PRÓXIMOS ZI
1100 PRÓXIMO NO
1499 PITIDO DE
1500 EXTREMO DE

```

Programa 3:

```

1 REM ESTE PROGRAMA CALCULA LA PÉRDIDA DE CALOR DE UNA SOLA CÁMARA DE COMBUSTIÓN DE LA PARED COMPUESTA
5 CLES
7 CLARO
50 LPT1 " ABIERTOS ": PARA EL RENDIMIENTO COMO #1
55 IMPRESIÓN " QUE TODAS LAS UNIDADES ESTÁN EN LOS KILOGRAMOS, LOS METROS, SEGUNDOS " DEL AND,
89 IMPRESIÓN " ENTRA EN EL NÚMERO DE NODOS PARA EL TO DE TEMPERATURA SE CALCULE EL AT EN LAS PAREDES "
90 ENTRADA " ENTRA EN EL NÚMERO DE NODOS, >=2, EN PARED 1, EL S, PARED 2, EL S DE ZS ", ZS,
91 IMPRESIÓN #1, " EL NÚMERO DE NODOS DE TEMPERATURA EN LAS PAREDES ES "; EL S, ZS,
92 REM PARA UNA ESTUFA MACIZA, EL S ES TÍPICAMENTE 1 POR EL CENTÍMETRO; PARA UNA ESTUFA 1 METAL POR EL MM.
99 REM EL MATRICES TT(I), TN(I), ZTT(ZI), AND ZTN(ZI) ES LOS VALOR DE LA TEMPERATURA AL
CORRIENTE TIEMPO, TT & ZTT, AND LA PRÓXIMA VEZ, TN & ZTN
100 TT(S OSCURO), TN(S), ZTT(ZS), ZTN(ZS)
150 PRINT " ENTRAN EN EL AND INTERNO EL RADIO EXTERIOR DE PARED " INTERNA
151 INPUT " ENTRAN EN RA, RZ "; RA, RZ,
152 PRINT #1, LAS RADIOS DE LA PARED " INTERNAS SON ";
153 PRINT #1, " RA ="; RA, " RZ ="; RZ
155 PRINT " ENTRAN EN EL AND INTERNO EL RADIO EXTERIOR DE PARED " EXTERIOR
156 INPUT " ENTRAN EN ZRA, ZRZ "; ZRA, ZRZ,
157 PRINT #1, LAS RADIOS DE LA PARED " EXTERIORES SON ";
158 PRINT #1, " ZRA ="; ZRA, " ZRZ ="; ZRZ
160 PRINT " ENTRAN EN LA ALTURA " DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN
161 INPUT " ENTRAN EN CH "; CH
162 PRINT #1, LA ALTURA DE LA " CÁMARA DE COMBUSTIÓN ES "; CH
170 PRINT " ENTRAN EN EL CONVECTIVE TRANSFERENCIA DE CALOR COEFICIENTE " INTERNO
171 INPUT " ENTRAN EN HA "; HA
172 PRINT #1, " EL CONVECTIVE TRANSFERENCIA DE CALOR COEFICIENTE INTERNO ES "; HA

```

```

175 PRINT ' ENTRE EN LA PARED EXTERIOR EMISSIVITY " EXTERNO
176 INPUT " ENTRAN EN ZEE "; ZEE
177 PRINT #1, EMISSIVITY " EXTERIOR ES "
178 PRINT #1, " ZEE ="; ZEE
179 REM EL EMISSIVITIES DE SUPERFICIE INTERIOR, AND DE FUEGO SE ASUMEN AMBIENT EL TO SEA 1.0
180 PRINT " ENTRAN EN LA CAPACIDAD TÉRMICA, LA DENSIDAD, LA CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA DEL AND DE PARED "
INTERNA,
181 INPUT " ENTRAN EN HC, EL HD, HK "; HC, EL HD, HK,
182 PRINT #1, " LA CAPACIDAD TÉRMICA, LA CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA DE AND DE DENSIDAD DE LA PARED INTERNA ES "
183 PRINT #1, " HC ="; HC, " HD ="; EL HD, " HK ="; HK
190 PRINT " ENTRAN EN LA CAPACIDAD TÉRMICA, LA DENSIDAD, LA CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA DEL AND DE PARED "
EXTERIOR,
191 INPUT " ENTRAN EN ZHC, ZHD, ZHK "; ZHC, ZHD, ZHK,
192 PRINT #1, " LA CAPACIDAD TÉRMICA, LA CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA DE AND DE DENSIDAD DE LA PARED EXTERIOR ES "

193 PRINT #1, " ZHC ="; ZHC, " ZHD ="; ZHD, " ZHK = "; ZHK
200 PRINT " ENTRAN EN EL AMBIENTE, EL GAS, LAS TEMPERATURAS " DE FUEGO DE AND,
201 INPUT " ENTRAN EN EL TANTALIO, TG, TF "; EL TANTALIO, EL TO, TF,
202 PRINT #1, " EL AMBIENTE, EL GAS, QUE LAS TEMPERATURAS DE FUEGO DE AND SON ",
203 PRINT #1, " TANTALIO ="; EL TANTALIO, " TG = "; TG, " TF ="; TF
210 PRINT " ENTRAN EN EL INCREMENTO DE TIEMPO, EL NÚMERO TOTAL DE TO DE INCREMENTOS DE TIEMPO SE CALCULE A
TRAVÉS DE, EL AND,
EL P' TH TIEMPO INTERVALO TO SE IMPRIMA "
211 INPUT " ENTRAN EN DT, NT, PT "; DT, NT, PT,
212 PRINT #1, " EL INCREMENTO DE TIEMPO, EL NÚMERO TOTAL DE INCREMENTOS, EL AND LOS TIEMPOS " DE LA IMPRESIÓN

213 PRINT #1, " DT ="; DT, " NT ="; NT, " PT ="; PT
;300 TOTQ=O! ' ÉSTA ES LA PÉRDIDA DE CALOR INTEGRADA
400 DR=(RZ-RA)/S: ZDR=(ZRZ-ZRA)/ZS ' ÉSTE ES EL INCREMENTO EN EL RADIO ENTRE LOS NODOS
420 I1=RA/DR: ZII=ZRA/ZDR ' EL VALOR DE PRIMER NODO, MIDIENDO DE EL ORIGEN EN LAS UNIDADES DE DR,
421 QI1P=1+1/(2*I1); ZQI1P=1+1/(2*ZI1)
422 QI1M=1-1/(2*I1); ZQI1M=1-1/(2*ZI1)
423 GI2P=1+1/(2*(I1+S)): ZQ12P=1+1/(2*(ZII+ZS))
424 Q12M=1-1/(2*(I1+S)): ZQ12M=1-1/(2*(ZII+ZS))
426 SM=S-1: ZSM=ZS-1
430 AA=HK/(HD*HC): ZAA=ZHK/(ZHD*ZHC) ' ÉSTA ES LA DIFUSIÓN TERMAL
500 BB=AA*DT/DR^2: ZBB=ZAA*DT/ZDR^2 ' LA ESTABILIDAD FACTORIZA PARA LAS ECUACIONES EN DIFERENCIAS DEBAJO

```

```

510 PRINT #1, " EL FACTOR DE ESTABILIDAD ES "; BB, ZBB,
511 REM QUE EL FACTOR DE ESTABILIDAD DEBE ESTAR MENOS DE 0.5
520 SI BB) = .5 GOTO 1499
521 SI ZBB) = .5 GOTO 1499
550 SGM.000000056697 #' EL STEFAN-BOLTZMANN CONSTANT 5.6697D-08
551 TP=373 ' LA TEMPERATURA DE LA OLLA EN LOS GRADOS KELVIN
;552 FVI=(CR/RA)^2+2!
553 FV=RA*(1! - .5*(FV1-(FV1^2-4!) ^ .5)) / (2*CH) ' EL VIEWFACTOR BETWEEN RADIANTE EL AND DE FIREBED ST
LA OVE PARED
554 PRINT #1, ' EL VIEWFACTOR ES "; FV
560 PARA EL I=0 TO S PASO 1 ' EL JUEGO EL AMBIENTE DE TO DE TEMPERATURAS
561 TT(I)=TA
562 TN(1) =TA
563 PRÓXIMO YO
570 PARA EL TO DE ZI=0 ZS PASO 1
571 ZTT(ZI)=TA: ZTN(ZI)=TA
572 PRÓXIMOS ZI
600 BA=2!*DR*HA/HK ' ESTE FACTOR ES PARA LA SUPERFICIE INTERIOR LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE CONVECTIVE
;630 P=1! ' EL P ES UN SO DEL CUENTA QUE LOS VALOR ESTÁN IMPRESOS CUANDO CADA VALOR DE PT-TH SE ALCANZA
649 SZS=S + ZS + 1
650 PRINT #1, " TIEMPO "; ' UN COLUMNA ENCABEZANDO
651 PARA EL TO DE JS=0 SZS PASO 1 ' LOS TÍTULOS DE LA COLUMNA
652 PRINT #1, " TEMP";JS,;
653 PRÓXIMOS JS
654 PRINT #1, PÉRDIDA DE CALOR "; ' EL COLUMNA ENCABEZANDO
655 PRINT #1, " TOTAL " ' EL COLUMNA ENCABEZANDO
700 PARA EL TO DE N=1 NT PASO 1 ' ITERATE A TRAVÉS DE LOS VALOR DE TIEMPO
705 REM CALCULATE LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE DE PARED INTERIOR
708 REM EL FACTOR .5*TF USED A ACCOUNT PARA EL SER DE FUEGO LIMITÓ EL CENTRO DEL TO MEDIO DIÁMETRO DE
LA ESTUFA DE , SU MISMO ESCUDANDO, EL AND OTROS FACTORES QUE REDUCEN SU FLUJO RADIANTE HACIA LA PARED. EL
QUE MISMO VIEWFACTOR SE HA USADO INDIFERENTE.
709 BAR=2!*DR*SGM*FV * (.5*TF^4+TP^4-2!*TT(0)^4)/HK ' LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE RADIATIVE INTERIOR
710 TN(0)=88*(QI1M*(TT(1)+BAR+BA*(TG-TT(0))) -2*TT(0)+QI1P*TT(1) )+TT(0)
750 PARA EL TO DE I=1 SM PASO 1 ' CALCULE LAS TEMPERATURAS CONSECUTIVAMENTE PARA LOS NODOS DENTRO DE LA PARED

755 12=I/(2*(I1+I))
760 TN(I)=BB*((1-I2)*TT(I-1)-2*TT(I)+(1+I2)*TT(I+1) )+TT(I)

```

```

765 PRÓXIMO YO
791 REM CALCULATE LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE DE PARED EXTERIOR
795 TN(S)=BB*(Q12M*TT(SM)-2*TT(S)+QI2P*(TT(SM)+DR*ZHK*(ZTT(1)-TT(SM)) / (ZDR*HK)) )+TT(S)
800 ZTN(0)=TN(S)
850 PARA EL TO DE ZI=1 ZSM PASO 1 ' CALCULE LAS TEMPERATURAS CONSECUTIVAMENTE PARA LOS NODOS DENTRO DE LA
PARED
855 ZI2=1/(2*(ZII+I))
860 ZTN(ZI)=ZBB*((1-ZI2)*ZTT(ZI-1)-2*ZTT(ZI)+(1+ZI2)*ZTT(ZL+1) )+ZTT(ZI)
865 PRÓXIMOS ZI
891 REM CALCULATE LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE DE PARED EXTERIOR
892 ZBZ=2!*ZDR*1.42*(ZTT(ZS0-TANTALIO DE ) ^ .25/(ZHK*CH ^ .25) ' EL CONVECTIVE TRANSFERENCIA DE CALOR
COEFICIENTE EXTERIOR
893 REM EL VIEWFACTOR TO AMBIENTE ES 1.0
894 ZBZR=2!*ZDR*ZEE*SGM*(ZTT(ZS)^4-TA^4)/ZHK ' LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE RADIATIVE EXTERIOR
895 ZTN(ZS)=ZBB*(ZGI2M*ZTT(ZSM)-2*ZTT(ZS)+ZQI2P*(ZTT(ZSM)-ZBZR+ZBZ*(TA-ZTT(ZS))) )+ZTT(ZS)
900 REM CALCULATE LA PÉRDIDA DE CALOR EN LA PARED INTERNA DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN.
901 QQ=-CH*HK*RA*6.283185#*(TN(I)-TN(0)) /DR
902 TOTQ=TOTQ+QQ*DT
905 X=P*PT
910 SI NO <EL X GOTO 1000 ' EL CHEQUE SI EL VALOR DE PT SE CRUZA EL AND SI LAS TO IMPRESIÓN NODO TEMPERATURAS

920 QT=N*DT/60 ' LOS MINUTOS DEL MOMENTO DE ENTRADA
925 PRINT #1, USANDO " #####. ##"; QT;
930 PARA EL IZ=0 TO S PASO 1
936 PRINT #1, USANDO " #####". #TN(IZ);
937 PRÓXIMOS IZ
938 PARA EL TO DE ZI=0 ZS PASO 1
939 PRINT #1, USANDO " #####. #"; ZTN(ZI);
940 PRÓXIMOS ZI
948 IMPRESIÓN DE #1,USING " #####. ##" QQ;
949 PRINT #1, USANDO " #####. #"; TOTQ
950 P=P+1 ' EL PICO DE TO DE P FIJO FUERA EL PRÓXIMO VALOR PT POR IMPRIMIR
1000 PARA EL I=0 TO S PASO 1
1010 TT(I)=TN(I) ' LAS TEMPERATURAS FIJAS PARA LA PRÓXIMA ITERACIÓN
1020 PRÓXIMO I
1030 PARA EL TO DE ZI=0 ZS PASO 1
1032 ZTT(ZI)-ZTN(ZI)

```

1034 PRÓXIMOS ZI
1100 PRÓXIMO NO
1499 PITIDO DE
1500 EXTREMO DE

EL B DEL APENDICE: LA TRANSMISIÓN

Hay numerosos textos, como aquéllos listados como las Referencias (1-5), que discuta la transferencia de calor del convective en detalle.

Como descrito en el Capítulo III, la transferencia de calor del convective ocurre cuando un líquido o flujos de gas, llevando el calor de uno punto a otro siguieron por conductivo la transferencia de calor entre los recientemente llegamos gas o líquido y los materiales previamente there. Contrast esto con la transferencia de calor conductiva que es debido sólo dirigir la interacción entre las partículas individuales. El Analizando la transferencia de calor del convective es por consiguiente mucho más difícil que analizando la transferencia de calor conductiva porque ambos el movimiento del propio fluido y los procesos de traslado de energía deben estudiarse simultáneamente.

El análisis de transferencia de calor del convective empieza derivando la continuidad, y la velocidad adquirida y ecuaciones de la conservación de energía para el fluido. La Deuda de a la complejidad del sistema de ecuaciones resultante, ellos normalmente son simplificado a las " ecuaciones de la capa isoterma ", para que llamó porque el la simplificación es basada en la observación que la mayoría de la resistencia a la transferencia de calor entre un fluido y un sólido se concentra en un delgado la capa isoterma " al lado del solid. La velocidad del fluido varía dramáticamente por esta capa, del cero a la pared a la corriente principal valore a su edge. exterior Esto se muestra en la Figura III-7. Dentro de esto la capa isoterma, la transferencia de calor está por una interacción compleja de conducción de calor y transporte de energía por el fluid. Once mudanza por este límite capa que el calor se lleva rápidamente lejos por el sólido, o alternativamente por el flujo de la corriente principal del fluido.

Con estas simplificaciones, <vea las ecuaciones debajo> para el límite bidimensional

bsex149.gif (207x600)

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0 \quad \text{Continuity} \quad (1)$$

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu \frac{\partial u}{\partial y} \right) + g(\rho_{\infty} - \rho) - \frac{dp}{dx} \quad \text{momentum conservation} \quad (2)$$

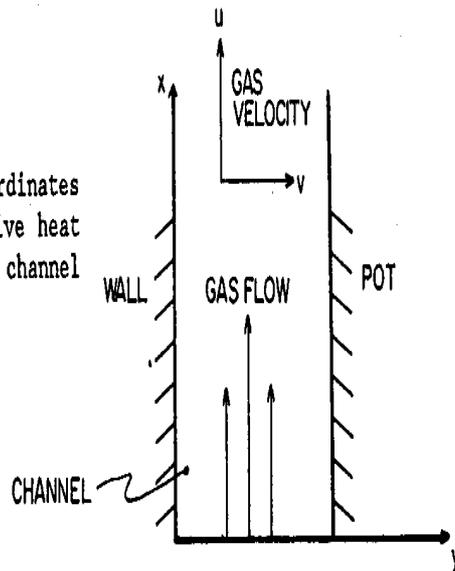
$$\rho u c_p \frac{\partial T}{\partial x} + \rho v c_p \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) \quad \text{energy conservation} \quad (3)$$

la capa transferencia de calor del convective natural se vuelta (1-5):

donde u y v son las velocidades del gas en el x y direcciones de y ; el T es la temperatura del gas y p es su densidad--[el ρ_{∞}] es el ambiente la densidad; [el μ] es la viscosidad dinámica del gas; el k es la conductibilidad de el gas; [p] es la presión y la g es la aceleración debido a la gravedad. El la geometria se muestra en Figura 1.

bse1x152.gif (437x540)

FIGURE 1: Definition of coordinates for the empirical convective heat transfer calculation in channel type stoves.



El límite condicional en el caso con una superficie limitando es típicamente:

$$\text{el } u(\text{at } \text{el } u(\text{at del wall})=0 \text{ [la infinidad]} = 0 \text{ (4a)}$$

$$\text{el } v(\text{at } \text{el } v(\text{at del wall})=0 \text{ [la infinidad]} = 0 \text{ (4b)}$$

$$T(\text{at wall})=[T.\text{sub.wall}] \quad T(\text{at [la infinidad]}) = [T.\text{sub.ambient}] \text{ (4c)}$$

Se usan las condiciones de la inicial para poner la media temperatura inicial y la velocidad del gas que entra en la región a analizándose.

Incluso en la forma simplificada anterior, estas ecuaciones son difíciles resolver y particularmente para que en el caso de transmisión natural los flujos dominaron. En la transmisión natural, el caso de interés para las estufas mejoradas, la fuerza manejando el flujo del gas caliente es su temperatura superior y resultando la más bajo densidad comparó a su surroundings. En el calzón, rises. aéreo caliente Pero como él sube, deja alguna de su energía a sus ambientes, como la olla o estufa wall. Como su temperatura así las disminuciones, para que hace el fuerza que lo propulsa upwards. entonces Como su velocidad las disminuciones, para que hace el rate a que deja el calor a sus ambientes, y así sucesivamente. es esto la naturaleza emparejada de transmisión natural fluye--el gas temperatura determinando su flujo y rates de la transferencia de calor que a su vez determinan su la temperatura--esa hechura el tal systems tan difícil dado resolver analíticamente o numerically. Por estas razones, las correlaciones empíricas desarrollaron de se usan las observaciones experimentales extensivamente analizar y predecir el la conducta de transmisión natural systems. antes de que Éstos se discutirán devolviendo a las técnicas analíticas y numéricas de análisis.

Una variedad de parámetros y correlaciones se usa regularmente describiendo los convective calientan transfer. que Algunos de éstos se listan en Mesa 1. Empírico se listan correlaciones para una variedad de situaciones diferentes en Mesa 2. Las mesas completas de tales correlaciones se ceden (9-10).

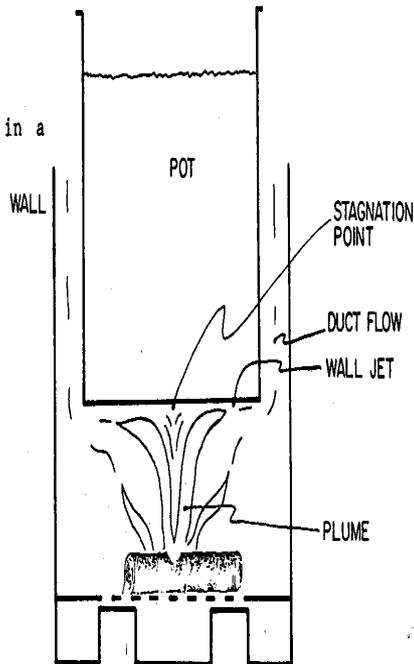
En las estufas mejoradas, los regímenes de flujo de interés incluyen:

- o La pluma de gas caliente que sube del fuego;
- o El punto de remanso dónde el gas caliente encuentra la olla primero;
- o El motor de reacción de la pared dónde el gas caliente fluye los exteriores y hacia arriba a lo largo de la cacerola basan; y
- o El flujo del conducto dónde el gas caliente se encauza a través de un hueco estrecho entre la olla y pared de la estufa antes de dejar la estufa.

Estos flujos diferentes se ilustran en Figura 2.

bse2x152.gif (486x486)

FIGURE 2: Flow regimes in a channel type stove.



El primero en tres de éstos, la pluma, punto de remanso, y motor de reacción de la pared, pueda sea la base para la parte de las mejoras de eficacia encontrada en el tipo de la boquilla las estufas (Vea la Figura III-8) . El cuarto, el flujo del conducto, es un factor primario en

las mejoras de eficacia encontraron en todos los tres tipos--el multipot, encauce, y estufas de la boquilla.

o Para el lector interesado, las plumas de fuego se discuten extensivamente en (3,5,11-13,16). La velocidad del gas en la pluma inicialmente los aumentos con la altura dentro de la llama pero entonces disminuye lentamente anteriormente las llamas. La transferencia de calor al punto de remanso y a lo largo del El cacerola fondo aumenta entonces un poco con la altura de la olla creciente sobre el disparan; alcanzando un máximo sólo cuando los toques de punta de llama la olla (11). Esto compensa la reducción parcialmente en el traslado del calor radiante de el firebed a la olla que ocurre con la olla creciente height. Experimentally, se ha encontrado para el cauce y estufas del multipot que el La radiative transferencia de calor es más importante y esa transferencia de calor buena se logra poniendo la olla cerca del fuego (17,18) . que Esto puede, sin embargo, aumento las emisiones de humo peligrosas.

En el contraste, las estufas de tipo de boquilla combinan la velocidad de gas creciente dentro de la pluma de fuego con el diámetro de la estufa reducido (la Figura III-8) en el orden a aumentan velocidad de gas y transferencia de calor del convective suficientemente adelante el olla fondo que compensa para la transferencia de calor del radiative reducida.

o la punto de remanso transferencia de calor se discute en (3,5,11,12,19) . Analytical Se han desarrollado las soluciones de para los flujos del nonreacting y se han encontrado en la mayoría de los libros de texto así como en Mesa 1. Cuando la combustión está tomando ponen simultáneamente, la situación es grandemente complicated. Dissociated e intermedio las especies químicas están presentes y tienen una temperatura fuerte La dependencia de . la transferencia de calor Significante puede tener lugar debido a La difusión-recombinación de procesa llevando al rates de la transferencia de calor mucho superior que eso predijo en el caso de flujos del nonreacting (12) . El estructuran de las llamas (turbulento o laminar, etc.) también pueda fuertemente influyen en el rates de la transferencia de calor (19). Finally, la forma de la cacerola, basan las influencias un poco la transferencia de calor (Mesa 2).

la o Pared chorrea, el flujo libre de gas caliente encima de una pared sin otro limitar aparece, se discute en (1-5,11,14). Again, las soluciones analíticas son prontamente disponible pero debe usarse con el cuatela en el caso presente de las temperaturas altas, la temperatura grande diferencia, y un flujo reaccionando.

En el principio por lo menos, agregando aletas u otros dispositivos a la cacerola basan también podría aumentar la transferencia de calor. En la práctica, los tales dispositivos habría rápidamente el hollín y probablemente produce el más bajo rates de la transferencia de calor global.

o Conducto o la transferencia de calor de flujo de cauce se discute extensivamente en el Capitulo III. modelo empírico para la transferencia de calor del convective en el multipot Se presentan las estufas de en la referencia (21) y generalmente da los resultados similar a aquéllos encontrados para el tipo del cauce stoves. UN simple empírico planean para la transferencia de calor del convective en las estufas de tipo de cauce sigue.

El Análisis empírico de transferencia de calor de Convective En las Estufas del Cauce

La transferencia de calor del convective se da por

$$LA Q DE - HA([T.SUB.1]-[T.SUB.2]) (4)$$

donde la h es el coeficiente de la transferencia de calor; UN es el área de contacto entre el gas caliente y el ser del objeto acalorado, y $([T.sub.1]-[T.sub.2])$ es el la diferencia de temperatura entre el gas caliente y el objeto--en este caso la olla o pared de la estufa.

La h del parámetro o es experimentalmente determinada o, en las causas especiales, teóricamente. Here la relación

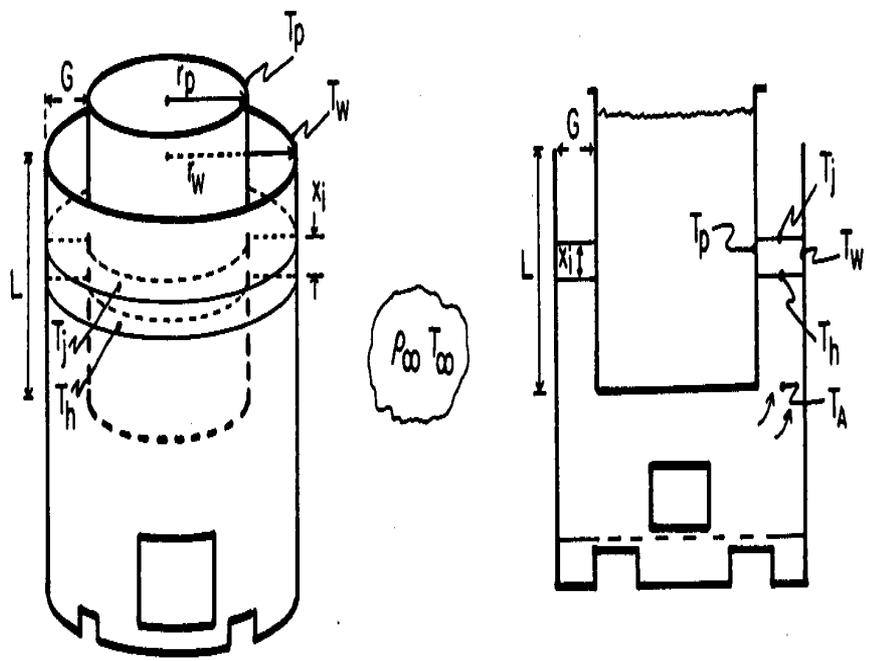
$$NU = EL HG/K (5)$$

se usará, dónde Nu es el número de Nusselt, el kilo es la conductibilidad de aire y el G es la anchura del hueco del cauce a través de que el gas caliente es fluyendo. Para la velocidad baja la transmisión natural en un cauce vertical, la referencia (8) usa $Nu=1.0$. Forced la transferencia de calor de la transmisión resulta la muestra $Nu=7.541$ (3.77 por la pared) para el flujo totalmente desarrollado entre la constante las paredes de temperatura y $Nu=4.861$ cuando una pared se aísla perfectamente (Mesa 2). En la región de la entrada de un conducto el valor de Nu está superior inmóvil (1,2,4,9,10) pero se ignorarán los tales efectos de región de entrada aquí como el las velocidades de flujo son bajas y el cauce es estrecho ($[Re.sub.G]Pr(G)1$ es pequeño (4).

Ahora considere el caso de una una estufa de chimneyless de olla así desplegado en Figura 3.

bse3x152.gif (600x600)

FIGURE 3: Definition of parameters for the empirical convective heat transfer calculation for channel type stoves.



Gasee a la temperatura [T.sub.a] deja el fuego y entra en el espacio entre la olla y la estufa wall. Este testamento espacial anular se trate como plano en el modelo. La temperatura alta del gas y así de baja densidad délo un la tendencia a subir y una cierta presión es generated. al mismo tiempo, la fricción entre el gas y la pared de la estufa y olla se opondrán a esta tendencia para subir con una presión correspondiente drop. La velocidad de gas quiere aumento o disminuye la gaveta exactamente estas dos presiones compitiendo el equilibrio.

En el pasado fluyendo la olla y paredes de la estufa, una suma cierta de calor será transferido del gas caliente--cambiando las caídas de la presión así, las velocidades, y transferencia de calor del convective que de nuevo cambia cuánto calor es perdido del gas, cuánto su temperatura cambia, etc.

Considere un segmento muy pequeño del cilindro ahora, [X.sub.i], con entrar en el gas las temperaturas de [T.sub.h] y terminando las temperaturas de gas de [T.sub.j]. que UNA caída de la presión es generado en este segmento debido a la fricción del gas con las paredes encima de la longitud [X.sub.i] . Assuming una velocidad de gas [U.sub.i] y asumiendo una cinemática la viscosidad [v.sub.i], y densidad [[el rho] .sub.i], qué es determinado por la media temperatura en ese segmento

$$[T.SUB.I] = [[T.SUB.H]+[T.SUB.J]/2 \quad (6)$$

La caída de la presión se da entonces por (Mesa 2 y referencias 4,9) <vea ecuación 7>

bsetab20.gif (600x600)

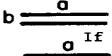
TABLE 2
Some Recommended Heat Transfer Correlations

FORCED CONVECTION DUCT FLOWS: Fully Developed Laminar Flow

- Nu_{H1} : Average Nusselt number for a uniform heat flux from the wall to the fluid in the flow direction and a uniform wall temperature at a particular flow cross section.
- Nu_{H2} : Average Nusselt number for a uniform heat flux both in the flow direction and around the periphery.
- Nu_T : Average Nusselt number for a uniform wall temperature.
- Re: Average Reynolds number for average velocity u .
- D_h : Hydraulic diameter. For duct flows D_h will be approximately $4A/P$ where A is the area and P is the perimeter of the duct. For a rectangular duct, $D_h = 4ab/2(a+b)$ where a and b are the dimensions of a rectangular duct, or $D_h = D$ where D is the diameter of a pipe.
- fRe : f is the Fanning friction factor. $\Delta P = fReL\rho u/(2D_h^2) = fL\rho u^2/2D_h$ where ΔP is the pressure drop and L is the length of the duct.

Nusselt Numbers and Friction Factors For Various Duct Geometries
(Properties are to be evaluated at some mean temperature.)

$Re_x = ux/\nu$; $Nu_x = hx/k$; $\overline{Nu}_x = \overline{hx}/k$; $Gr = gx^3\beta\Delta T/\nu^2$; $pr = \nu/\alpha$

Geometry $L/D_h > 100^*$	Nu_{H1}	Nu_{H2}	Nu_t	fRe_D
	3.608	3.091	2.976	56.9
	4.364	4.364	3.657	64.0
 If $T_1 = T_2$ then $Nu_1 = 4.0$; $Nu_2 = 4.0$	8.235	8.235	7.541	96.0
 INSULATED	5.385	--	4.861	96.0

* (means that values are evaluated far from the entrance)

Example: For a pipe of diameter D with constant wall temperature, the table lists $Nu_p = 3.657$. The heat transfer coefficient is then $h = kNu/D$. For 300 K air flowing through a 0.1 m diameter pipe, far from the en-

bsex153a.gif (77x660)

$$\Delta P_i = [(fRe)_{x_i} \rho_i \nu_i u_i] / 2G^2 \quad (7)$$

Las correcciones debido a los efectos de región de entrada se ignorará de nuevo para $[\delta][P.sub.i]$ como ellos era para el valor del número de Nusselt.

Esta caída de la presión es equilibrada por la presión generó la deuda al la diferencia de densidad del gas caliente, $[[\rho] .sub.i]$, comparó para gasear al ambiente, o <vea ecuación 8>

bsex153b.gif (69x660)

$$\Delta P_i = gX_i (\rho_\infty - \rho_i) \quad (8)$$

donde la g es la aceleración gravitatoria, $g=9.8 \text{ m}/[\text{s.sup.2}]$, y $[\rho][\infty]$ es el la densidad de aire del ambiente.

La pérdida de calor del gas a la olla y las paredes de la estufa son <vea ecuación 9>

bsex153c.gif (165x660)

$$\begin{aligned}
 Q &= A_p [Nu_p k_i / G] (T_i - T_p) + A_w [Nu_w k_i / G] (T_i - T_w) \\
 &= 2\pi r x_i k_i [(Nu_p + Nu_w) T_i - Nu_p T_p - Nu_w T_w] / G
 \end{aligned} \tag{9}$$

donde ha sido supuesto que el $G \ll [r.\text{sub}.p][\text{perspective to}][r.\text{sub}.w]$ [el to]r de perspectiva.

Finalmente, el calor perdido a las paredes por tiempo de la unidad está igual que el calor perdido por el gas caliente fluido que determina su cambio de temperatura. Thus <vea ecuación 10>

bsexx.gif (78x600)

$$Q = (\text{volume flow rate of gas}) \rho_i c_i (T_h - T_j) = 2\pi r G u_i \rho_i c_i [2(T_h - T_i)] \tag{10}$$

donde [c.sub.i] es el calor específico del gas a la temperatura [T.sub.i] en esta sección del conducto.

Pueden resolverse los desconocidos en las ecuaciones anteriores ahora for. Setting el las ecuaciones para el igual de la caída de la presión y para el igual de la transferencia de calor, y usando <vea la ecuación debajo>

bsex154.gif (600x600)

$$\rho_i = P_i / RT_i \quad (11)$$

results in

$$u_i = \frac{2gG^2}{(fRe)\nu_i} \left[\frac{T_i - T_\infty}{T_\infty} \right] \quad (12)$$

and

$$u_i = \frac{x_i k_i RT_i [(Nu_p + Nu_w)T_i - Nu_p T_p - Nu_w T_w]}{2G^2 Pc_i (T_h - T_i)} \quad (13)$$

where $P_i \approx P_\infty \approx P$. Setting these u_i equal and defining

$$\beta = \frac{4gG^4 \rho_\infty}{(fRe)x_i} \quad \text{and} \quad \xi_i = \frac{k_i \nu_i}{c_i} \quad (14)$$

results in

$$\xi_i T_i^2 (Nu_p + Nu_w) - \xi_i T_i (Nu_p T_p + Nu_w T_w) + \beta T_i^2 - \beta T_i (T_h + T_\infty) + \beta T_h T_\infty = 0 \quad (15)$$

Deba un deseo al account para la región de la entrada efectúa, los valor de [el beta](fRe), [Nu.sub.p], y [Nu.sub.w] puede ajustarse apropiadamente.

La conductibilidad térmica, el kilo, viscosidad cinemática, metro, y v, el calor específico, [c.sub.p] de aire es la temperatura dependiente así desplegado en Mesa 3. Fitting un

bsextab3.gif (600x600)

TABLE 3
Property Values of Air at Atmospheric Pressure

T °K	ρ kg/m ³	c_p J/kgK	μ kg/ms	ν m ² /s	k W/mK	α m ² /s	Pr
250	1.4128	1.0053×10 ³	1.488×10 ⁻⁵	10.53×10 ⁻⁶	0.02227	0.1568×10 ⁻⁴	0.722
300	1.1774	1.0057	1.983	16.84	0.02624	0.2216	0.708
350	0.9980	1.0090	2.075	20.76	0.03003	0.2983	0.697
400	0.8826	1.0140	2.286	25.90	0.03365	0.3760	0.689
450	0.7833	1.0207	2.484	31.71	0.03707	0.4636	0.683
500	0.7048	1.0295	2.671	37.90	0.04038	0.5564	0.680
550	0.6423	1.0392	2.848	44.27	0.04360	0.6532	0.680
600	0.5879	1.0551	3.018	51.34	0.04659	0.7512	0.682
650	0.5430	1.0635	3.177	58.51	0.04953	0.8578	0.682
700	0.5030	1.0752	3.332	66.25	0.05230	0.9672	0.684
750	0.4709	1.0856	3.481	73.91	0.05509	1.0774	0.686
800	0.4405	1.0978	3.625	82.29	0.05779	1.1951	0.689
850	0.4149	1.1095	3.765	90.75	0.06028	1.3097	0.692
900	0.3925	1.1212	3.899	99.3	0.06279	1.4271	0.696
950	0.3716	1.1321	4.023	108.2	0.06525	1.5510	0.699
1000	0.3524	1.1417	4.152	117.8	0.06752	1.6779	0.702
1100	0.3204	1.160	4.44	138.6	0.0732	1.969	0.704
1200	0.2947	1.179	4.69	159.1	0.0782	2.251	0.707
1300	0.2707	1.197	4.93	182.1	0.0837	2.583	0.705
1400	0.2515	1.214	5.17	205.5	0.0891	2.920	0.705
1500	0.2355	1.230	5.40	229.1	0.0946	3.266	0.705
1600	0.2211	1.248	5.63	254.5	0.100	3.624	0.705
1700	0.2082	1.267	5.85	280.9	0.105	3.977	0.705
1800	0.1970	1.287	6.07	308.1	0.111	4.379	0.704
1900	0.1858	1.309	6.29	338.5	0.117	4.811	0.704
2000	0.1762	1.338	6.50	369.0	0.124	5.260	0.702

reference 4

exponencial a este datos alrededor de T=800K da <vea la ecuación debajo>

bsex16a.gif (348x660)

$$\nu_i = 82.29 \times 10^{-6} (T/800)^{1.626} \quad \text{m}^2/\text{s} \quad (16a)$$

$$k_i = 0.05779 (T/800)^{0.7459} \quad \text{W/mK} \quad (16b)$$

$$c_i = 1.0978 \times 10^3 (T/800)^{0.176} \quad \text{J/kgK} \quad (16c)$$

and thus

$$\xi_i = 1.777 \times 10^{-15} T^{2.2} \quad \text{kgm/s}^2 \quad (16d)$$

Insertando esto en (15) da <vea ecuación 17>

bsexxvii.gif (181x726)

$$1.777 \times 10^{-15} (Nu_p + Nu_w) T_i^{4.2} - 1.777 \times 10^{-15} (Nu_p T_p + Nu_w T_w) T_i^{3.2} + \beta T_i^2 - \beta T_i (T_h + T_\infty) + \beta T_h T_\infty = 0 \quad (17)$$

Para una temperatura de gas, [T.sub.h], entrando en un segmento [x.sub.i], la media temperatura [T.sub.i] y de la temperatura terminando [T.sub.]can se determine ahora seleccionando las raíces físicamente razonables de ecuación (17) . Determining el calor transfiera para un conducto entero es ahora simplemente un proceso de iterating encima de cada uno del [x.sub.i] determinar la entrada condiciona ([T.sub.h])i+1 para el próximo la sección [x.sub.i+1] . De estas temperaturas, uno puede calcular el medio gas las velocidades, transferencias de calor del temperatures,, etc., encima de la longitud entera de el stove. UN cheque útil en la solución es que el flujo de masa <vea ecuación 18>

bsex18.gif (106x660)

$$\dot{M} = M(\text{kg})/t(\text{sec}) = 2\pi r G u_i \rho_i = 2\pi r G u_{i+1} \rho_{i+1} \quad (18)$$

es constante para la longitud entera del duct. que el cuidado Considerable también debe se tome para escoger la raíz físicamente razonable [T.sub.i] de ecuación (17) .

El modelo anterior determina los rates de flujo y transferencias de calor en el cauce que asume una temperatura de gas inicial a la entrada del cauce. En vuélvase, la temperatura de gas y rates de flujo determinan el poder de fuego combinado y factor. aéreo excesivo por ejemplo, si es supuesto que un tercio del energía soltada por el fuego está en los gases calientes cuando ellos entran en el cauce, el coeficiente de exceso de aire, [el lambda], puede determinarse resolviendo <vea ecuación 19>

bsex19.gif (104x726)

$$6 \text{ MJoules} = (1+5\rho_{\infty}\lambda)c_p(T_g - T_a) \quad (19)$$

Aquí, un tercio de la energía soltado quemando 1 kg de madera seca ha sido ponga al igual a la masa de los tiempos de gases calientes su calor específico y la temperatura sobre ambient. El factor 5 viene de la cantidad de aire necesitado para la combustión del stoichiometric con 1 kg de wood. Con el calculado el rates de flujo y el coeficiente de exceso de aire anterior, el poder de fuego es <vea la ecuación debajo>

bsex20.gif (118x660)

$$P = 18 \times 10^6 \dot{M} / (1+5\rho_{\infty}\lambda) \text{ watts} \quad (20)$$

Un programa de computadora simple que resuelve este system es adjunto y el el datos en salida se muestra en el texto (vea nota 20) . Due a la falta de la precisión en las correlaciones usadas y a la simplificación excesiva de el propio modelo, allí tienda a ser un poco de desviaciones del requisito que el flujo másico es constante, particularmente para los cauces muy estrechos, donde la transferencia de calor es la mayoría del abrupt. que Estas variaciones normalmente son menos que 10% . Para los cauces muy estrechos, típicamente 3 mm o menos, hay también a menudo los problemas encontrando las raíces físicamente razonables [T.sub.i] de la ecuación (17) . Finally, estas mismas simplificaciones y aproximaciones causado al modelo para acercarse el límite de eficacia de repente en lugar de el asymptotically (la Figura III-9A) . Practically, éstos son de interés pequeño.

Los parámetros básicos para este modelo eran [Nu.sub.p]=4.86; [Nu.sub.w]=0; el $fRe=24$; y [T.sub.g] se muestran =900 K y rendimiento para estos parámetros en el Capitulo III. Que el modelo es generalmente robusto se verificó por el calor del convective variando transfiera los coeficientes para la olla y la pared, las temperaturas de gas de entrada, el tamaño del paso numérico, y una variedad de otro factors. En todos los casos el la conducta del modelo generalmente seguía siendo por ejemplo los same., mientras cambiando el número de Nusselt para la olla de 1.0 a 8.0 no tenía el efecto esencialmente en la forma de la curva, por ejemplo, Figura III-9A, pero el cauce abre boquete en para un 50% eficacia del cauce varió de 4.3 mm ([Nu.sub.p]=1) a 7.2 mm ([Nu.sub.p]=8) .

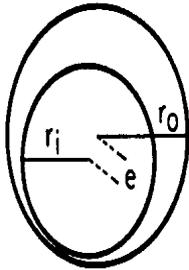
Los dos de éstos realmente están cerca del hueco del cauce de 6.4 mm para el caso de [Nu.sub.p]=4.86 (el centímetro de $L=5$, [el K de T.sub.g]=900) . Similarly, aumentando la temperatura de gas de entrada, de 700 K a 1300 K no cambió la forma general de la curva (La figura III-9A); pero sólo cambió su position., el cauce, por ejemplo abra boquete en para 50% eficacia del cauce cambiada de 7.0 mm (700 K) a 8.9 mm (1300 K) para un 10 centímetro el cauce largo.

El modelo anterior asume un cauce constante gap. En la práctica, la olla quiere no se centre perfectamente ni la estufa absolutamente alrededor. Como discutido en El capitulo III, esto puede reducir la transferencia de calor fuertemente como el ligeramente las secciones más anchas tienden a perder cantidades muy grandes de calor. La razón para ésta es la variación grande en la caída de la presión con el hueco del cauce (la ecuación 7) . UNA cuña del conducto con un hueco ligeramente más grande sufrirá mucho

las caídas de la presión menores, $1/[G.\text{sup.}2]$, para que los gases calientes fluyeran fuera del la estufa muy más fácil a ese point. Mesa 4 lista estos punto en detalle.

bsextab4.gif (600x600)

TABLE 4
Pressure Drops and Heat Transfers in Eccentric Annular Ducts



$$e^* = e / (r_o - r_i)$$

$$r^* = r_i / r_o$$

$$fRe = 24 / (1 + 1.5e^*)$$

e^*	$fRe(r^*=0.9)$	$Nu_{H_1}(r^*=0.9)$
0.00	24.000	8.232
0.01	23.645	8.226
0.10	20.870	7.667
0.20	18.462	6.422
0.40	15.000	4.192
0.60	12.632	2.975
0.80	10.909	2.324
0.90	10.213	2.106
0.99	9.658	1.947

Reference 10

Un cálculo relacionado se ha hecho para la transferencia de calor del convectivo a las ollas segundas y subsecuentes de una estufa del multipot y se describe en detalle en (21) . En el general, sin embargo, no se recomiendan los planes del multipot incluso cuando su rendimiento térmico total es alto porque es mismo difícil para controlar el calor entrado a cada uno de las ollas eficazmente individualmente de un fuego.

Aunque el modelo empírico anterior es útil describiendo el esperado las tendencias en la actuación del conducto con los cambios dimensionales, gas las temperaturas, y otros factores, no se espera que sea un exacto el predictor de performance. para hacer más con precisión que, el análisis numérico de las ecuaciones de la capa isoterma (1-3) es las Referencias de necessary. (3,22-25) es revisiones particularmente útiles de esto.

Para las diferencias de temperatura bajas, la aproximación de Boussinesq que pone [el rho], [el micro], kilo, y [c.sub.p] constante por todas partes excepto el término $g([\rho][\infty][\lambda]-[\rho])$ se usa.

Las soluciones numéricas en este caso para las geometrías particulares se dan por (26-27), y con la dependencia de tiempo por (33) . Para las estufas mejoradas, temperatura se encuentran diferencias de varios cientos grados encima de las distancias de un pocos millimeters. Bajo estas condiciones, la aproximación de Boussinesq es menos exacto (6) y otras técnicas son necesarias, como descrito en (3,14,28-29) .

En la suma, los flujos en las estufas mejoradas son manejados por las fuerzas ascensionales que los regalos las dificultades adicionales obteniendo las soluciones numéricas estables. Las varias técnicas manejaban que estas dificultades se describen en las referencias (3,23-25,28,30-32) .

Por los flujos del conducto sólo la geometría del conducto es conocida En el particular, y el presione en la ecuación (2) sobre es un variable. que Esto requiere a una suma a las ecuaciones (1-3) para allí para ser una solución y normalmente se hace por requiriendo el flujo másico en el conducto ser constante (3). <vea ecuación 21>

bsex21.gif (102x798)

$$\int_{\text{duct}} \rho v dy = \dot{M} \quad (21)$$

Las referencias (26-27) entonces resuelva el system de ecuaciones en diferencias generado de las ecuaciones (2,3,21) y usa los resultados en la ecuación (1) para determinar la velocidad v. Tal un procedimiento no es totalmente mismo consistent. En contraste, referencias (3,31-32) resuelva las ecuaciones (1-3) y varia el iteratively de p hasta la ecuación (21) es satisfied. Para el lector interesado, programas de computadora detallados que resuelven estas ecuaciones se ceden (3).

Finalmente, es útil notar del análisis anterior que hay un el número de " factores de la balanza " que entran en el plan de la estufa. Algunos de éstos se lista en Mesa 5. Como un ejemplo, considere lo que pasa cuando una estufa y se cambian olla y todas las dimensiones asociadas en la balanza por un factor de dos--es decir, ellos son todos doblados (o partía en dos) en el tamaño. En ese caso, la energía necesitó calentar los aumentos de la olla por su volumen o [tiempos de D.sup.3]=[2.sup.3]=8 donde el D es el diámetro de la olla, pero la energía disponible del fuego sólo aumentos por su área o [D.sup.2]=4 times. Éste es un resultado del calor el ser requerido determinado por el volumen de la olla mientras el calor proporcionó es aproximadamente determinado por el área del fire. El efecto adelante varios otro pueden estimarse aspectos de actuación de la estufa semejantemente de Mesa 5.

MESA 1

Las correlaciones, Definiciones, y Parámetros en la transferencia de calor de Convective

La longitud característica--la dimensión primaria que determina la conducta del system: Para un fluido limitado en sólo un lado, la longitud característica, del system serían la distancia del borde de ataque del que limita la pared; para el flujo entre dos paredes sería la distancia entre ellos; y para el flujo en una cañería sería el diámetro interno.

El flow: desarrollado Cuando el fluido entra en el conducto primero, hay rápidamente las velocidades fluidas cambiantes muy cerca de la pared del conducto, y un relativamente que los unperturbed constantes fluyen la velocidad al centro del duct. que Esto es conocido como la región de la entrada y los coeficientes de la transferencia de calor son un poco superior que lleve más allá río abajo. Con la distancia en el conducto, éstos aparecen capas isotermas de fluido (con rápidamente velocidad cambiante según la distancia de la pared del conducto) crezca más espeso hasta que ellos unen al centro del conducto. Que es, el flujo por el entero El conducto de ha sido perturbador por la fricción con el wall. Este punto en está conocido como la región desarrollada. En esta región la velocidad de flujo tiene un perfil parabólico. más precisamente, se dice que un flujo del conducto es totalmente desarrolló cuando las velocidades de flujo relativas por la anchura del cauce ya no están cambiando a lo largo de la longitud del conducto.

El número de Grashof, Gr , : $Gr = g[\beta]([T_{sub.w}] - [T_{sub.\infty}]) [x_{sup.3}] / [v_{sup.2}]$ donde la g es la deuda de aceleración a la gravedad, $[T_{sub.w}]$ es la temperatura de la pared, y $[T_{sub. [la\ inifinidad]}$ es la temperatura fluida lejos de la pared, y el x es la dimensión característica del system. Gr da la magnitud del pariente de fuerza flotante al viscoso force. las fuerzas Flotantes generalmente sólo son importantes en la transmisión natural fluye.

La Ley de Gas ideal: $PV = nRT$ dónde el P es la presión, el V es el volumen, y el T es La el-temperatura de de n , los lunares del gas. R es el gas universal constante $R = 8.314 \text{ J/[DEGREES]KMOLE}$.

La viscosidad cinemática, la ν , : el $\nu = [\mu] / [\rho]$ donde $[\rho]$ es la densidad fluida. la ν da el Rate de a que la velocidad adquirida difunde a través de una deuda fluida al movimiento molecular

El flow: laminar UN flujo es el termed laminar cuando sus capas de flujo, o hace aerodinámico, es liso, incluso, bien pidió, etc. Esta condición normalmente ocurre para las velocidades fluidas relativamente bajas.

El Fluido de Newtonian: $[\tau] = [\mu]u(du/dy)$ por la definición de un fluido del newtonian dónde $[\tau]$ es el esfuerzo cizallante o fuerza por el área de la unidad en una capa fluida limitando o aparecen y están en la dirección de flujo fluido; u es la velocidad en el

La dirección de de flujo fluido, el x , Figura 1; y $[\mu]$ es la viscosidad dinámica.

El número de Nusselt, Nu , : $Nu(x) = [h \cdot sub.x] / k$ donde $[h \cdot sub.x]$ es el calor del convectivo local transfieren el coeficiente, el x es la longitud característica del system, y El kilo de es la conductibilidad térmica del fluid. Porque la h es aproximadamente dado por el $k / [\delta]$ donde $[\delta]$ es el espesor del límite termal local La capa de , el número de Nusselt es el $x / [\delta]$ o la proporción de la característica La longitud de del system al espesor de la capa isoterma termal local.

Peclet numeran, Pe : $Pe = RePr$ El número de Peclet es una medida del la importancia relativa de transmisión contra los mecanismos de la conducción dentro de el fluido.

El número de Prandtl, Pr : $Pr = \nu / [\alpha]$ Pr es una medida de la habilidad del fluido a la velocidad adquirida difusa, ν , comparada a su habilidad dado difundir el calor, $[\alpha]$. Para gasea, el número de Prandtl es casi constante con la temperatura y es aproximadamente .68 para el aire.

El número de Rayleigh, Ra : $Ra = GrPr$,

El número de Reynolds, $Re(x)$: $Re(x) = [u \cdot sub. [\infty] x] / \nu$ donde $[u \cdot sub. [la \infty]]$ es la velocidad de la corriente libre del fluido y x es la longitud característica del system. El El número de Reynolds de es la proporción de fuerzas inerciales en el fluido al las fuerzas viscosas. La transición de laminar a la corriente turbulenta es describió por un valor crítico de $Re(x)$. Para el flujo a lo largo de una sola pared este valor crítico es típicamente $Re = 5x[10 \cdot sup.5]$; para el flujo en una cañería es típicamente $Re = 2300$.

El número de Stanton, St : $St = h / [\rho] c \cdot sub.p [u \cdot sub. [\infty]] = Nu / Pe$ da la proporción de calor del convected transfieren a que casi transferible si las temperaturas fueran igualadas.

La Difusión termal, $[\alpha]$: $[\alpha] = k / [\rho] c$ donde el kilo es la conductibilidad térmica, $[\rho]$ es la densidad, y el c es el calor específico del fluid. $[\alpha]$ da el rate a que el calor puede difundir a través de una substancia.

El flow: turbulento UN flujo es el termed turbulento cuando sus perfiles aerodinámicos son al azar el intermixed y desordenó. que Esta condición normalmente ocurre para las velocidades fluidas relativamente superiores.

El coeficiente de dilatación de volumen, <vea la ecuación>

bsex158.gif (135x230)

$$\beta: \beta = \frac{1}{V} \left[\frac{\partial V}{\partial T} \right]_P$$

Para los gases ideales [el beta]=1/T.

MESA 5

Algunos factores de escala en el Plan de la Estufa

El Olla diameter/fire diámetro D/D

La Olla de al estufa pared cauce gap/length G/L

FACTOR LAS BALANZAS DE COMO

La Energía de necesitó calentar una olla al boiling [D.sup.3]

El Energia rate disponible del fire [D.sup.2]

El Máximo fuego tamaño (limitó por el D de escape) de gas

La transferencia de calor de dentro del cauce DL/G

La caída de la presión de en el cauce L/[G.sup.3]

EL PROGRAMA DE COMPUTADORA PARA EL MODELO EMPÍRICO DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE CONVECTIVE

```

5 CLES :BEEP
10 CLARO
15 LPT1 " ABIERTOS ": PARA EL RENDIMIENTO COMO #1
16 IMPRESIÓN " QUE TODAS LAS UNIDADES ESTÁN EN LOS KILOGRAMOS, METROS, SEGUNDOS, LOS GRADOS LOS KELVIN AND
VATIOS "
17 ENTRADA " ENTRA EN LA LONGITUD DEL CAUCE, L, LA ANCHURA DEL AND, LL "; LA L, LL,
20 S=200*L
25 QQ(S OSCUROS), VV(S), TT(S)
30 ENTRADA " ENTRA EN LA TEMPERATURA DE GAS, TG "; TG
110 d = .3 `Diameter de olla
112 TW=373: TP=373: TA=300 `Temperatures de pared, olla, y ambiente
115 REM SET EL NUSSELT NÚMEROS AND FACTOR DE FRICCIÓN COMO DESEADO
120 NUP=4.86: ¡NUW=0! : ¡FR=24! `NUW=0 corresponde a una pared perfectamente aislada
130 DA=1.1774 la densidad del aire de `Ambient
200 TB=TG ' la temperatura de los juegos al fondo de primer igual del segmento a entrar en la temperatura de
gas
300 XI=L/S `Length de segmento
310 B=39.2*DA*LL^4/(FR*XI)
400 PARA EL J=1 TO S PASO 1
500 Y=10 la temperatura de `Increments por 10 grados en la búsqueda para la raíz
510 T1=TB
520 F1=1.78E-15*(NUP+NUW)*T1^4.2-1.78E-15*(NUP*TP+NUW*TW)*T1^3.2+B*T1^2-B*(TB+TA)*T1+B*TB*TA
600 PARA I=1 TO 60 PASO 1
610 T2=T1-Y*I
620 F2=1.78E-15*(NUP+NUW)*T2^4.2-1.78E-15*(NUP*TP+NUW*TW)*T2^3.2+B*T2^2-B*(TB+TA)*T2+B*TB*TA
640 G=F1-F2
650 SI el G <=0 GOTO 700 ' el cheque para ver si ha cruzado raíz, F=0, entre F1 y F2,
660 F1=F2 ' pone arriba para luego cheque para determinar el traspaso
670 PRÓXIMO 1
700 SI SI <=1 GOTO 750
710 Y=1 ' el iterates por un incrementos del grado
720 T1=T2+10 ' la temperatura de los aumentos a eso al traspaso de raíz
730 GOTO 520
750 T2=T2+ABS(F2)/(ABS(F1)+ABS(F2)) ' la interpolación lineal de raíz de T2 de los valor de la función
810 VI = .0000823*(T2/800) ' 1.626

```

```

820 KI = .05779*(T2/800) ' .746
900 QI=3.14*D*XI*KI*NUP*(T2-TP)/LL ' el medio flujo de calor en la sección
910 UI=19.6*LL'2*(T2-TA)/(FR*VI*TA) ' la velocidad media en la sección
1000 QQ(J)=QI: VV(J)=UI: TT(J)=T2
1100 TB=2*T2-TO ' calcula la temperatura a la cima de sección actual y fondo de próxima sección
1200 PRÓXIMOS J
1290 SQ=O: SM=O
1400 IMPRESIÓN #1, " L ="; LA L, " LL ="; LL, " D ="; EL D
1410 IMPRESIÓN #1, " TG ="; TG, " NUP ="; NUP, " NUW ="; NUW, " FR ="; FR
1450 REM PRINT #1, " TEMP "; HEAT "; VEL "; LA MASA "
1500 PARA EL IP=1 TO S PASO 1
1510 MF=3.14*D*LL*VV(IP)*DA*TA/TT(IP) ' el flujo másico en cada sección
1520 GOTO 1530 ' esto desvia el paso a paso la copia impresa
1521 IMPRESIÓN #1, USANDO " #####. ###"; TT(IP);
1522 IMPRESIÓN #1, USANDO " #####. ###"; QQ(IP);
1523 IMPRESIÓN #1, USANDO " #####. #####"; VV(IP);
1524 IMPRESIÓN #1, USANDO " #####. #####"; EL MF
1530 SQ=SQ+QQ(IP) ' la suma de flujos de calor en cada sección
1535 SW=SM+MF ' la suma de flujo másico en cada sección
1540 PRÓXIMOS IP
1545 MFA=SM/S ' el medio rate del flujo másico
1550 CG=1097.8*(TG/800) ' .176 ' el calor específico de gas que entra en el cauce
1555 XSR = el .17*(6000000!/(CG*(TG-TANTALIO)) -1) ' el aire excesivo si .33 energía de fuego en gases
calientes que entran en el cauce
1560 PF=18000*MFA/(1+5.885*XSR) ' el poder de fuego total para el rate de flujo de promedio y el coeficiente
de exceso de aire supuesto
1561 PFQ=MFA*CG*<TG-TANTALIO) ' la energía total de gases en el cauce basó el rate de flujo por término medio

1565 EFT=(TG-TT(S)) / (el TG-TANTALIO) ' la eficacia basó en el cambio de temperatura de gas
1570 EFG=SQ/PFQ ' el flujo de calor a olla obtenida agregando el Q=hAdT de cada segmento
1575 MFA=SM/S ' el medio rate de flujo de gas
1580 SQT=EFT*PFQ ' el flujo de calor a la olla (el nuw=0) basado en el cambio de temperatura en el gas
1601 IMPRESIÓN #1, " PICOFARADIO =";
1602 IMPRESIÓN #1, USANDO " ###, #####"; EL PICOFARADIO;
1603 IMPRESIÓN #1, " EFT =";
1604 IMPRESIÓN #1, USANDO " #. #####"; EFT;
1605 IMPRESIÓN #1, " EFQ ",;

```

1606 IMPRESIÓN #1, USANDO " #. #####"; EFQ;
 1607 IMPRESIÓN #1, " QF =";
 1608 IMPRESIÓN #1, USANDO " #####. #####"; SQ;
 1609 IMPRESIÓN #1, " MFA =";
 1610 IMPRESIÓN #1, USANDO " ##. #####"; MFA
 1620 IMPRESIÓN #1, " PFQ =";
 1621 IMPRESIÓN #1, USANDO " #####. ###"; PFQ;
 1622 IMPRESIÓN #1, " QFT =";
 1623 IMPRESIÓN #1, USANDO " #####. #####"; SQT
 1700 PITIDO
 1800 EXTREMO

EL APENDICE LA RADIACIÓN DE C:

Todas las sustancias emiten la radiación electromagnética continuamente debido al el movimiento molecular y atómico asoció con la energía interior del el material. En el estado de equilibrio, esta energía interior es proporcional a la temperatura de la substancia. Textos básicos que discuten la radiación y la transferencia de calor de la radiación se lista en detalle como las referencias (1-3).

Para la radiación electromagnética en un vacío, la longitud de onda y frecuencia está relacionado por la ecuación <vea ecuación 1>

bsexel.gif (92x798)

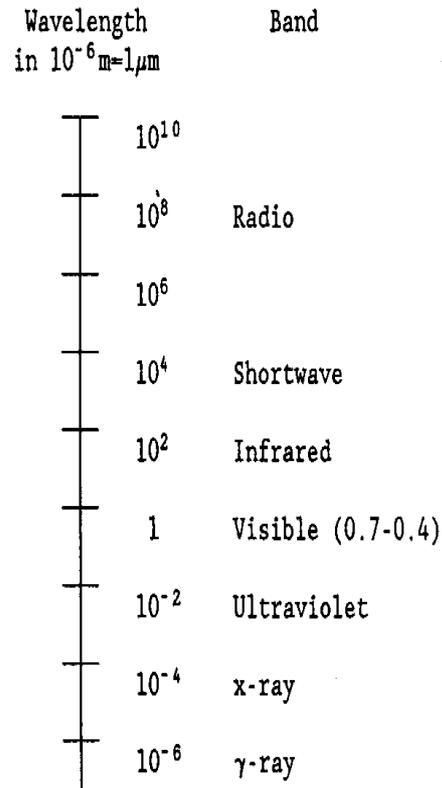
$$\lambda\nu = c$$

(1)

donde el c es la velocidad de luz, $c=2.998 \times 10^{sup.8}$ el m/s. Figure 1 relaciona el

bse1x168.gif (600x600)

FIGURE 1:
The Radiation Spectrum



las varias vendas de radiación a su longitud de onda. La energía en un solo el fotón de radiación se relaciona a su frecuencia por la ecuación <vea ecuación 2>

bsexex2.gif (90x877)

$$E = h\nu \quad (2)$$

donde la h es la constante de Planck, $h=6.6256 \times 10^{-34}$ Js.

La habilidad de un objeto dado emitir la radiación se da por su emissivity [el epsilon] y normalmente es una función de la longitud de onda de la radiación. Mesa 1 las listas el promedio (la frecuencia independiente) el emissivities para una variedad de los materiales comunes. Semejantemente, la habilidad de un objeto dado absorber la radiación normalmente es la longitud de onda dependiente y se da por [el alpha]([lambda]). El emissivity y los absorptivity de un material son iguales, [el alpha]([lambda]) = [el epsilon]([lambda]).

Objetos que son los absorbentes perfectos (los emisores), [alpha]=1.0, de radiación, sin tener en cuenta la longitud de onda está conocido como el blackbodies. Si ellos sólo absorben un fraccione $0 < [\alpha] < 1.0$ de la radiación chocando con que ellos están conocido como el graybodies. Los reflectores perfectos tienen [alpha]=0.0.

Para un cuerpo negro, la energía térmica se radia a un rate dado por el Stefan-Boltzmann la ley <vea ecuación 3>

bsexex3.gif (93x726)

$$Q = \sigma AT^4 \quad (3)$$

donde [la sigma] es la constante de Stefan-Boltzmann, [sigma]=5.6697x[10.sup.-8] W/[m.sup.2] [K.sup.4], UN es el área emitiendo del objeto en los metros del cuadrado, y T su temperatura en los grados Kelvin. que Esto emitió la radiación tiene una intensidad máxima al longitud de onda dada por la ley de Wien <vea ecuación 4>

bsexex4.gif (92x798)

$$\lambda_{\max} T = 2897.8 \mu\text{m}^\circ\text{K} \quad (4)$$

Para el graybodies, la ley de Stefan-Boltzmann se modifica como <vea ecuación 5>

bsexex5.gif (92x798)

$$Q = \epsilon \sigma AT^4 \quad (5)$$

Como puede verse, la energía total radiada por un cuerpo negro (o el cuerpo gris) es fuertemente la temperatura dependent. Increasing la temperatura sólo 10 los aumentos por ciento el rendimiento de calor por [(1.1) .sup.4] o casi 50 por ciento.

MESA 1

Emittance [el epsilon] [perpendicular a] En La Dirección De La Superficie Normal

material [el degrees]C [el epsilon] [perpendicular a]

Metales:

El rolled aluminio, luminoso 170 .039

, pintura 100 .2 - .4

, oxidado a 600[degrees]C 300 .13,

Chrome, polished 150 .058

Planche, el etched luminoso 150 .128

, el abrades luminoso 20 .24

, la red oxidó 20 .61

, el de laminación de acero 20 .77

" " 130 .60

, pesadamente encostrado 20 .85

, oxidado termorresistente 80 .613

Niquele, el matte 100 .041 luminoso

El acero inoxidable 301 260 .18

Acero inoxidable 347, oxidó

a 1100[degrees]C 300 .87

Estaño, el sheet férrico estañado luminoso 38 .08

Las pinturas:

Blanco 100 .925

la mata Negra 80 .970

Los pigmentos:

El Negrohumo de 52 .94

El Vela hollín 52 .95

La Red de ([Fe.sub.2][O.sub.3]) 52 .96

Misceláneo:

Brick, bombardee con morteros, yeso 20 .93

Concrete 30 .94
Fired de arcilla 67 .91
Refractory enladrillan, ordinary 1100 .59
blanco 1100 .29
cromo oscuro 1100 .98
Sand 25 .90

References (1,2)

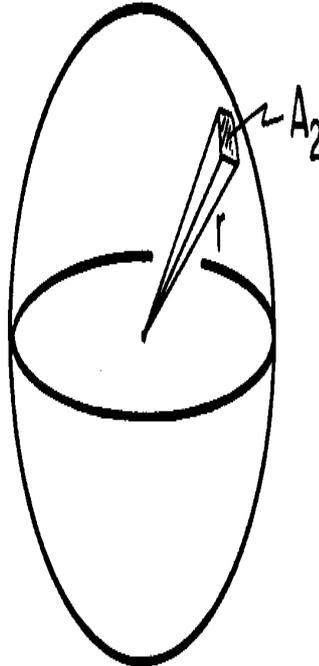
Al mismo tiempo que un objeto está emitiendo la energía radiante que también es energía absorbente emitida por otros objetos. Un " factor " de vista [F.sub.12] pueda entonces se defina como el fragmento de energía total radiado por superficie 1 que es interceptado por superficie 2.

En el caso más simple de una fuente puntual que radia los exteriores esféricamente, un la sección pequeña de una cáscara esférica circundante interceptará un fragmento

([A.sub.2]/4[pi][r.sup.2]) de la energía radiada por esta fuente (Figura 2). Así, en esto

bse2x168.gif (486x486)

FIGURE 2: Point Source Radiating
to a Spherical Shell.



embale, $[F_{sub.12} = A_{sub.2} / 4[\pi r_{sup.2}]$ y el calor de punto 1 que llega a
aparezca 2 es <vea ecuación 6>

bsex6.gif (116x726)

$$Q = \frac{\epsilon_1 \sigma A_2 T_1^4}{4\pi r^2} \quad (6)$$

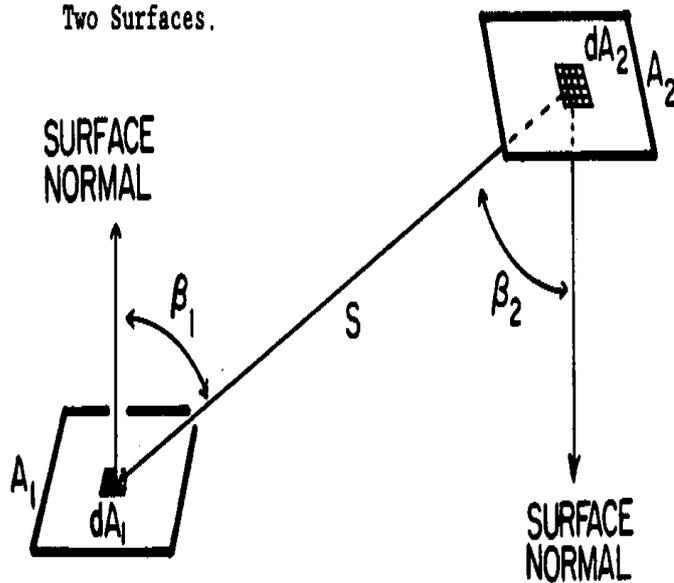
donde [el epsilon][sub. perpendicular a], es el emissivity a los ángulos rectos (normal) a la superficie.

Debe notarse que esta transferencia de calor es muy sensible al distancia entre los dos; doblando la distancia r reduce el calor transfiera por cuatro veces.

En el caso más general, el traslado del calor radiante debe calcularse por integrando la " vista " un elemento de la superficie tiene del otro encima de ambos las superficies enteras. Con los parámetros como definido en Figura 3, <vea ecuación 7>

bse3x168.gif (540x540)

FIGURE 3: Definition of Parameters
For The Viewfactor Between
Two Surfaces.



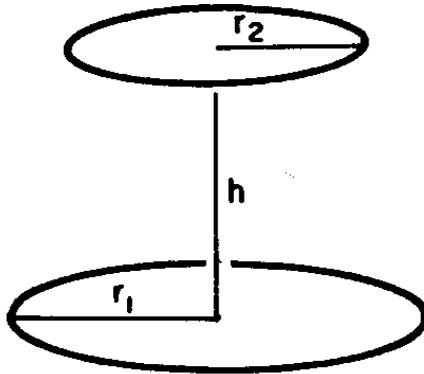
bsexe7.gif (116x726)

$$F_{12} = \frac{1}{A_1} \int_{A_1} \frac{1}{\pi} \int_{A_2} \frac{\cos\beta_1 \cos\beta_2}{S^2} dA_2 dA_1 \quad (7)$$

Para el caso de dos discos llanos que nos enfrentan en el mismo eje, Figure 4,

bse4x172.gif (437x437)

FIGURE 4: Geometry For The View factor Between The Firebed And Pot



este integral da <vea ecuación 8>

bsexex8.gif (129x726)

$$F_{12} = \frac{1}{2} \left[\frac{\left[\frac{h}{r_2} \right]^2 + 1}{\left[\frac{r_1}{r_2} \right]^2 + 1} - \left[\frac{\left[\frac{h}{r_2} \right]^2 + 1}{\left[\frac{r_1}{r_2} \right]^2 + 1} \right]^2 - \frac{4}{\left[\frac{r_1}{r_2} \right]^2} \right]^{0.5} \quad (8)$$

Se dan gráficos de esta función en el Capítulo III. La vista factoriza para se dan otras geometrías particulares en las referencias (1-4).

De la definición del factor de vista como el fragmento de la energía total radiado por superficie 1 que se intercepta por superficie 2, un adjunto la superficie i da la identidad <vea ecuación 9>

bsex9.gif (127x798)

$$\sum_k F_{ik} = 1 \quad (9)$$

donde el kilo de las superficies es todas las otras superficies que incluyen la superficie i.

El calor radiante neto perdió o ganó por la superficie que i es la diferencia entre el calor radia y que que absorbe de otro radiar las superficies. Así, para el blackbodies (vea ecuación 10>

bsexel0.gif (129x726)

$$Q_i = \sigma A_i T_i^4 - \sum_k \sigma A_k F_{ki} T_k^4$$

Por la simetría hay la relación finalmente, entre la superficie i y k de la superficie
<vea ecuación 11>

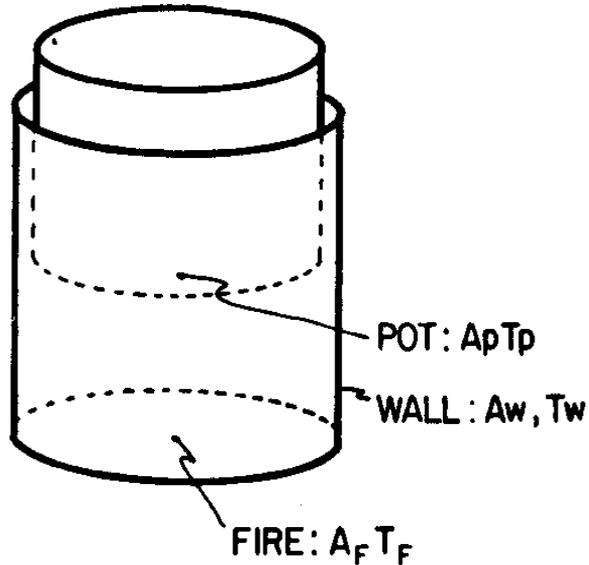
bsexel1.gif (129x726)

$$A_i F_{ik} = A_k F_{ki} \quad (11)$$

Con estas ecuaciones el traslado radiante para una variedad de geometrías simples puede determinarse. Por ejemplo, considere el balance de caldeo adelante el la superficie interna de la cámara de combustión cilíndrica mostrada en Figura 5. Como

bse5x172.gif (486x486)

FIGURE 5: Geometry For Radiant Heat Balance Inside A Cylindrical Combustion Chamber



la propia pared intercepta mucho del calor que radia, su ganancia de calor neta, debe escribirse como la diferencia entre lo que la pared radia específicamente a la olla y fuego y que qué se radia por la olla y dispare a la pared. Es supuesto que las superficies son todo el perfecto

los absorbentes, [el epsilon]=1. Para el interior de una estufa del woodburning esto es un bueno la aproximación como las paredes y olla será pesadamente los sooted. Así, <vea ecuación 12>

bsexel2.gif (116x726)

$$Q_w = \sigma A_f F_{fw} T_f^4 + \sigma A_p F_{pw} T_p^4 - \sigma A_w (F_{wp} + F_{wf}) T_w^4 \quad (12)$$

La ecuación usando (11) y notando esa simetría da [A.sub.f][F.sub.fw] = [A.sub.p][F.sub.pw], esto simplifica a <vea ecuación 13>

bsexel3.gif (127x798)

$$Q_w = \sigma A_f F_{fw} (T_f^4 + T_p^4 - 2T_w^4) \quad (13)$$

Finalmente, por la ecuación (9) <vea ecuación 14>

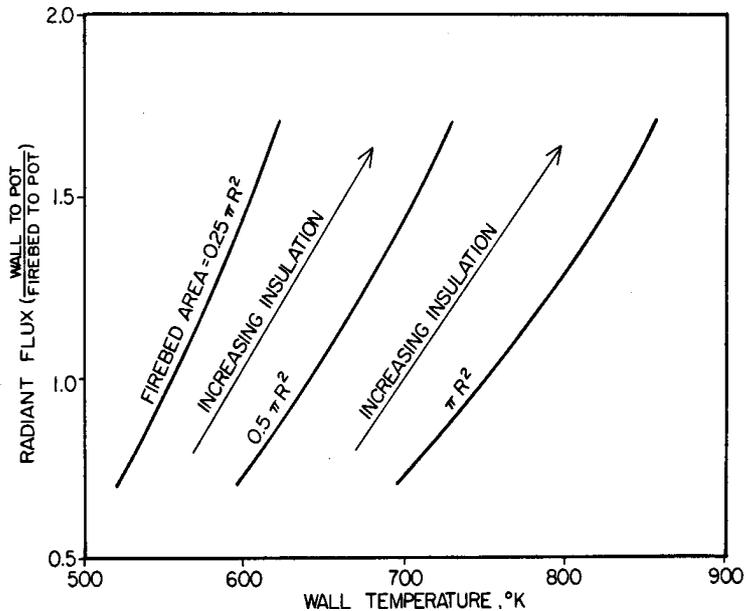
bsexel4.gif (104x726)

$$F_{fw} = 1 - F_{fp} \quad (14)$$

y [F.sub.fp] se da por la ecuación (8). Los resultados de cálculos basaron adelante las ecuaciones (3,5,8,13,14) y las temperaturas de la pared como determinado por el modelo desarrollado en el Apéndice A se presenta en figura 6. Como visto, bien

bse6x172.gif (600x600)

FIGURE 6: Wall To Pot Radiant Flux Compared To Firebed To Pot Radiant Flux For Different Wall Temperatures And Firebed Areas. As seen, larger firebed areas lead to higher wall temperatures. Heavily insulated walls can increase the radiant heat flux to the pot by about 1.5 times compared to poorly insulated walls. The wall to pot radiant flux is large due to its large area, equal to 2β , where β is the ratio of the firebed to the pot area, and its large view factor, roughly twice that of the firebed to pot. Combined, these make up for the lower wall temperature.



las paredes aisladas pueden aumentar substancialmente calor radiante de la olla.

En el caso más general [el epsilon][not los to]1 iguales y las reflexiones múltiples entre el diferente deben considerarse las superficies.

Para el lector interesado hay numerosos factores adicionales en radiante la transferencia de calor de los fuegos digno de consideración. Aunque la radiación de las llamas una porción pequeña de la energía total soltada por es el dispare, típicamente menos de aproximadamente 14% (5), juega un papel crucial en el el proceso de la combustión él. La energía radiante de los calores de llamas la madera y suelta más volatiles que quema en la llama, mientras manteniendo el la combustión y controlando, en parte, su rate.

Entender el emissivity de una llama requiere el conocimiento del luminoso (amarillo) las emisiones del hollín ardiente que actúa como una nube de miniscule el blackbodies así como de las emisiones de la venda moleculares infrarrojas del los productos de la combustión, principalmente [CO.sub. 2] y [H.sub.2]O. la Referencia (6) calcula el la extinción detallada y esparciendo los coeficientes para una nube de hollín las partículas. La referencia (7) desarrolla las técnicas aproximadas por calcular el emissivity de llama total incluso el espectro del cuerpo negro de hollín, el la emisión de la venda molecular de los gases, y, adicionalmente, el solapando e interacciones de las vendas ellos. La referencia (8) los detalles el la importancia de dimensiones de llama en las magnitudes relativas de hollín contra la venda molecular la Referencia de emissions. (9) los regalos los resultados experimentales qué muestra que la presencia de vapor de agua en una llama además de eso generado por la propia combustión puede reducir la emisión grandemente del las partículas de hollín y los emissivity de llama totales. Esto puede ser un dominante factorice controlando el rate ardiente de combustible húmedo. Una revisión excelente de radiación de llama se da por la referencia (10).

En la suma a las complejidades anteriores de fuertemente persona a cargo de la longitud de onda el emissivities, el cálculo de traslado del calor radiante también es complicado por el traslado de energía que tiene lugar entre los elementos extensamente separados. Esto será contrastado con el caso de conducción y transmisión para qué es adecuado considerar sólo elementos de volumen adyacentes. Como un la consecuencia, una descripción completa de traslado del calor radiante requiere el la solución de systems de ecuaciones del integrodifferential no lineal. La referencia

(2) discute la formulación de tal systems de ecuaciones y regalos un los pocos estudios de casos prácticos. Las referencias (11-13) el presente los ejemplos adicionales de esto el tipo de análisis.

EL D DEL APENDICE: LA COMBUSTIÓN

En este apéndice el varios químico y propiedades físicas de biomasa y su combustión se discutirá en algo más detalle que era posible en el text. Due a la complejidad del asunto, sin embargo, extenso se darán las referencias para más allá lectura en lugar de intentando a proporcione una revisión exhaustiva here. que Los temas discutidos debajo incluyen: el químico y propiedades físicas de biomasa y sus trabajos por horas, la pirólisis, de madera, la combustión de carbón de leña, llamas de difusión, hollín y aire la calidad.

El químico y propiedades físicas de Biomasa y Trabajos por horas de la Biomasa

Como mencionado en el texto, hay una variedad de maneras dado caracterizar el el químico y propiedades físicas de biomasa y su chars. que Éstos incluyen lo siguiente:

El análisis inmediato de listas de la biomasa los fragmentos de biomasa por lo que se refiere a la humedad, volátiles, carbón estable, y ash. que el Tal análisis normalmente es realizado calentando el material despacio a 950[degrees]C en una atmósfera inerte y examinando el material soltado como una función de temperatura. Mesa 1 las listas los valor típicos del análisis inmediato para la biomasa cruda. Mesa 2 las muestras el efecto de temperatura de la pirólisis en el rendimiento del trabajo por horas final (3).

El análisis último determina la composición elemental del material. Empezando con combustión catalizadora o pirólisis, la biomasa está abajo rota en el anhídrido carbónico, agua, ácido sulfhídrico, y nitrógeno. Estos gases es entonces moderado por cromatografía gaseosa que usa la ionización de llama o termal los descubridores de conductibilidad (1) . que se listan los valor Típicos en las Mesas 3 y 8 debajo de. para convertir los valor en Mesa 3 en las proporciones molares, el peso-por ciento, debe ser dividido por sus pesos atómicos respectivos cedidos Mesa 4. Se muestran los resultados en Mesa 5. De esto, la cantidad de oxígeno necesitó

para quemar el material completamente, mezcla perfecta arrogante o en otros términos la proporción del stoichiometric de oxígeno, puede calcularse así desplegado en Mesa 6. Para el carbón de leña, 8.3 [m.sup.3] de aire quemar 1 kg se necesitan; para madera, 5.5 [m.sup.3] el aire se necesita por el kilogramo.

La combustión del partidario restante ceniza está típicamente compuesta de CaO, [K.sub.2]O, [Na.sub.2]O, MgO, SiO, [Fe.sub.2][O.sub.3], [P.sub.2][O.sub.5], y [SO.sub.3]. CaO generalmente representa sobre la mitad la ceniza y [K.sub.2]O tiene aproximadamente 20 por ciento años (1). El The potasio carbonato, en el particular, es útil haciendo jabón.

Se mencionaron los valor caloríficos brevemente en el texto y más extenso se dan las listas en Mesas 2, 7 y 8 y en las referencias (3-7). El el valor calorífico también puede estimarse de los resultados de último análisis que usa las correlaciones normales disponible en la literatura y tiene los errores de típicamente menos de 2 percent. However, es generalmente más fácil realizar los dimensiones de calorimetria de bomba y determinar el valor calorífico de biomasa directamente en lugar de tortuosamente hace análisis último seguido por el uso de tales correlaciones.

La densidad de madera es determinada por los números y tamaños de los poros dentro de él y puede variar dramáticamente como visto en Mesa 9 (1,8). Madera de , y la biomasa generalmente, consiste en fibras largas de celulosa ([C.sub.6][H.sub.10][O.sub.5]) .sub.m] y el hemicellulose ([C.SUB.5][H.SUB.8][O.sub.4]) .sub.n] consolidó juntos por el lignin ([C.sub.9][H.sub.10][O.sub.3]([CH.sub.3]O)[sub.9-1.7]p] Para ambos duro y maderas blandas, la celulosa es aproximadamente 43 por ciento del total. Hemicellulose, sin embargo, forma 35 por ciento de la madera dura típica aproximadamente comparó a 28 por ciento de madera blanda mientras el lignin es aproximadamente 22 por ciento de madera dura y 29 por ciento de madera blanda (1) . los valor Caloríficos para cada uno de estos componentes se dan en el texto.

Porque los bosques consisten en estas fibras largas que corren a lo largo, su las propiedades son favorablemente anisotropic. Su permeabilidad, por ejemplo, la lata sea 10,000 veces (y más) mayor en la dirección longitudinal que en el transversal (1,9) . Esto es importante porque los mandos de permeabilidad

MESA 1

El análisis inmediato de de Biomasa Cruda

Volatiles material (*) el carbón estable de (*) la Ceniza de (* la Referencia de)

El horno el Woods Seco

el Abeto Western 84.8% 15.0% 0.2% 1

El Douglas Fir 86.2 13.7 0.1 1

El Ponderosa Pino 87.0 12.8 0.2 1

El Redwood de 83.5 16.1 0.4 1

El Cedro de 77.0 21.0 2.0 1

El horno los Ladrillos Secos

el Abeto Western 74.3 24.0 1.7 1

El Douglas Fir 70.6 27.2 2.2 1

El Ponderosa Pino 73.4 25.9 0.7 1

El Redwood de 71.3 27.9 0.8 1

El Cedro de 86.7 13.1 0.2 1

El horno Bagasse Seco 85.7 11.5 2.8 2

(*) el percent, de peso la base seca; la Referencia (1)

MESA 2

el Carbón de leña de Réplica mordaz de Eucalipto australiano

El Carbón de leña de

La temperatura Yield% la Approximate Volatile Ceniza por Calorific

de por la Weight Fixed Materia el Peso de el Valor de

carbonizando de Carbono de Seco, by por Weight% MJ/kg

[el degrees]C Madera de el Peso de Sample %%

400 40 78 21.5 0.5 31.5

450 35 82 17.5 0.5 33.1

550 31.5 88.5 11.0 0.5 33.9

650 28 95 4.5 0.5 34.7

La referencia (56)

el movimiento de vapor de agua y volatiles fuera de la zona de combustión

fuera de la madera o en las partes del refrigerador de Materiales de it. como la biomasa aglomerados o aserrín pueden quemar con la dificultad mayor que madera porque su naturaleza fibrosa larga se rompe y baches de aire dentro del material aisle y localice la zona de combustión (57) . Similarly, thermal, las conductibilidades de madera son dos veces sobre como grande en la dirección longitudinal como en el transverso (8) . que se listan los valor Representativos en Mesa 9. Adicionalmente, estas propiedades varían con el estado higrométrico en fresco la biomasa y grado de carbonizar en biomass. Even ardiente los anillos de crecimiento y la estructura de grano puede afectar las características de la combustión fuertemente de madera (10-12) . Mucho las discusiones más detalladas del físico y químico la estructura de biomasa y trabajos por horas de la biomasa puede encontrarse en las referencias (1,8).

MESA 3

El análisis último de de Biomasa

El LENGUAJE C de material (*) la H de (*) N (*) el S de (*) O (* * la Ceniza de)

El carbón de leña 80.3% 3.1% 0.2% 0.0% 11.3% 3.4%

Douglas Fir 52.3 6.3 0.1 0.0 40.5 0.8

"" " BARK 56.2 5.9 0.0 0.0 36.7 1.2

El nogal americano 49.7 6.5 0.0 0.0 43.1 0.7

El Hulls de arroz 38.5 5.7 0.5 0.0 39.8 15.5

El Straw de arroz 39.2 5.1 0.6 0.6 35.8 19.2

Waste animal 42.7 5.5 2.4 0.3 31.3 17.8

(*) El peso la base por ciento, seca; (* *) Por la Referencia del difference; (1)

MESA 4

Los pesos atómicos de

El elemento el LENGUAJE C de la H de (H2) (*) N (el S de N2) O (O2)

El weight atómico 12.0 1.0 14.0 32.0 16.0

(*) La forma en los paréntesis es la forma molecular en que el químico

La especie de normalmente se encuentra en el aire a la presión atmosférica y 20[degrees]C.

MESA 5

El kmoles de de element/kg de biomasa

El LENGUAJE C de material el H N el S de O
 El carbón de leña .0669 (*) .031 .00014 0.0- .0071
 Douglas Fir .0436 .063 .00007 0.0- .025
 Waste animal .0356 .055 .002 0.0001 .020

(*) Calculó dividiendo los valor en Mesa 3 (la base fraccionaria) por respectivo los pesos atómicos, Mesa 4.

MESA 6

Stoichiometric Amounts de Oxígeno Necesitó para la Combustión por el Kg la Biomasa (*)

material C [right arrow] [CO.sub.2] H [right arrow] H.sub.2] 0 menos 0 in Suman 0 volumen de aire de Necesitado
 EL BIOMASS DE (EL KMOLES) ([M.SUP.3]) (* *)

El carbón de leña .134 .015 .0071 .142 8.3
 Douglas Fir .087 .032 .025 .094 5.5
 Waste animal .071 .028 .020 .079 4.6

(*) Basado en los valor del molar de Mesa 5

(* *) El aire es 78 por ciento [N.sub.2] y 21 por ciento [O.sub.2]. A 27 LENGUAJE C y nivel del mar presionan, la densidad de aire es aproximadamente 1.177 kg/[m.sup.3] y airea así tiene aproximadamente 8.6 lunares [O.sub.2] por [m.sup.3].

MESA 7

los Valor Caloríficos

El poder calorífico elevado de material la Referencia de
 Madera dura Average 19.734 [- o +] 0.981 MJ/kg 4
 Madera dura Bark 19.343 [- o +] 1.692 4
 Madera dura Sapwood 20.349 [- o +] 0.791 4
 Madera dura Heartwood 20.683 [- o +] 0.961 4
 Madera blanda Average 20.817 [- o +] 1.479 4
 Madera blanda Bark 21.353 [- o +] 1.221 4
 El Straw de arroz 15.21 1
 El Hulls de arroz 15.37 1
 El estiércol Cakes 17.17 1

El maíz Cobs 18.9 5
 El coco Shells 20.1 5
 El coco Husks 18.1 5
 Algodón Stalks 15.8 5
 La alfalfa Straw 18.4 5
 La cebada Straw 17.3 5
 El carbón de leña Mesa 2

El poder calorífico elevado de material (*) la Densidad de (*)
 el butano-n 45.72 Mj/kg 548 kg/[m.sup.3]
 El Diésel: EL LIGHT 42.37 876
 elemento 41.87 920
 41.37 960 pesado
 El etanol 26.80 789
 La gasolina (73 Octane) 44.13 720
 El querosén 43.12 825
 El metano 50.03 - - -
 El metanol 19.85 793
 El propano 46.35 508
 (*) La referencia (13)

Debido a las varias complicaciones es sumamente difícil planear
 realísticamente la combustión de wood. Thus, lo siguiente sólo quiera
 el presente los modelos muy simples de aspectos particulares de combustión de madera y
 entonces extensivamente la referencia la literatura para las investigaciones más detalladas
 por el reader. interesado Como los textos no prioritario, generales en la combustión es
 listado como las referencias (13-16).

MESA 8

El análisis último de y los Valor Caloríficos Para los Trabajos por horas de la Biomasa

El LENGUAJE C de material el H N S O Calorific Ceniza
 El Carbón de leña del Redwood Value MJ/kg
 (pyrolized a 550 LENGUAJE C) 75.6 3.3 0.2 0.2 18.4 2.3 28.8
 El Carbón de leña del Redwood
 (pyrolized a 940 LENGUAJE C) 78.8 3.5 0.2 0.2 13.2 4.1 30.5
 El Carbón de leña del roble

(pyrolized a 570 LENGUAJE C) 64.6 2.1 0.4 0.1 15.5 17.3 23.0
 El Ladrillo del abeto Char 49.9 4.0 0.1 0.1 24.5 21.4 19.2
 La Cáscara de arroz Char 36.0 2.6 0.4 0.1 11.7 49.2 14.2
 Paja de césped Char 51.0 3.7 0.5 0.8 19.7 24.3 19.3
 Char Desechado animal 34.5 2.2 1.9 0.9 7.9 48.8 12.7

La referencia (1)

MESA 9

Las densidades, Conductibilidades, y las Difusiones Termales Para el Varios Woods

Thermal Thermal

Conductivity la Conductivity Difusión Difusión
 La Densidad de Transverse Longitudinal Longitudinal Transverso
 Madera kg/[m.sup.3] W/mC W/mC [m.sup.2]/s [m.sup.2]/s

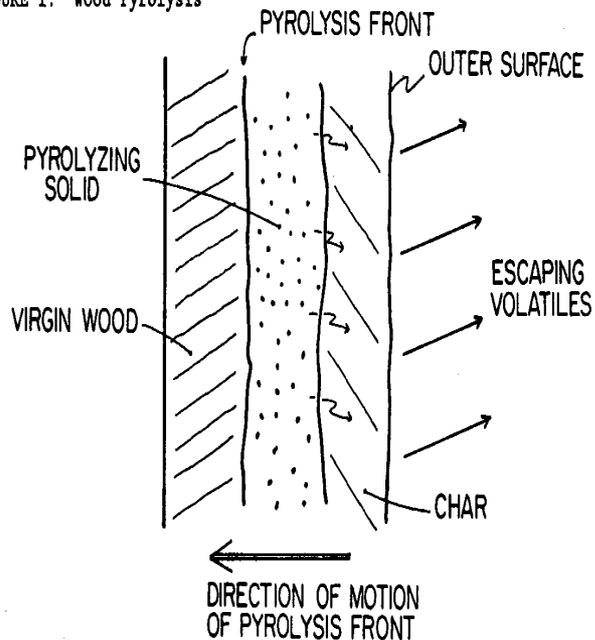
El abeto 540 0.14 0.34 18.7X[10.sup.8] 45.9X[10.sup.8]
 Caoba 700 0.16 0.31 16.6 32.3
 El roble 820 0.21 0.36 18.7 32.1
 Pine blanco 450 0.11 0.26 17.8 42.1
 La teca 640 0.18 0.38 20.1 43.5

La referencia (8)

La Pirólisis de madera <vea figura 1>

bselx184.gif (486x486)

FIGURE 1: Wood Pyrolysis



La pirólisis de madera se describió cualitativamente en el Capítulo III. Briefly, como madera está acalorada que sufre reacciones química en que los gases volátiles son evolucionado y escapa la madera, mientras dejando behind. a un trabajo por horas poroso Entre el

los modelos cuantitativos más tempranos para describir esto los fenómenos eran eso de la referencia (17) . como que se listan Otros, más recientes y más completos modelos las referencias (18-26).

El modelo típico es basado en la ecuación de conducción de calor transeúnte, la ecuación (UN-1), al account para ser de calor dirigido en la madera. Se agregan las condiciones adicionales al account para el calor llevado a cabo de la madera por el volatiles escapando y al account para la energia absorbida o soltado por la reacción de la pirólisis itself. que Otros constreñimientos incluyen la contabilidad para el proceso de descomposición y para el cambio en el termal la conductibilidad, densidad, calor especifico y cualquier otra propiedad pertinente de el wood/char como los progresos de proceso de descomposición.

La forma de las ecuaciones de la pirólisis en uno la dimensión es entonces: <vea la ecuación debajo>

bsex180.gif (313x660)

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_s c_s T) = \frac{\partial}{\partial x}(k_s \frac{\partial T}{\partial x}) - \frac{\partial}{\partial x}(\rho_g V_g c_g T) - Q_p \frac{\partial \rho_s}{\partial t} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho_s}{\partial t} = -\rho_a A \exp(-E/RT) \quad (2)$$

$$\frac{\partial \rho_s}{\partial t} = \frac{\partial(\rho_g V_g)}{\partial x} \quad (3)$$

En la ecuación (1), las primeras dos condiciones $[\frac{\partial}{\partial t}(\rho_s c_s T)] / [\frac{\partial}{\partial x}(k_s \frac{\partial T}{\partial x})]$ simplemente es la ecuación para la conducción de calor de transeúnte, ecuación (UN-1), para los materiales con el thermophysical inconstante properties. Las variables $[\rho_s, c_s, k, \text{ y } T]$ es la densidad, calor específico, conductibilidad térmica, y temperatura de el sólido del pyrolyzing, es decir la carbonización wood. El tercer término $[\frac{\partial}{\partial x}(\rho_g V_g c_g T)]$ es el calor llevado fuera del sólido del pyrolyzing por los gases volátiles de la densidad $[\rho_g]$ moviendo con una velocidad $[V_g]$ y teniendo un calor específico $[c_g]$. Extenso el datos en la magnitud de transmisión interior se da en la referencia (19). es supuesto que los gases están en el equilibrio termal con el sólido. El último término de ecuación (1), $[Q_p \frac{\partial \rho_s}{\partial t}]$, es la energía absorbida

(o soltó) por la pirólisis de $[\rho] \cdot \Delta t$ de material por tiempo de la unidad.

La ecuación (2) describe el propio proceso de la pirólisis por lo que se refiere a un solo primer orden, Arrhenius teclen (13-16) el rate law. El factor UN es el la frecuencia, o pre-exponencial, factorice, E es la energía de activación para el la reacción de la pirólisis, y R es el gas universal constante; $R=1.987 \text{ cal/mole}^\circ\text{C}$. Again, $[\rho]$, es la densidad del sólido del pyrolyzing mientras $[\rho_a]$ es la densidad de la porción del sólido que gasifica.

La ecuación (3) es la ecuación de continuidad que expresa el cambio en la densidad con tiempo, $[\rho] \cdot \Delta t$, por lo que se refiere al flujo de masa, $[\rho_g] \cdot V_g$, fuera del pyrolyzing el sólido.

Se asume que el sólido del pyrolyzing consiste de En todas estas ecuaciones, un carbonice la matriz, densidad $[\rho_c]$, y un activo o los gasificable dividen de densidad $[\rho_a]$. a que se asumen Las propiedades del thermophysical del sólido del pyrolyzing se dé por la interpolación lineal entre aquéllos de la madera virgen y aquéllos del trabajo por horas como una función de density. por ejemplo, el termal la conductibilidad del sólido del pyrolyzing se da por <vea la ecuación debajo>

bsex180a.gif (204x594)

$$k_s = k_c + \frac{(\rho_s - \rho_c)}{(\rho_w - \rho_c)} (k_w - k_c)$$

donde los subíndices, el c , s , y w , son trabajo por horas, sólido del pyrolysing, y virgen madera.

El límite típico condiciona para este sistema de ecuaciones es poner todos el las temperaturas al ambiente y todas las propiedades al de madera virgen a cronometre el $t=0$. Al $t=0$ un calor $Q(t$ fludente) se aplica entonces a la superficie expuesta <vea ecuación 4>

bsex181.gif (75x726)

$$k \frac{\partial t}{\partial x} = -Q \quad (4)$$

qué aumentos la temperatura del system y empieza la descomposición el proceso. Additionally, a algún punto, el $x=s$, en la madera se asume a se aisle perfectamente, [el delta]T/[delta]x=0, y que no hay flujo extenso de el volatiles, [[el rho] .sub.g][V.sub.g]=0

Las ecuaciones (1-3) y el límite condiciona (ecuación 4 más el anterior la discusiones) puede formularse en un juego de ecuaciones en diferencias finitas y resolvió como hecho en (22) y others. en que se listan valor Típicos usados Las Mesas (1,9, 10) pero varia dramáticamente entre los estudios (1,8,9,17-33).

Pueden tenerse en cuenta las numerosas consideraciones adicionales planeando la pirólisis. Entre éstos están adaptando a las geometrías diferentes (23,25); la contabilidad para radiante y pérdidas de calor del convective de la superficie (26); y contabilidad para el volatiles que también escapa en la madera virgen como a través del trabajo por horas (26) . que Otros factores que deben ser considerados incluyen

MESA 10

Las Constantes de para la Pirólisis de Madera, Ecuación (2)

UN la E Ref

5x[10.sup.9] g/[cm.sup.3] el s 35 kcal/mole 33 camino 1

3x[10.sup.17] 55 33 camino 2

5X[10.SUP.7] (*) 30 22

2.5X[10.SUP.4] 18 20, 26,

5X[10.SUP.8] 33 17

(*) En este caso UN se expresa por lo que se refiere a 1/sec en lugar de gm/[cm.sup.3]s para que deban ajustarse otros factores de acuerdo con.

MESA 11

El Pirólisis Rendimiento Para los Contaminantes Diferentes

El Carbón de leña de Tar [H.sub.2]O [CO.sub.2] CO

Ningún additive 30% (*) 46% 19% 4% 1%

.14% WT/WT [NA.SUB.2][CO.SUB.3] 85 3 8 2 2

8% WT/WT NAACL 51 6 29 7 7

(*) Por el por ciento de peso

La referencia (3)

los efectos de trabajo por horas la descomposición química increíble, múltiple (o pirólisis) las sendas y energetics, el encogimiento de la matriz del trabajo por horas, simultáneo, carbonice la combustión, y las reacciones trabajo por horas-volátiles simultáneas.

En el particular, es importante a nota que hay dos por lo menos

los caminos de descomposición químicos (9,28,33) para alone. celuloso El primero predomina a las temperaturas bajas, 200-280[degrees]C, y consiste en " deshidratación "

o el levantamiento de agua del trabajo por horas considerable saliendo celuloso y

el combustible pequeño produciendo gas. a que El segundo predomina superior

las temperaturas (280-340[degrees]C) y es un depolymerization proceso produciendo

principalmente los gases combustibles con pequeño o ningún trabajo por horas dejó atrás (28,33).

Debido a la presencia de caminos de la pirólisis alternativos, relativamente bajo

las concentraciones de contaminantes pueden cambiar el rendimiento relativo de trabajo por horas

considerablemente dependiendo en que el camino es emphasized. Esto se ilustra

dramáticamente en Mesa 11 y examinó en el detalle mayor en la referencia (18). En la ausencia de contaminantes, sin embargo, el rendimiento de trabajo por horas del la pirólisis de madera es relativamente insensible a su historia de temperatura (3) con sólo su volumen volátil que varía como ya con la temperatura discutido. Para la información extensa sobre la química de pirólisis el lector interesado se envía a la referencia (33); en la termodinámica de la pirólisis, (30), y en las cinética de pirólisis, (31).

La Combustión del carbón de leña

Siguiendo (y durante) la pérdida del volátiles por la pirólisis, el permaneciendo las quemaduras del trabajo por horas por la oxidación a su superficie. Las revisiones básicas de este proceso son cedido las referencias (13,14) y se resume debajo.

El modelo más simple de combustión del carbono considera a sólo lo dos siguiente el reactions(1):

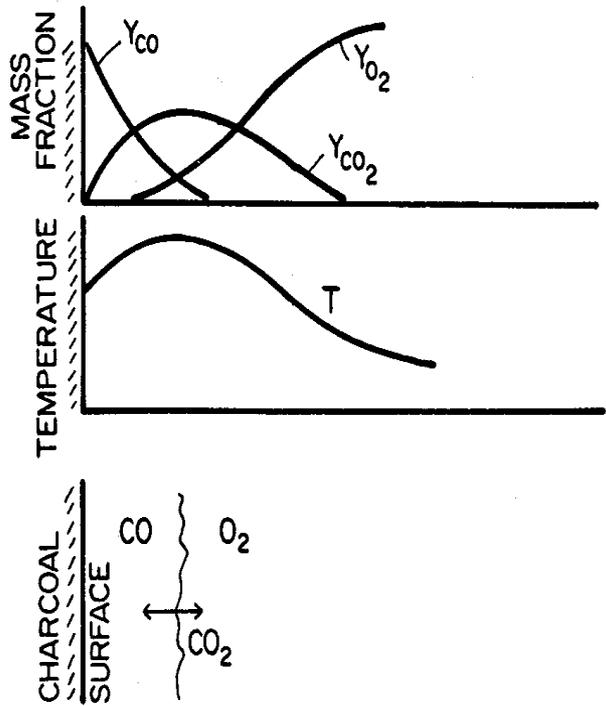
$2\text{CO} + [\text{O.sub.2}] \rightarrow [\text{la flecha derecha}] 2[\text{CO.sub.2}]$ (5a)
 El LENGUAJE C de + $[\text{CO.sub.2}] \rightarrow [\text{la flecha derecha}] 2\text{CO}$ (5b)

Experimentalmente, se ha encontrado que el carbono deja la superficie del el carbón de leña principalmente en la forma de CO. Diffusing fuera de la superficie, el CO encuentra y quemaduras con $[\text{O.sub.2}]$ a través de una variedad de intermedio el reactions(1) en la fase de gas para formar $[\text{CO.sub.2}]$ (reacción 5a). que Esta reacción puede a veces simplemente se vea como una llama azulada débil anterior la superficie del el carbón de leña. Part de esto $[\text{CO.sub.2}]$ difunde atrás a la superficie dónde es reducido a CO por el carbono sólido (reacción 5b) cerrando el ciclo así.

Los fragmentos masivos para estos varios reactantes se muestran esquemáticamente en Figure 2.

bse2x184.gif (600x600)

FIGURE 2: Charcoal Combustion



(1) una variedad de reacciones con OH, [HO.sub.2], [H.sub.2][O.sub.2], y otro intermedio los radicales de hidrógeno-oxígenos son necesarios explicar los observamos totalmente la conducta de carbono y combustión del monóxido de carbono (47). Planeando de esto el system también se discute en (47).

La ley de conservación de especies en las coordenadas esféricas para esto el system favorablemente simplificado es entonces <vea ecuación 6a>

bsex6a.gif (95x660)

$$\frac{d}{dr} r^2 \rho_g D_o \frac{dY_o}{dr} - [\dot{M}_c R_c^2] \frac{dY_o}{dr} + \dot{W}_o = 0 \quad (6a)$$

para oxígeno, subíndice o, y <vea ecuación 6b>

bsex6b.gif (95x660)

$$\frac{d}{dr} r^2 \rho_g D_d \frac{dY_d}{dr} - [\dot{M}_c R_c^2] \frac{dY_d}{dr} + \dot{W}_d = 0 \quad (6b)$$

para el anhídrido carbónico, subíndice d. La variable [[el rho] .sub.g]. es la densidad del el gas; [R.sub.c] es el radio de la esfera del carbono; [Y.sub.o] o [Y.sub.d] es el fragmento masivo de esa especie del químico, [Y.sub.o]=[P.sub.o][M.sub.o]/PM dónde el P es la presión y el MEGA es el

el peso molecular; [W.sub.o] o [W.sub.d] es el rate de reacción (el moles/volume-sec) de esa especie; [M.sub.c] es el flujo masivo (el mass/area-sec) de carbono del la superficie de la esfera del carbón de leña; y [D.sub.o] o [D.sub.d] es la difusión de la especie. Si [f.sub.c] los gramos de carbono reaccionan con 1 gramo de [CO.sub.2] a la superficie del el carbón de leña para formar (1+[f.sub.c]) los gramos de CO, si [f.sub.m] los gramos de CO reaccionan con 1 gramo de [O.sub.2] a form 1+[f.sub.m]) los gramos de [CO.sub.2], y si las difusiones de la especie son iguale, [D.sub.o]=[D.sub.d]=D, entonces pueden calcularse los rate ardientes del carbón de leña (13) y se da por <vea ecuación 7a>

bsex7a.gif (104x726)

$$M_c = \frac{\rho_s D}{R} \ln(Y_o \omega f_c (1+f_m)+1) \quad (7a)$$

y la vida de la partícula (el tiempo característico hasta que queme arriba) es <vea ecuación 7b>

bsex7b.gif (204x660)

$$t_b = \frac{\rho_c R_c^2}{2\rho_g D \ln(Y_o \omega_c (1+f_m)+1)} \quad (7b)$$

where ρ_c is the density of the carbon sphere.

donde [[el rho] .sub.c] es la densidad de la esfera del carbono.

En la realidad, hay numerosas complicaciones a esta teoría simple (34-42). Entre éstos son: la presencia de volátiles y reacciones de trabajo por horas-gas (30,31); la presencia de vapor de agua que acelera la conversión de CO a [CO.sub.2] (35,47); la pérdida del calor radiante que en algunas primicias de los casos a espontáneo la extinción de combustión para los tamaños de partículas pequeños (36); el efecto de los poros y crujiendo en el rates de difusión (37,38); el efecto de variar el rates de la reacción, y de calor y transporte de masa (38,40); el efecto de la inercia termal (39); el efecto de la capa ceniza exterior que retarda la difusión de gases a la superficie ardiente (10,11); y la salida del equilibrio (41,42).

En el particular, la capa ceniza de sales del non-combustible que permanecen adelante el la superficie de carbón de leña ardiente es un factor importante que controla su rate de la combustión (10,11). En el giro, esto regula el nivel de poder de carbón de leña las estufas y hace para que de una manera útil: proporcionando el poder alto nivela al la parte temprana de cocinar y entonces el más bajo poder nivela como las formas ceniza (43). Levantando el nivel de poder de nuevo simplemente se hace moviendo la olla y tirando la capa ceniza.

Una variedad de cosas puede hacerse para mejorar la calidad de la combustión de un la estufa. Entre éstos están aislando para levantar las temperaturas de la cámara de combustión; aumentando el volumen (y particularmente la altura de la combustión la cámara) para que hay más completo quemadura-a antes de los gases calientes entre en el contacto con la olla y la combustión se apaga (esto hace, sin embargo, reduzca el traslado del calor radiante a la olla); proporcione el remolino al los gases entrantes para mejorar la mezcla; proporcione confundiendo en la zona de combustión para crear las zonas de la recirculación para quemar bien los gases; y para usar una reja para proporcionar el oxígeno de firebed de carbón de leña con que para quemar (esto mejora la combustión global, reduce el carbón de leña gastado, y puede levantar el fuego los poderes (44,45)) . varios que éstos se discutieron en el Capítulo III.

Las Llamas de difusión, Hollín, y la Calidad Aérea

Cuando la pirólisis gasea, o volatiles, deje la madera que ellos o escapan como fume o ellos quemen en la llama amarilla sobre el wood. que las Tales llamas son conocido como las llamas de difusión porque su velocidad global de combustión es controlado por el rate a que la lata de oxígeno difuso al volatiles ardiente en lugar de controlándose por el rate del oxígeno-hidrocarburo cinética que se discuten las themselves. Difusión llamas en detalle en el elemento esencial los textos de la combustión (13-16) . Due a la complejidad de combustión encendida de madera, el tema sólo se inspeccionará brevemente aquí.

Los gases de la pirólisis consisten en encima de 200 compuestos diferentes (46). En el la más bajo parte de la llama, estos gases reaccionan para producir el carbón libre en el la forma de hollín y monóxido de carbono que entonces la quemadura en la posición superior del la llama. La combustión de monóxido de carbono generalmente ocurre a través de carbono-hidrógeno-oxígeno reacciones que incluyen $\text{CO} + \text{OH} \rightarrow [\text{CO.sub.2}] + \text{H}$ que es mucho más lentamente que el rate de reacción entre OH los radicales y el hidrocarburo típico las especies (47) . Thus, aunque mucho CO se produce en la más bajo parte de la llama su combustión subsecuente a $[\text{CO.sub.2}]$ está detenido hasta la mayoría de los hidrocarburos se han consumido (47) . Aunque, como ya discutió, madera con un estado higrométrico de 20 a 30 por ciento tiene bien en conjunto el rendimiento de combustión que el horno la madera seca, esto no puede ser debido a la catálisis por OH radicales u otros mecanismos (48) pero quizás simplemente a limitar el la migración de volatiles fuera de la combustión zone. En el hecho, dimensiones ha mostrado que ese estados higrométricos de madera superiores pueden llevar a CO mayor

la producción (49).

Porque CO se quema preferencialmente en la posición superior de la llama, trayendo la olla también cerca de las llamas pueden apagar la combustión entonces de el monóxido de carbono y causa las cantidades más grandes ser emitido, aumentando el salud que hazard. que Qué datos muy pequeño está en este factor sugiere que para algunas estufas, la producción de CO aumenta cuando la olla se trae muy cerca del fuego (49). Este es un factor importante que necesita ser examinado muy más cuidadosamente.

El carbono que ya aglomera en las quemaduras de hollín de la manera discutido anteriormente bajo la Combustión del Carbón de leña y emite la característica la llama amarilla de un fuego de madera (el LENGUAJE C del Apéndice). El tiempo estimado para quemar a un la partícula del carbono, ecuación (7b), puede ser equilibrado contra el medio tiempo que esa partícula está en la zona de combustión (la altura de zona de combustión dividido por la velocidad media) determinar, el simplistically, si o no quema arriba completamente o escapes como soot. Moving la olla más cerca al dispare entonces reduce el tiempo por la combustión y puede apagar la combustión de hollín antes de que sea complete. que Esto aumentará la cantidad de soot/smoke que los escapes el fire. que UN ejemplo particularmente simple de esto puede observarse poniendo un objeto en la llama de una vela producir el negro de la vela.

No se entienden todavía bien los mecanismos que llevan a la producción de hollín (50-52). Para completamente premixed las llamas carburantes, la producción de hollín es determinado por el rate a que el volátil gasea pyrolyze que deja el carbono detrás que entonces seguidamente el aglomerado y crece en las partículas de hollín grandes y el rate a que éstos que las partículas de hollín queman arriba por la oxidación. En el general, cuando la temperatura se levanta que las partículas queman (oxide) más rápidamente que ellos el pyrolyze y aglomerado (51). Thus, en este caso, superior las temperaturas reducen el hollín.

Bajo un poco de difusión las condiciones controlaron En el contraste, mientras levantando el la temperatura aumenta el rate de pirólisis y aumentos la tendencia a el hollín (51). En el general, la tendencia al hollín dependerá del flujo de combustible el rate, temperatura de llama, la difusión de oxígeno y la molécula particular involucrado (51).

En el woodstoves, como la altura de llama (y avisa con la olla) los aumentos con la potencia de fuego, la cantidad de hollín producida puede esperarse a aumente con la potencia de fuego como well. Bajo las condiciones de funcionamiento típicas para las estufas pequeñas, tanto como 40 gramos y más de partículas puede soltarse por el kilogramo de madera quemado con los valor de 5 g/kg más típico (53) (vea La Mesa II-16).

En las condiciones de eficacia de la estufa global, combustión incompleta, como evidenciado por el monóxido de carbono, hollín, y producción de humo, tiene el efecto pequeño. Sin embargo, éstos son muy importantes por lo que se refiere a la salud usuaria (53). UN número de compuestos emitidos por los fuegos de madera se ha identificado como carcinogénico y la exposición total a las partículas, monóxido de carbono, y carcinógenos como Benzo-un-pireno sufrido por los usuarios es a menudo considerablemente anteriormente la salud reconocida las recomendaciones normales (53). Raising el promedio la temperatura de la zona de combustión puede reducir estas emisiones - - con el el mayor occurring de la reducción para las temperaturas más de 600[degrees]C (44).

Para la lectora interesada, la información sobre las llamas de difusión modeladas es cedido las referencias (13-16,54) y el caso del fuego de madera abierto es específicamente tratado en la referencia (45).

EL APENDICE LOS CAMBIADORES DE CALOR DE E:

La información detallada sobre el plan del cambiador de calor se cede (1-6) y el el lector interesado se insta para consultar estos sourcebooks. Aunque el el cálculo siguiente es para el caso de transmisión forzada, el concepto de el intercambio de calor del contraflujo puede aplicarse semejantemente a flujos manejados por convection. natural Como el ejemplo debajo de claramente indica, el potencial de cambiadores de calor para mejorar la actuación de energía tradicional las tecnologías son enormes.

El cambiador de calor aire-aire discutió en el Capítulo VI para el alto la fundición de temperatura es una forma especialmente simple para analizar. Effectively, consiste en dos arroyos del paralelo de gas que entra las direcciones opuestas, limitado y separó por las hojas delgada de steel. Porque es un cerrado el system, el paso de aire en este cambiador de calor es constante y la misma ida en y out. que La situación se ilustra en Figura 1.

bse1x188.gif (540x540)

En esta figura, el T está la temperatura, la h de los subíndices y c se refieren a los arroyos de gas calientes y fríos, e i y o se refieren a los arroyos entrante a y saliente del calor exchanger. El propio cambiador de calor es la L largo, el W, extensamente, y formó de dos conductos adyacentes cada uno con un hueco G. que Los conductos son limitado por acero de espesor [s.sub.m] y conductibilidad [k.sub.m].

Entonces, lo siguiente la ecuación se usa para el cambio en la temperatura aérea: <vea ecuación 1>

bsex187a.gif (129x726)

$$dE = d(mc_p T) = mc_p dT \quad (1)$$

donde DE es el cambio en la energía térmica de un objeto de metro masivo y específico el calor [c.sub.p] debido a un cambio de temperatura dentro de ese objeto de dT. El Aplicando esta ecuación a un elemento de volumen WGD con un flujo másico constante a través de él de metro [·], dónde el punto indica un tiempo derivativo, (el dm/dt)=m [·], el calor intercambie por tiempo de la unidad es Q=(dE/dt), o <vea la ecuación debajo>

bsex187b.gif (199x798)

$$Q_c = \dot{m}_c c_{pc} dT_c \quad (2)$$

$$Q_h = \dot{m}_h c_{ph} dT_h \quad (3)$$

where

$$\dot{m} = WCV\bar{\rho} \quad (4)$$

donde

con [obstruya] el V y [obstruya] [el rho] siendo la media velocidad de gas y densidad dentro de ese volumen el elemento.

Desde que éste es un system cerrado e ignorando el aproximadamente cinco a diez por ciento aumento en la masa del gas cuando los productos de la combustión se agregan, el metro [.]h=m [.]c. Further, las paredes externas del cambiador de calor se asumen a se aisle perfectamente y las propiedades de gas, como [el c. sup.p], constant. En este caso, los arroyos de gas fríos y calientes tienen igual y la temperatura opuesta los cambios y ([T.sub.h]-[T.sub.c]) es constante y el mismo para todo el dL.

Luego, la transferencia de calor del convective puede escribirse

La Q de = el d (el sombrero) = el hAdT (5)

Esta ecuación da la transferencia de calor por tiempo de la unidad de un objeto a otro cuando ellos tienen una área común de UN, una transferencia de calor el coeficiente de h y un dT de diferencia de temperatura.

En este system, las velocidades de gas típicas son los resultando bajos en la corriente laminada. Como la diferencia de temperatura entre los arroyos calientes y frios está por todas partes constante, hay un calor constante entonces flux. El número de Nusselt usado es (el B del Apéndice): <vea ecuación 6>

bsex188a.gif (95x660)

$$Nu = \frac{hG}{k} = 5.385 \quad \text{or} \quad h = \frac{Nu k}{G} = \frac{5.385k}{G} \quad (6)$$

donde el G es la dimensión característica del conducto, el k es el termal la conductibilidad de aire, y la h es el coeficiente de transferencia de calor de convective entre el gas y la pared.

Para un dA de elemento de área, la transferencia de calor de un arroyo de gas al otro puede escribirse ahora como: <vea ecuación 7>

bsex188b.gif (106x660)

$$Q = \frac{T_h - T_c}{\frac{1}{h_c dA} + \frac{s_m}{k_m dA} + \frac{1}{h_h dA}} \quad (7)$$

donde la Fourier conducción ley ha sido used. Como la conductibilidad térmica de aire es típicamente [10.sup.-3] el de acero, esto reduce a: <vea la ecuación debajo>

bsex189a.gif (181x726)

$$Q = \frac{Nu\bar{k}dA(T_h - T_c)}{G} \quad (8)$$

where

$$\bar{k} \approx \frac{1}{\frac{1}{k_h} + \frac{1}{k_c}} = k$$

donde

[obstruya] el kilo [aproximado] $1/1/[k.sub.h] + 1/[k.sub.c]$ [equivalente] la t del k

Las ecuaciones ahora usando (2,3,8) lo siguiente puede escribirse para el entero el cambiador de calor: <vea la ecuación debajo>

bsex189b.gif (224x726)

$$Q = \dot{m}c_p(T_{co} - T_{ci})$$

$$Q = \dot{m}c_p(T_{hi} - T_{ho})$$

$$Q = \frac{NukLW(T_{ho} - T_{ci})}{G}$$

$$Q = \frac{NukLW(T_{hi} - T_{co})}{G}$$

(9)

Las temperaturas de entrada [T.sub.ci] y [T.sub.hi] puede asumirse que es conocido. Then, [T.sub.co] y [T.sub.ho] puede resolverse para encontrar: <vea ecuación 10>

bsex189c.gif (278x726)

$$T_{co} = \frac{\dot{m}c_p T_{ci} + \frac{NukLW T_{hi}}{G}}{\dot{m}c_p + \frac{NukLW}{G}}$$

(10)

$$T_{ho} = \frac{\dot{m}c_p T_{hi} + \frac{NukLW T_{ci}}{G}}{\dot{m}c_p + \frac{NukLW}{G}}$$

y la eficacia del cambiador de calor se da por: <vea ecuación 11>

bsex189d.gif (181x726)

$$\eta = \frac{Q_{recuperated}}{Q_{total}} = \frac{\dot{m}c_p (T_{co} - T_{ci})}{\dot{m}c_p (T_{hi} - T_{ci})} = \frac{1}{1 + \frac{\dot{m}c_p G}{NukLW}}$$

(11)

Un kilogramo de carbón de leña requiere 9 aproximadamente [m.sup.3] de aire a la temperatura normal y presión (STP) para el stoichiometric combustion. UN un fuego del kW entonces quema 3.45x[10.sup.-5] el kg/s de carbón de leña y 3.1x[10.sup.-4] [m.sup.3]/s de STP air. Con un coeficiente de exceso de aire de 2, 7.3x[10.sup.-4] el kg/s de paso de aire en el calor el permutador y 7.65x[10.sup.-4] los kg/s de productos de la combustión fluyen fuera. El Promediando, aproximadamente 7.5x[10.sup.-4] el kg/s de flujo másico a través del cambiador de calor para un 1 kW el fuego. Para el calor específico eficaz, un valor medio de 1.1x[10.sup.3] J/kgK se usa y para la conductibilidad térmica eficaz [obstruya] el kilo un valor medio de 0.027 W/mK se usa (la Mesa UN-4) que es relativamente constante independiente de la diferencia de temperatura entre los arroyos de gas.

De la ecuación (11) puede verse que la eficacia de recuperación de calor se mejora haciendo el conducto abrir boquete en aguarrás del G y el área del conducto LW más grande. Sin embargo, el aguarrás y más mucho tiempo el conducto, el mayor la caída de la presión y el más trabajo que se necesita forzar el gas a través del system. Adicionalmente, cuando las presiones aumentan, el más aéreo eso goteará directamente fuera del horno y completamente desvia el cambiador de calor.

La caída de la presión en la transmisión forzada laminar es (la Mesa B-2, página 159, y ecuación (4) sobre): <vea ecuación 12>

bsex190a.gif (116x726)

$$\Delta p = \frac{48(2L)\bar{\nu}\rho V}{G^2} = \frac{96L\bar{\nu}\dot{m}}{WG^3} \quad (12)$$

donde (2L) es la longitud del conducto total y [el bar][nu] es la viscosidad cinemática de el gas y para la conveniencia aquí se promedia encima de la longitud entera del

streams. caliente y frío Para las temperaturas de entrada supuestas de 300 y 1,300 K,
 [bar][nu]=89x[10.sup.-6] [m.sup.2]/s y [bar][rho]=0.724 kg/[m.sup.3] . Using la relación Power-forcexvelocity

nosotros encontramos entonces: <vea ecuación 13>

bsex190b.gif (93x726)

$$P = \frac{96L\bar{v}^2}{WG^3} \quad (13)$$

Los gráficos basaron en las ecuaciones (11) y (13) se presenta en el Capítulo VI.

Como puede verse de la Figura VI-4 y de las ecuaciones (11) y (13), el la caída de la presión aumenta muy rápidamente con el hueco del conducto, la eficacia, sólo moderadamente so. Como el hueco está reducido, el punto dónde las cantidades grandes de poder del entusiasta se necesita es rápidamente reached. Como la tecnología del entusiasta disponible en la mayoría de los países en desarrollo está limitado y la fuerza motriz es normalmente humano, es importante minimizar la caída de la presión que debe ser supere dentro del calor exchanger. que Una tecnología del entusiasta mejorada puede ser regardless. necesitado UN punto de partida típico podría ser un cambiador de calor 2 metro el 0.5 metro largo ancho y con un hueco del conducto de 6 mm. Esto proporcionaría, en el principio, una 70 recuperación de calor por ciento a un cost de 12 vatios en soplador el poder. UN conducto muy más ancho, el W, podría usarse pero asegurando que el gas los flujos son uniformemente por el área entera difíciles.

También debe notarse aquí que con la recuperación de calor, el requisito el flujo másico en a través del system está aproximadamente proporcionalmente reducido, qué más allá mejora la eficacia de recuperación de calor y reduce el poder necesitado para el entusiasta.

Con los parámetros anteriores el número del Reynold está: <vea ecuación 14>

bsex190c.gif (114x798)

$$Re = \frac{\bar{v}G}{\nu} = \frac{\dot{m}}{W\rho\nu} = 233 \quad (14)$$

qué da la corriente laminada.

La temperatura de gas de régimen estacionario también puede ser estimated. Con un exceso el factor aéreo de 2, 1 kg de carbón de leña requiere 21 kg de aire para la combustión y proporciona 29,000 a 34,000 kJ de energía.

Asumiendo un medio calor específico de 1.2×10^3 J/kgK, habrá un el aumento de temperatura de: <vea la ecuación debajo>

bsex190d.gif (135x600)

$$dT = E/mc_p = 1,150 \text{ to } 1,350^\circ\text{C}$$

Esto, sin embargo, ignora varios pérdidas grandes incluso la disociación de los productos de la combustión que estarán significante en estas temperaturas.

Para un cálculo más preciso, el lector debe consultar un texto en la combustión.

Debido a las temperaturas altas dentro del system, puede haber finalmente, la dilatación térmica significativa del metal y posiblemente torciéndose y abrochando. Como el espesor de los conductos es importante, el efecto de esto, la dilatación térmica debe tenerse en la cuenta.

El coeficiente de dilatación térmica, $[\alpha]$, ranges de aproximadamente $11 \times 10^{-6} / [degrees]C$ a la temperatura ambiente a aproximadamente $15 \times 10^{-6} / [degrees]C$ a $750 [degrees]C$ para acero (7) .

Consider,

por ejemplo, un cambiador de calor aire a aire formó de tres concéntrico los cilindros para que a la temperatura ambiente la pared interna tiene un exterior el diámetro de 1 metro y la pared exterior es de 2 mm el metal espeso con un el diámetro exterior de 1.016 metros (o un hueco del conducto de 6 mm) .

Si cuando en el funcionamiento, la pared interna tiene una temperatura de $530 [degrees]C$, su el diámetro será 1.0063 metros ($[\alpha]=12.5 \times 10^{-6}$) . Si la media pared es en cambio a $330 [degrees]C$, su diámetro exterior será 1.0197 metros. Thus, en cambio, de un 6 hueco del mm hay un 4.7 mm gap. que Esto podría hacer a una diferencia importante en la actuación del horno.

Para evitar este problema se prefería extender el cambiador de calor entonces de hojas paralelas de metal como descrito en el texto, con los espaciadores entre las cáscaras para mantener el conducto deseado gap. para prevenir la asamblea de torciéndose debido a la expansión diferencial durante el funcionamiento, el individuo, pueden salirse las hojas gratuitamente para resbalar de un lado a otro más allá de nosotros con un la tenencia del marco externa rígida la asamblea entera en sitio. que Esto también quiere permita el desmontaje fácil y limpiando.

MESA 1

los Coeficientes de la dilatación térmica Lineales

$[degrees]C$ Aluminio Steel Steel Acero Steel
 (.1% C) (duro) (Ni) (suave)
 50 .0234 $\times 10^{-3}$ -----

100 .0238 .012X[10.SUP.-3] .01170X[10.SUP.-3] ----
 200 .0245-- .01225 -- .01255X[10.SUP.-3]
 300 .0255-- .01277 .00933X[10.SUP.-3] .01307
 400 .0265-- .01328 .01000 .01360
 500 .0274-- .01382 .01050 .01412
 600 .0283-- .01433 .01042 .01465
 700---- .01486 .01114 .01519
 800----- .01156 --
 900 ----- .01167--
 1000 ----- .01185--

La referencia (7)

EL APENDICE F: EL ANÁLISIS FINANCIERO

Los análisis financieros simples de estufas mejoradas pueden proporcionar a sólo un general la indicación de benefits. potencial los Numerosos factores como el humo reducido la inhalación, la conveniencia mayor cocinando, y una imagen moderna puede bien demuestre ser más importante en la decisión comprar una estufa mejorada que las economías financieras potenciales para aquéllos que compran el combustible. E incluso para aquéllos que compran el combustible, es difícil estimar realísticamente el barrera propuesta por los primeros cost del stove. Entre los factores que tienden levantar esta barrera son una vista a corto plazo--ningún más largo que a través del luego la cosecha y a menudo considerablemente más corto; un margen estrecho de supervivencia --para que deban pesarse muy cuidadosamente los riesgos; y una falta simple de dinero en efectivo a los invest. Banco Mundial datos para el tasas de interés comercial para agrícola el rates de muestra de crédito tan alto como 192 por ciento, con la mayoría de los países que se desploman el 20 a 66 rango por ciento (citó en 1) . Thus, los primeros cost de un la estufa mejorada puede ser una barrera verdaderamente formidable y debe tomarse en el account.

Los primeros cost de una estufa pueden ser una barrera aun mayor a aquéllos que el forraje para combustible u otro combustible en lugar de comprándolo, En esto, embale, el cost monetario de una estufa es equilibrado contra la labor del el forager--en muchos casos un niño que no puede tener cualquier otro inmediatamente la tarea útil para realizar en lugar de foraging. Obviously, la cabeza del la casa escogerá a menudo contra tal una compra cuando hay listo

las manos disponible.

Análisis Financieros de proyectos que reciben al gobierno o internacional el apoyo del donador y qué no se hace gane el rédito también debe tomar en el account que es a menudo más fácil dado conseguir los fondos del uno-tiempo para instalar el proyecto el equipo que es conseguir los fondos recurrentes para el funcionamiento y mantenimiento (2). La capital de fundación inversión puede obtenerse a menudo a través de los programas de ayuda, el liberal financiando, o presupuesto del uno-tiempo, mientras el coste recurrente deba salir del presupuesto regular y deba competir contra todos el otro las necesidades de educación, ayuda rural, y desarrollo de la infraestructura. El la habilidad dado encontrarse el coste recurrente es a menudo más importante que minimizando el coste de ciclo de vida como moderado en un solo valor presente (2). El Combinando la capital de fundación y el coste recurrente en un solo valor presente ignora las diferencias cruciales entre sus fuentes del fondo y restricciones. En muchos casos puede ser bueno realizar las comparaciones del undiscounted de capital y el coste recurrente separadamente (2) los países en desarrollo de . son tirado basura con los proyectos y equipo en que el coste recurrente no podría ser se encontrado. En la estufa proyecta, un esfuerzo extra debe hacerse asegurar eso las ventas pueda encontrarse el coste recurrente.

Con estas advertencias, las técnicas del análisis financieras simples estarán ahora considerado. Como un simple primero el ejemplo, considere el caso de un tradicional la estufa y dos modelos mejorados (ignorando el tasas de interés eficaz) como listado en Mesa 1. Como visto allí, al final del primer año ambos los modelos mejorados tienen el pariente del ahorro financiero casi idéntico al la estufa tradicional a pesar de diferir primero ampliamente coste y eficacias.

Porque las vidas y otras características de estufas pueden variar para que dramáticamente, es a menudo conveniente extender su cost encima de su lifetime. entero Los resultados en este mismo caso sin el rate de interés, es presentado en la Mesa 2. coste Adicional para ser extendido encima de la vida de la estufa incluye el mantenimiento.

Los cálculos como éstos sin los factores de interés son sumamente simples y pueden intentarse las numerosas variaciones observar la importancia relativa de los parámetros diferentes como el cost de combustible, el cost de la estufa, el los ahorros de energía de la estufa, y para que on. Como el rate de interés es supuesto

ponga a cero, cada uno de estos factores tendrá una interdependencia lineal.

MESA 1

el Análisis Financiero de Tres Estufas Hipotéticas
la Contabilidad Diaria

LOS GASTO DE , EE.UU. \$
Improved Tradicional Improved
la Estufa Metal Stove UN Estufa B
(30% Savings) (40% Economías)
Día de Daily Daily Total Total el Total de Diario

La instalación el 0 de - \$0.50 - \$0.50 - \$6.50 - \$6.50 - \$15.5 - \$15.5
Alimento 1 - 0.25 - 0.75 - .175 - 6.675 - .15 - 15.65
Alimento 2 - 0.25 1.00 - .175 - 6.85 - .15 - 15.80
Alimento 3 - 0.25 - 1.25 - .175 - 7.025 - .15 - 15.95
Alimento 4 - 0.25 - 1.50 - .175 - 7.20 - .15 - 16.10
.....
365 - 0.25 -91.75 - .175 -70.375 - .15 - 70.25

El tiempo del reembolso simple (days) 80 150
Las economías encima de un year 21.38 21.50

MESA 2

el Análisis Financiero de Tres Estufas Hipotéticas:
Los Periódico Totales

Traditional Improved Improved
la Estufa de Stove Metal UN Estufa B

La instalación EE.UU. (\$) 0.50 6.50 15.50
La vida (el years) 1 2 4
El cost/day instalado (*) (EE.UU. \$) 0.00137 0.008904 0.0106
El pariente de los ahorros de energía a
la estufa tradicional (el percent)-- 30 40

Alimento cost/family-día (EE.UU. \$) 0.25 0.175 0.15
 El total el cost/day que opera (EE.UU. \$) 0.25137 0.1839 0.1606

(*) El rate de interés es el cero supuesto.

En el caso más general, los rate de interés eficaces deben tomarse en el account. que Los rate de interés eficaces pueden pensarse de como un cuantitativo la representación de la barrera que o pone la compra de una estufa por un pobres la persona. El superior el rate de interés el mayor el valor puso adelante teniendo el dinero en la mano en el momento en lugar de invirtiéndolo en algo eso proporcionará sólo una ganancias en el futuro.

Calcular el interés simple, la fórmula,

$$EL F DE = P(1+NI) \quad (1)$$

se usa, dónde el P es el valor presente de la inversión, i es el interés el rate por el lapso de tiempo, y n es el número de tiempo periods. El F de factor es el valor de la inversión los lapsos de tiempo de n en el futuro. Thus, si se ponen \$10 en el banco a un rate de interés anuales simples de 20 por ciento, entonces el valor futuro, el F, de esa inversión un año en el futuro es $F=\$10(1+0.2)=\12 ; dos años en el $F=\$14$ futuro, y así sucesivamente.

Para calcular el interés compuesto (el caso más general), la fórmula

$$EL F DE = P[(1+I) .SUP.N] \quad (2)$$

se usa. Thus, al final de cada lapso de tiempo, el P de la inversión entero más interés que i ganó durante ese lapso de tiempo se reinvierte a eso interese el rate i. Para el ejemplo anterior, el F de valor futuro de los \$10, la inversión al final de cada año se da en Mesa 3.

Alternativamente, el P del valor presente de algún valor se da por $P=F/[(1+i) .sup.n]$. Así, a un rate de interés de 20 por ciento, prometiéndose \$24.88 en cinco años están igual que darse \$10 inmediatamente.

Si n los pagos iguales, E, son durante un período de tiempo regularmente hecho, entonces el

el F de valor futuro de estos pagos simplemente es la suma <vea ecuación 3>

bsex195a.gif (165x660)

$$\begin{aligned}
 F &= E(1+i)^{n-1} + E(1+i)^{n-2} + E(1+i)^{n-3} + \dots + E(1+i)^1 \\
 &= E \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \qquad (3)
 \end{aligned}$$

El P del valor correspondiente es <vea ecuación 4>

bsex195b.gif (93x726)

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} = E \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \qquad (4)$$

donde n es el número de periodo encima de que los pagos E son hecho e i es el rate de interés encima de cada period. como que Esto también puede expresarse extendiendo un solo P del pago al contado encima de varios pagos menores E fuera en el futuro.

Como un ejemplo, el caso anterior puede ser considerado con un anuario nominal interese rate de 40 por ciento o un rate diarios nominales (40/365) de 0.11

el por ciento. Spreading el P del cost de la estufa tradicional UN y B de la estufa en n igualan los pagos diarios E encima de la vida de la estufa, el cost diario de operando la estufa pueden calcularse así desplegado en Mesa 4.

bsex196.gif (600x600)

TABLE 4
Financial Analysis of Three Hypothetical Stoves:
With Interest

	Traditional Metal Stove	Improved Stove A	Improved Stove B
Installation (US\$)	0.50	6.50	15.50
Lifetime (years)	1	2	4
n = (days)	365	730	1460
Nominal daily interest at 40% annual rate	.0011	.0011	.0011
$\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$ -	300	502	726
Installed Cost/Day (US\$) -			
- $\left[\frac{\text{installation Cost}}{\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]} \right]$ -	0.00167	0.0129	0.0213
Fuel cost/family-day (US\$)	0.25	0.175	0.15
Total operating cost/day	0.25167	0.1879	0.1713

Debe notarse que el rate de interés anual eficaz, cuando compuso encima de un periodo de menos de un año, es <vea ecuación 5>

bsex196a.gif (75x726)

$$i_e = \left[1 + \frac{r}{c} \right]^c - 1 \quad (5)$$

por componer el rate de interés nominal, r , (el c) tiempos durante el año. Como el c se pone muy grande, mientras componiendo todas las semanas o menos, esto puede escribirse <vea ecuación 6>

bsex196b.gif (85x660)

$$i_e \approx e^r - 1 \quad (6)$$

donde e es la base para los logaritmos naturales, $e=2.71828$. En el caso anterior, el rate de interés anual nominal de 40% se vuelve, con componer diariamente, un rate anuales eficaces de aproximadamente

[e.sup.0.40] -1 = 0.4918 o 49%

TABLE 3

Compound el Interés

Año $[(1+i)^{\text{sup.}n}]$ el F de

0	1	\$10.00
1	[1.2.sup.1]	12.00
2	[1.2.sup.2]	14.40
3	[1.2.SUP.3]	17.28
4	[1.2.sup.4]	20.74
5	[1.2.sup.5]	24.88

Con estas fórmulas, una variedad ancha de situaciones puede analizarse. More las situaciones complicadas, como con la inflación, puede analizarse semejantemente usando fórmulas de rate de interés normales presentadas en otra parte (3).

Para los cálculos sobre, un rate de interés eficaces deben asumirse y es a menudo basado en assumptions. muy dudoso evitar esto, un termed de factor, el rate interior de retorno es calculado qué no depende de cualquiera el particular asumió el interés rate. que Su desventaja es que normalmente es más difícil calcular.

El rate interior de retorno es el rate de interés que pone el total el valor, recibos más los desembolsos, a zero. Como un ejemplo, para modelo de la estufa UN listó en Mesas 1, 2, y 4, hay un desembolso de \$6.50 en el cero del día e ingresos de \$.075 cada día en las economías de combustible encima de un dos año period. El rate interior de retorno es ese rate de interés que da un valor presente de \$0.00 para todos éstos el coste. <vea ecuación 7>

bsex197a.gif (116x726)

$$P = -\$6.50 + \$0.075 \left[\frac{(1+i)^{730} - 1}{i(1+i)^{730}} \right] = 0 \quad (7)$$

Porque el rate de interés es tan alto, esto puede resolverse directamente. Thus, <vea ecuación 8>

bsex197b.gif (118x660)

$$86.67i = 1 \cdot \frac{1}{(1+i)^{730}} \approx 1 \quad \text{and} \quad i = 0.0115/\text{day} \quad (8)$$

Éste es un rate anual nominal de $365(0.0115)=420$ por ciento. En este particular embale, el rate interior de disminuciones del retorno casi linealmente con el el precio decreciente de combustible, la eficacia de combustible decreciente de la estufa, o el cost inicial creciente de la estufa.

Como un segundo ejemplo, más típico de rate de cálculos del retorno, considere una estufa que coste \$20.00 y ahorra \$0.20 valor de combustible por semana el primero year. Due a las pérdidas en la actuación, la estufa ahorra \$0.16 por semana el segundo año, \$0.12 por semana el tercer año, \$0.08 el cuarto año, y \$0.04 el year. quinto Cuando la estufa se compra, su valor presente es entonces <vea ecuación 9>

bsex197c.gif (106x660)

$$P = -\$20 + (\text{Fuel 1}) + (\text{Fuel 2})/N^1 + (\text{Fuel 3})/N^2 + (\text{Fuel 4})/N^3 + (\text{Fuel 5})/N^4 \quad (9)$$

donde (el X de Combustible) es el valor presente del combustible usado durante el X del año a el principio de ese año, el N de factor se da por $N=[(1+i) \cdot \text{sup.52}]$, e i es el interés semanal rate. El factor descuenta el valor del combustible NO durante cualquier año particular a su valor presente en el momento que la estufa es comprado. El valor presente del combustible durante cualquier X del año particular es dado por la ecuación (4); <vea la ecuación debajo>

bsex198a.gif (204x660)

$$(\text{Fuel 1}) = 0.20 \left[\frac{(1+i)^{52} - 1}{i(1+i)^{52}} \right] \quad (10a)$$

$$(\text{Fuel 2}) = 0.16 \left[\frac{(1+i)^{52} - 1}{i(1+i)^{52}} \right] \quad (10b)$$

y así sucesivamente.....

Para cada rate de interés semanal el valor presente es entonces calculado de

las ecuaciones (9) y (10) se muestran los Resultados de . en Mesa 5. Como puede verse, el el rate interior de retorno está entre 25 y 30% y puede estimarse aproximadamente para ser 27%.

En cerrar esta sección él es importante a nota de que se ha tratado el análisis financiero para la estufa individual only. usuario En determinar el el valor de un programa de la estufa también es importante considerar la economía, es decir, el coste medioambiental nacional de no hacer nada; los impactos de la estufa programa en el empleo rural y urbano; el coste nacional de combustibles de reemplazo importador o la diseminación de la estufa subvencionando; el cost de el desarrollo de la infraestructura; y muchos others. que Algunos de éstos eran brevemente discutido en el Capítulo II.

MESA 5

Rate Interior de Retorno

Interese la Capital de las Economías de (* *) (por año)

Rate (*) la Inversión de % 1 2 3 4 5 Total

0.002	-	\$20.00	\$9.87	\$7.12	\$4.81	\$3.01	\$1.30	+\$6.10
0.003	-20.00	9.62	6.58	4.23	2.41	1.03	+3.87	
0.004	-20.00	9.37	6.09	3.71	2.01	0.82	+2.01	
0.005	-20.00	9.14	5.64	3.26	1.68	0.65	+0.36	
0.006	-20.00	8.91	5.22	2.87	1.40	0.51	-1.08	
0.007	-20.00	8.69	4.84	2.53	1.17	0.41	-2.36	

(* *)These son los tasas de interés semanales y corresponden al anuario nominal

El tasas de interés de de aproximadamente 10, 15, 20, 25, 30, y 35%.

(* *)Savings son debidos al combustible reducido costs. por que Columna 1 se da

(Combustible 1) sobre; columna 2 se da por (Combustible 2)/N; columna 3 por (el Combustible 3)/[N.sup.2]; el correspondiendo etc. a las condiciones en la ecuación (9).

EL G DEL APENDICE: LOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Este apéndice es un informe " cómo repasar de varios básico estadístico

las técnicas incluso el promedio, desviación cuadrática media, coeficiente de la variación, márgenes de confianza, t-prueba, y la regresión lineal. Aquéllos

interesado en información más detallada o las técnicas más avanzadas deba consulte un texto básico en las estadísticas como la referencia (1).

Las técnicas estadísticas son muy útiles cuantificando datos y a veces ayude que uno está entendiendo de los procesos físicos o sociales ése es occurring. However, estas técnicas no son una suplente para entendiendo estos processes. la Tal comprensión se desarrolla en cambio, por ejemplo, analizando la combustión y la transferencia de calor procesa en un estufa o la contestación cultural y social adaptando a una nueva estufa. Cuando el análisis estadístico de los datos se hace mecánicamente, sin un entendiendo de estos procesos físicos o sociales subyacentes, importante, pueden disimularse los factores que podría verse por otra parte repasando cuidadosamente el data. Thus crudo, las técnicas estadísticas son una herramienta a ser usada con el cuidado.

Finalmente, es importante a la nota que la mayoría de lo siguiente estadístico las técnicas son basadas en ciertos supuestos simplificadores sobre la naturaleza del datos de ensayo que es analyzed. En el particular, es supuesto que el los datos de ensayo siempre son una muestra aleatoria de un normal " subyacente " o gaussian la distribución. Aunque ésta normalmente es una aproximación razonable, es no garantizado, y aplicando las técnicas estadísticas lo siguiente a los datos eso no es normal " a veces puede llevar a los errores significantes. Éstos deben usarse las técnicas por consiguiente con caution. Para el interesado el lector, referencia (1) discute las varias pruebas para determinar si o no una muestra puede tratarse como " el normal " y, en caso negativo, alternativa estadístico técnicas que pueden usarse.

El promedio

El promedio de un juego de datos $[x_{sub.i}]$ se define como <vea ecuación 1>

bsex199a.gif (146x726)

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

el where[σ] es la suma de todo el n los valor de la prueba individuales [x.sub.i]. más precisamente, X[bar] es un estimador del verdadero valor medio del estar debajo de distribución normal " de que los datos de ensayo son una muestra aleatoria. Como el el número de pruebas, n, los aumentos a la infinidad, X[bar] converge al verdadero promedio el valor de la distribución.

Como un ejemplo, asuma que tres estufas diferentes, UN, B, y LENGUAJE C, se prueba en el laboratorio con los resultados mostrado en Mesa 1. El promedio para la estufa UN es <vea la ecuación debajo>

bsex199b.gif (165x660)

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i = \frac{1}{10} (20+17+16+18+14+17+18+19+18+15) = 17.2$$

MESA 1

los Hypothetical ensayo de laboratorio Datos

Test UN (PHU) el B de (el LENGUAJE C de PHU) (PHU)

1 204 (*) 13% 15%
 2 17 16 14
 3 16 17 17
 4 18 18 15
 5 14 14 16
 6 17 16 13
 7 18 17 17
 8 19 18 16
 9 18 17 --
 10 15 16 --

(*) Para la facilidad de ilustración, se dan sólo los valor a dos las figuras significantes. En la práctica, una figura significante tercera, es decir normalmente serán incluidos 20.3, mientras asumiendo que la prueba El procedimiento de es suficientemente fiable justificar esa precisión.

el promedio para el B es: <vea la ecuación debajo>

bsex200a.gif (87x486)

$$B = \frac{1}{10} (13+16+17+18+14+16+17+18+17+16) = 16.2$$

y para el LENGUAJE C es: <vea la ecuación debajo>

bsex200b.gif (97x600)

$$C = \frac{1}{8} (15+14+17+15+16+13+17+16) = 15.375 \approx 15.4$$

La Desviación Normal

La desviación cuadrática media, [la sigma], es una medida de cuánta variación hay de una prueba a otro dentro de la " distribución normal " que está debajo del la prueba observada data. La desviación de la muestra es una estimación de la norma la desviación basó en la prueba observada data. Si las pruebas estuvieran repetidas un el número infinito de tiempos, la desviación de la muestra se acercaría y, en el limite, tener fuerzas para la desviación cuadrática media (2).

La desviación de la muestra para un series de la prueba se define como: <vea la ecuación debajo>

bsex200c.gif (186x486)

$$S_x = \left[\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

y para la facilidad de cálculo esto es escrito como: <vea la ecuación debajo>

bsex200d.gif (146x726)

$$S_x = \left[\frac{1}{(n-1)} \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2 \right] \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Para las series de la prueba en la estufa UN anterior, [S.sub.A], es entonces calculado como sigue: <vea la ecuación debajo>

bsex201a.gif (317x600)

$$\sum_{i=1}^n A_i^2 = 20^2 + 17^2 + 16^2 + 18^2 + 14^2 + 17^2 + 18^2 + 19^2 + 18^2 + 15^2 = 2988$$

$$n\bar{A}^2 = 10(17.2)^2 = 2958.4$$

and then

$$S_A = \left[\frac{1}{9} (2988 - 2958.4) \right]^{\frac{1}{2}} = [3.2889]^{\frac{1}{2}} = 1.8135$$

Este cálculo puede repetirse para el B de serie de prueba y LENGUAJE C, mientras dando:

$$[S.SUB.B] = 1.6193$$

$$[S.SUB.C] = 1.4079$$

Normalmente se expresan los resultados de la prueba un la media ventaja o menos el probe la desviación: <vea la ecuación debajo>

bsex201b.gif (150x317)

$$A = 17.2 \mp 1.81$$

$$B = 16.2 \mp 1.62$$

$$C = 15.4 \mp 1.41$$

También puede usarse la desviación de la muestra, el S , para predecir el rango aproximado encima de que los datos quedarán si se hacen las pruebas extensas--asumiendo el el mismo sostenimiento de las condiciones.

Para un juego de datos de n apunta $[x.sub.i]$, asumiendo ellos son una muestra aleatoria de un la distribución normal, el medio $X[\text{bar estimado}]$ y desviación de la muestra $[S.sub.x]$ la lata se encuentre como above. discutido El número de grados de libertad de esto el conjunto de dato se da entonces por:

$$EL F DE = [N.SUB.X] - 1 \quad (3)$$

De la t-mesa, Mesa 2, un t-value puede encontrarse para los grados de libertad del f y varios niveles de confidence/levels de importancia, $100(1-[\text{alpha}]) / [\text{el alfa}]$. El el rango <vea ecuación 4>

bsex201c.gif (67x726)

$$\bar{X} \mp (t\text{-value})S_x \quad (4)$$

entonces sostiene aproximadamente $100(1-2[\text{alpha}])\%$ de todos los punto del datos.

Cuando el tamaño de la muestra n se pone muy grande para que \bar{X} converge con el verdadero el valor medio de la " distribución normal " y $[S.sub.x]$ converge con el la desviación cuadrática media, $[\sigma]$, de la distribución entonces 68.27 por ciento de todas las pruebas

hecho tendrá un valor que queda dentro de $[- \text{ o } +]1[\sigma]$ del promedio. Similarly, 95% de los punto del datos quedarán dentro de $[- \text{ o } +]1.96[\sigma]$ del promedio, y 99% de los datos los punto quedarán dentro de $[- \text{ o } +]2.57[\sigma]$ del average. Esto puede verse en Mesa 2 para un número infinito de grados de libertad.

Para el caso más común de tamaño de la muestra finito n , como en el caso de las estufas hipotéticas UN, B, y LENGUAJE C sobre, ecuación (4) debe usarse.

Como un ejemplo, el datos de ensayo para la estufa UN tiene $f=10-1-9$ los grados de libertad. Así, para el $f=9$ y $[\alpha]=2.5\%$, el t -mesa indica que el intervalo <vea la ecuación debajo>

bsex202a.gif (78x600)

$$\bar{A} \mp 2.26S_A = 17.2 \mp 4.1 = 13.1 \text{ to } 21.3$$

los sostenimientos aproximadamente $100(1-2[2.5])$ -95% de todos los punto del datos esperados si los testing eran continuar indefinidamente (los juegos de la muestra generadores de 10 datos los punto).

Semejantemente, <vea la ecuación debajo>

bsex202b.gif (63x486)

$$\bar{A} \mp 3.25S_A = 17.2 \mp 5.9$$

los sostenimientos aproximadamente 99% de todos los punto del datos esperados.

Para el LENGUAJE C de la estufa con los grados de libertad del $f=8-1=7$, el intervalo <vea la ecuación debajo>

bsex202c.gif (87x486)

$$\bar{C} \mp 2.365S_c = 15.4 \mp 3.3$$

los sostenimientos aproximadamente 95% de todos los punto del datos esperados, y así sucesivamente.

El coeficiente de variación

El coeficiente de variación CV normaliza la desviación de la muestra simplemente por dividiéndolo por el promedio: <vea ecuación 5>

bsex202d.gif (85x660)

$$CV_x = \frac{S_x}{\bar{X}} \quad (5)$$

Para las series de la prueba en la estufa UN: <vea la ecuación debajo>

bsex202e.gif (108x486)

$$CV_A = \frac{S_A}{\bar{A}} = \frac{1.8}{17.2} = 0.105$$

El coeficiente de variación y la desviación de la muestra son las medidas de la calidad del dato. El menor el CV, los más herméticamente agrupamos los datos son y el menos importante el variables. desenfrenado UN muy grande medios del coeficiente de variación que las condiciones experimentales no son adecuadamente controlled. puede haber demasiado viento por ejemplo, el equilibrio puede estar pegando, o los verificadores diferentes pueden realizar las pruebas lejos en manners. Regardless diferente, si el CV es que el esfuerzo grande, mayor debe ser hecho controlar bien las condiciones experimentales y reducir la variabilidad de los datos.

MESA 2

El t-mesa de

Los of de los grados Nivelan de Confianza [100(1-[alpha])] /Level de Importancia [[el alfa]]
FREEDOM 90/10 95/5 97.5/2.5 99/1 99.5/0.5

1 3.078 6.314 12.706 31.821 63.657
2 1.886 2.920 4.303 6.965 9.925
3 1.638 2.353 3.182 4.541 5.841
4 1.533 2.132 2.776 3.747 4.604

5 1.476 2.015 2.571 3.365 4.032
6 1.440 1.943 2.447 3.143 3.707
7 1.415 1.895 2.365 2.998 3.499
8 1.397 1.860 2.306 2.896 3.355
9 1.383 1.833 2.262 2.821 3.250

10 1.372 1.812 2.228 2.764 3.169

11 1.363 1.796 2.201 2.718 3.106
12 1.356 1.782 2.179 2.681 3.055
13 1.350 1.771 2.160 2.650 3.012
14 1.345 1.761 2.145 2.624 2.977

15 1.341 1.753 2.131 2.602 2.947
16 1.337 1.746 2.120 2.583 2.921
17 1.333 1.740 2.110 2.567 2.898
18 1.330 1.734 2.101 2.552 2.878
19 1.328 1.729 2.093 2.539 2.861

20 1.325 1.725 2.086 2.528 2.845
21 1.323 1.721 2.080 2.518 2.831
22 1.321 1.717 2.074 2.508 2.819
23 1.319 1.714 2.069 2.500 2.807
24 1.318 1.711 2.064 2.492 2.797

25 1.316 1.708 2.060 2.485 2.787
26 1.315 1.706 2.056 2.479 2.779
27 1.314 1.703 2.052 2.473 2.771
28 1.313 1.701 2.048 2.467 2.763
29 1.311 1.699 2.045 2.462 2.756

30 1.310 1.697 2.042 2.457 2.750
40 1.303 1.684 2.021 2.423 2.704
60 1.296 1.671 2.000 2.390 2.660
120 1.289 1.658 1.980 2.358 2.617
[la infinidad] 1.282 1.645 1.960 2.326 2.576

La Referencia de (1)

Al analizar los datos, un valor de la prueba bastante diferente de todos los otros, llamado una " observación aberrante ", puede encontrarse, no puede haber ninguna razón obvia todavía a inhabilite esa prueba del particular, por ejemplo ninguna agua fue contada, madera era perdido " ni misweighed, los valor no eran los misrecorded, etc. El la presencia de tal una observación aberrante virtualmente garantías que la distribución con él incluyó no es normal " y analizándolo correctamente pueden por consiguiente

sea bastante difícil.

Una manera dado evitar estas complicaciones simplemente es ignorar arbitrariamente las observación aberrante si ellos son suficientemente diferentes de los otros datos. El los consecuencias de tirar un " punto del datos bueno " incorrectamente son insignificantes; las consecuencias de no tirar un " punto del datos malo " pueden ser realmente adverse. Un criterio útil por decidir si o no a incluya que una observación aberrante es calcular cuántas desviaciones de la muestra miente de el promedio de la otra prueba data. es importante que esta muestra la desviación y promedio no incluyen el outlier. Si queda más de, para el ejemplo, cuatro desviaciones de la muestra lejos, la observación aberrante debe desecharse. En algunos casos puede ser deseable usar el criterio más estricto de tres probe las desviaciones.

Como un ejemplo, considere el caso dónde una novena prueba se hace en el LENGUAJE C de la Estufa (Mesa 1) y un valor de 9% ya es found. Como mostrado, el promedio y probe la desviación por las primeras ocho pruebas en la Estufa C=15.4 [- o +]1.41. El valore 9% está más de cuatro desviaciones de la muestra del promedio, es decir, $15.4 - 4(1.41) = 9.76$, para que pudiera ser discarded. Alternatively, considere el caso dónde la novena prueba dio UN valor de 20 a un valor de 20 percent. el por ciento simplemente es ligeramente más de [3S.sub.C] de C[bar]. Discarding que este valor puede sea deseable en algunos casos, pero no es una pena tan claramente " " como el valor 9%.

Los márgenes de confianza

Los márgenes de confianza dan un rango de valor dentro de que el verdadero promedio valore para los datos se espera a lie. Como antes, un t-value se encuentra para el datos de ensayo con los grados de libertad del f y un nivel de significancia, [el alfa]. El intervalo de confianza: <vea ecuación 6>

bsex204a.gif (97x486)

$$\bar{X} \mp (t\text{-value})S_x/\sqrt{n}$$

es entonces $100(1-2[\alpha])\%$ cierto (vea nota 3) para sostener el verdadero valor medio de la distribución normal subyacente de que los datos de ensayo son un azar la muestra. Note la diferencia de $1/\sqrt{n}$ comparó a la ecuación (4) . Como el el número de punto del datos, n , se pone grande, el intervalo de confianza estrecha abajo en el verdadero valor medio incluso mientras el esparza de datos, ecuación (4), los restos el mismo.

Como un ejemplo, para la Estufa UN (Mesa 1), el rango <vea la ecuación debajo>

bsex204b.gif (97x486)

$$\bar{A} \mp 2.26S_A/\sqrt{10} = 17.2 \mp 1.29$$

es $100(1-2(2.5))\% = 95\%$ cierto para sostener el verdadero promedio. Similarly, <vea la ecuación debajo>

bsex204c.gif (87x486)

$$\bar{A} \mp 3.25S_A/\sqrt{10} = 17.2 \mp 1.86$$

es 99% cierto sostener el verdadero promedio.

el t-prueba

El t-prueba se usa para determinar si dos conjuntos de dato difieren en un estadísticamente la manera significativa.

Las estufas comparando UN y se dan B, su promedio y desviación cuadrática media por: <vea la ecuación debajo>

bsex205a.gif (97x486)

$$\bar{A} = 17.2 \mp 1.81 \quad \text{and} \quad \bar{B} = 16.2 \mp 1.62$$

y su 95 confianza por ciento va (dentro de que hay un 95 por ciento la probabilidad de encontrar sus verdaderos valor medios--Vea Nota 3) es:

[A.sub.g5] = 15.9 a 18.5 y [B.sub.g5] = 15.0 a 17.4

Así, sus 95 márgenes de confianza por ciento solapan de 15.9 a 17.4. Cómo, ¿entonces, uno sabe que la estufa UN es realmente bueno que el B de la estufa? A determine este un t-prueba es used. Para dos x de los conjuntos de dato y y que el t-value es definido como (4): <vea ecuación 7>

bsex205b.gif (127x798)

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{S_p \left[\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right]^{0.5}} \quad (7)$$

donde [S.sub.p] es la desviación de la muestra agrupada, <vea la ecuación debajo>

bsex205c.gif (150x486)

$$S_p = \left[\frac{(n_x - 1)S_x^2 + (n_y - 1)S_y^2}{n_x + n_y - 2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

[n.sub.x] y [n.sub.y] es el número de pruebas usado por calcular el promedio y las desviaciones cuadrática medias de X de los conjuntos de dato y SI respectivamente, y el número de los grados de libertad se dan por

$$EL F DE = [N.SUB.X] + [N.SUB.Y] - 2 \quad (8)$$

Si el valor de t calculara por la Ecuación (7) es más grande que el valor listado en Mesa 2 para ese número de de greas de libertad y un cierto

el nivel de significancia, [el alfa], entonces el X de los conjuntos de dato y SI se dice que es diferente a los $100(1-2[\alpha])\%$ nivelado de confianza (vea nota 4). que es importante a la nota que el valor [el alfa] debe escogerse de Mesa 2 en el orden a tenga un $100(1-2[\alpha])\%$ la confianza que los medios (o promedios) es diferente. Esto está conocido como un t-prueba de doble cara de los medios.

Así, comparando las estufas UN y B (Mesa 1) <vea la ecuación debajo>

bse205d0.gif (167x486)

$$S_p = \left[\frac{9(1.81)^2 + 9(1.62)^2}{18} \right]^{\frac{1}{2}} = 1.72$$

Del t-mesa, para los grados de libertad del $f=18$ y un $100(1-2[\alpha]) -90$ por ciento nivelado de confianza, [el alfa]=5 y $t=1.734$. Desde el t-value calculado sobre, $t=1.30$, está menos de esto, uno dice que las dos estufas, UN y B, no haga encuéntrese el 90 nivel por ciento de requisito de confianza--es decir, hay menos de una 90 oportunidad por ciento que la actuación de las dos estufas difiera, o hay equivalentemente, más de una 10 oportunidad por ciento que el la media actuación de PHU de estufa UN está igual que eso de B de la estufa (vea note 5 para una discusión más detallada).

El B de la estufa comparando al LENGUAJE C de la estufa (Mesa 1): <vea la ecuación debajo>

bsex206a.gif (285x486)

$$S_P = \left[\frac{9(1.62)^2 + 9(1.41)^2}{16} \right]^{\frac{1}{2}} = 1.53$$

$$t = \frac{16.2 - 15.4}{1.53 \left[\frac{1}{10} + \frac{1}{8} \right]^{\frac{1}{2}}} = 1.10$$

para los grados de libertad del $f=10+8-2=16$ el t-value para un 90 nivel por ciento de la confianza ($[\alpha]=5$) es tan de nuevo 1.746 [t.sub.BC]=1.10 está menos de 1.746=[t.sub.90] y hay mayor que una 10 oportunidad por ciento que el verdadero valor medio de la actuación para el B de la estufa estará igual que eso de estufa C.

Semejantemente, LENGUAJE C de la estufa y estufa UNA lata se compare para encontrar:

[S.SUB.P] = 1.65 T DE = 2.30 F=16 DE

De Mesa 2, el t-value para $f=16$ y un 95 nivel por ciento de confianza es ($[\alpha]=2.5$) [t.sub.g 5]=2.12; para un 98 nivel por ciento de confianza ($[\alpha]=1$) [t.sub.g 8]=2.583. El t-value para las Estufas UN y el LENGUAJE C es entonces; <vea la ecuación debajo>

bsex206b.gif (97x540)

$$t_{95} < t_{AC} = -2.30 < t_{98}$$

Hay un 95 nivel por ciento de confianza así, que la actuación de La estufa UN es diferente que el de Estufa C. Alternatively, puede decirse que hay un aproximadamente 2 a 5% oportunidad que sus actuaciones son el same. que Esto no declara, sin embargo, eso que su actuación relativa es. que Su actuación relativa está en alguna parte en el rango de valor dado por su confianza levels. por ejemplo, es 95 por ciento probable eso sus verdaderas mentiras de la actuación en los rangos dados por: <vea la ecuación debajo>

bsex206c.gif (87x600)

$$A_{95} = 17.2 \mp 1.3 \quad \text{and} \quad C_{95} = 15.4 \mp 1.2$$

En el caso de estufas UN y B, el datos era insuficiente mostrar un la diferencia de la actuación significante entre them. las pruebas Adicionales son necesitado.

Para determinar el número de pruebas n exigió mostrar una diferencia significante entre dos conjuntos de dato cada uno de datos de n apunta, lo siguiente la fórmula es usado: <vea ecuación 9>

bsex207a.gif (121x600)

$$n = u^2 \left[\frac{S_p}{\bar{X} - \bar{Y}} \right]^2 \quad (9)$$

donde \bar{X} y \bar{Y} son los promedios para los dos conjuntos de dato, S_p es los agrupamos probe la desviación por el X de los juegos y SI, y u se da por, para 90 por ciento, los niveles de confianza, $u=1.293$; para 95 por ciento, $u=3.61$, y para 99 por ciento, $u=4.90$ (vea nota 6).

Por ejemplo, para ser 90 por ciento seguro que las estufas UN y el B tenía diferente las actuaciones, el número de pruebas necesitado sería aproximadamente <vea la ecuación debajo>

bsex207b.gif (121x540)

$$n \approx 2.93^2 \left[\frac{1.72}{17.2 - 16.2} \right]^2 = 25.4$$

o aproximadamente 25 pruebas de cada stove. que El 99 nivel de confianza por ciento requiere aproximadamente 71 pruebas de each. Clearly, si posible, es más preferible a cuidadosamente controla las pruebas para que hay menos variación entre las pruebas; es decir, reducir la muestra deviation. Thus normal, el testing fiable, los resultados son logrados más fácilmente controlando bien las variables tal como el estado higrométrico de madera, enrolle, etc., que intentando predominarlos por

eternamente " las pruebas repetidor.

La Regresión lineal

La regresión lineal se usa para encontrar la " relación lineal buena " entre dos variables. Si la relación entre las variables no es lineal, entonces la regresión lineal debe hacerse con la combinación apropiada de variables para que sea como cerca de una relación lineal como posible. Por ejemplo, si y es aproximadamente igual a $[x.\text{sup.}2]$ entonces la regresión lineal debe hacerse entre el e inconstante y la variable $[x.\text{sup.}2]$ en lugar de entre y y x itself. La forma aproximada para usar normalmente puede ser aproximadamente estimado por rápidamente representación gráfica que el datos valora, el x , $[x.\text{sup.}2]$, etc. contra y y observando qué es el más casi lineal.

Las fórmulas por hacer una regresión lineal son lo siguiente:

El datos de n dado aparee (el x,y), el ataque lineal bueno a estos punto del datos es dado por el line: <vea ecuación 10>

bsex207c.gif (70x600)

$$y = m(x - \bar{X}) + \bar{Y} \quad (10)$$

donde el metro es la cuesta y $([\text{el bar}]Y - m[\text{bar}]X)$ es los e interceptan. El coeficiente $[\text{el bar}]X$ de esta ecuación se da por el promedio: <vea la ecuación debajo>

bsex208a.gif (162x726)

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (11)$$

and similarly for \bar{Y} .

Con las definiciones: <vea la ecuación debajo>

bsex208b.gif (600x600)

$$S_{xxn} = \sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{X}^2 \quad (12a)$$

$$S_{yyn} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - n\bar{Y}^2 \quad (12b)$$

$$S_{xyn} = \sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{X}\bar{Y} \quad (12c)$$

$$m = \frac{S_{xyn}}{S} \quad (13)$$

El coeficiente de correlación se da entonces por <vea ecuación 14>

bsex208c.gif (129x726)

$$R = \frac{S_{xyn}}{[S_{xxn} S_{yy n}]^{\frac{1}{2}}} \quad (14)$$

y es una medida de qué bien el $y=m(x-X[\text{bar del line}]) + Y[\text{bar}]$ realmente los ataques los datos: [- el or+]1 en un ataque perfecto; 0 indican no hay ninguna correlación entre el el x de las variables y y en los datos aparean ($[x.\text{sub}.i], [y.\text{sub}.i]$).

Una región de confianza también puede determinarse para el line de la regresión y puede serse similar a los márgenes de confianza para un valor medio discutido anteriormente. El la región de confianza se da por la ecuación: <vea la ecuación debajo>

bsex208d.gif (230x600)

$$\frac{n(\bar{Y}-a)^2 + (m-b)^2 S_{xxn}}{2S_R^2} = F(2, n-2) \quad (15)$$

where

$$S_R^2 = \frac{1}{(n-2)} \left[S_{yy n} - \frac{S_{xyn}^2}{S_{xxn}} \right] \quad (16)$$

es la variación estimada de residuos y $F(2, n-2)$ es el estimulante $(1-[\alpha])$ el punto porcentual de la distribución FAHRENHEIT para 2 y $n-2$ los grados de libertad a el nivel de confianza deseado $(1-[\alpha])$. que La distribución FAHRENHEIT se lista en Mesa 5 debajo de.

Ésta es la ecuación para una elipse en las variables (el a, b) . Lines $y =$ el $a'+b'(x-X[\text{bar}])$ con (el a', b') dentro de esta elipse los line de la regresión encajaron con el nivel de confianza dado por la opción de F . Lines con (el a', b') fuera de esta elipse los datos no encajan a ese nivel de confianza.

Como un ejemplo del uso de regresión lineal, suponga que una serie de se hacen las pruebas para determinar el efecto de la altura del reja-a-olla (todos otros factores que precisamente permanecen el mismo) con los resultados para el D de las estufas y E así desplegado en Mesa 3.

MESA 3

los Datos de la Estufa Hipotéticos de PHU contra la Reja A la Altura de la Olla

La H de (la altura) el D de (PHU) E (PHU)

10 CM 30% 17%
 11 28 14
 12 27 16
 13 25 17
 14 24 18
 15 23 16

MESA 4

Un Ejemplo la Hoja de trabajo de la Regresión Lineal

LA	H	DE	D	E	HD	HE	[H.SUP.2]	[D.SUP.2]	[E.SUP.2]
10	30	17	300	170	100	900	289		
11	28	14	308	154	121	784	196		
12	27	16	324	192	144	729	256		
13	25	17	325	221	169	625	289		
14	24	18	336	252	196	576	324		
15	23	16	345	240	225	529	256		

La suma [la sigma] = 75 157 98 1938 1229 955 4143 1610

Claramente, la actuación de este D de la estufa hipotético es muy sensible a la altura del reja-a-olla mientras el de estufa E no es. UNA regresión lineal puede hacerse para determinar lo entre que la relación lineal buena es el la actuación de la estufa y la altura en los centímetros y para determinar cómo con precisión esta relación lineal representa los datos.

Del conjunto de dato sobre para el D de las estufas y E las sumas y sumas de cuadrados y los productos pueden formarse como indicado en Mesa 4.

Entonces <vea la ecuación debajo>

bsex210a.gif (600x600)

$$\bar{H} = \frac{1}{6}(75) = 12.5 ; \quad \bar{D} = 26.166 ; \quad \bar{E} = 16.333$$

$$S_{HHn} = 955 - 6(12.5)^2 = 17.5$$

$$S_{HDn} = 1938 - 6(12.5)(26.166) = -24.5$$

$$S_{HEn} = 1229 - 6(12.5)(16.333) = 4.025$$

$$S_{DDn} = 4143 - 6(26.1667)^2 = 34.83$$

$$S_{EE n} = 1610 - 6(16.333)^2 = 9.334$$

and

$$m_D = \frac{S_{HDn}}{S_{HHn}} = -1.40 \quad m_E = 0.229$$

$$R_D = \frac{S_{HDn}}{\left[\frac{S_{HHn}}{6} \right]^{1/2}} = -0.99 \quad R_E = 0.313$$

Así, el ataque lineal bueno a los datos para el D de la estufa es

$$[\text{PHU.SUB.D}] = -1.4(\text{H}-12.5) + 26.1667$$

y hay una correlación muy buena, $|R|=0.99$, entre estos punto del datos, así desplegado en Figura 1.

bse1x213.gif (600x600)

Statistical Methods

213

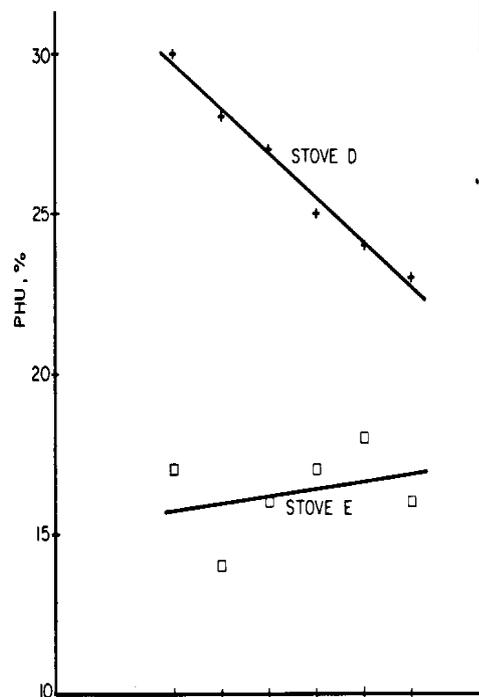


FIGURE 1: Plot of data for stoves D and E and lines from regression analysis showing the best linear fit to the data.

Para la estufa E, el ataque lineal bueno se da por

$$[\text{PHU.SUB.E}] = 0.229(\text{H}-12.5) + 16.333$$

pero la correlación no es muy buena, $|R|=0.313$, como también puede verse en Figure 1.

Semejantemente, pueden determinarse las regiones de confianza para la regresión anterior el lines. Con un nivel deseado de confianza de 95 por ciento, el valor FAHRENHEIT con el $n=4$ es 6.94. Para el D de la estufa, la región de confianza se da entonces por: <vea la ecuación debajo>

bsex210b.gif (230x600)

$$\frac{6(a-26.167)^2 + 17.5(b+1.40)^2}{2 \left[\frac{1}{4} \left[34.83 - \frac{(-24.5)^2}{17.5} \right] \right]} = 6.94$$

or

$$(a-26.167)^2 + 2.9167(b+1.40)^2 = 0.3065$$

Para la estufa E la región de confianza en dado por:

$$[(un-16.333) .sup.2] + 2.9167[(b-0.229) .sup.2] = 4.863$$

MESA 5

F(2, N) LA DISTRIBUCIÓN

nivelan de confidence/level de importancia

N 90%/10% 95%/5% 97.5%/2.5% 99%/1%

1 49.5 199.5 799.5 4999.5

2 9.00 19.00 39.00 99.00

3 5.46 9.55 16.04 30.82

4 4.32 6.94 10.65 18.00

5 3.78 5.79 8.43 13.27

6 3.46 5.14 7.26 10.92

7 3.26 4.74 6.54 9.55

8 3.11 4.46 6.06 8.65

9 3.01 4.26 5.71 8.02

10 2.92 4.10 5.46 7.56

11 2.86 3.98 5.26 7.21

12 2.81 3.89 5.10 6.93

13 2.76 3.81 4.97 6.70

14 2.73 3.74 4.86 6.51

15 2.70 3.68 4.77 6.36

16 2.67 3.63 4.69 6.23

17 2.64 3.59 4.62 6.11

18 2.62 3.55 4.56 6.01

19 2.61 3.52 4.51 5.93

20 2.59 3.49 4.46 5.85

21 2.57 3.47 4.42 5.78

22 2.56 3.44 4.38 5.72

23 2.55 3.42 4.35 5.66

24 2.54 3.40 4.32 5.61

25 2.53 3.39 4.29 5.57

26 2.52 3.37 4.27 5.53

27 2.51 3.35 4.24 5.49

28 2.50 3.34 4.22 5.45

29 2.50 3.33 4.20 5.42

30 2.49 3.32 4.18 5.39

40 2.44 3.23 4.05 5.18

60 2.39 3.15 3.93 4.98

120 2.35 3.07 3.80 4.79

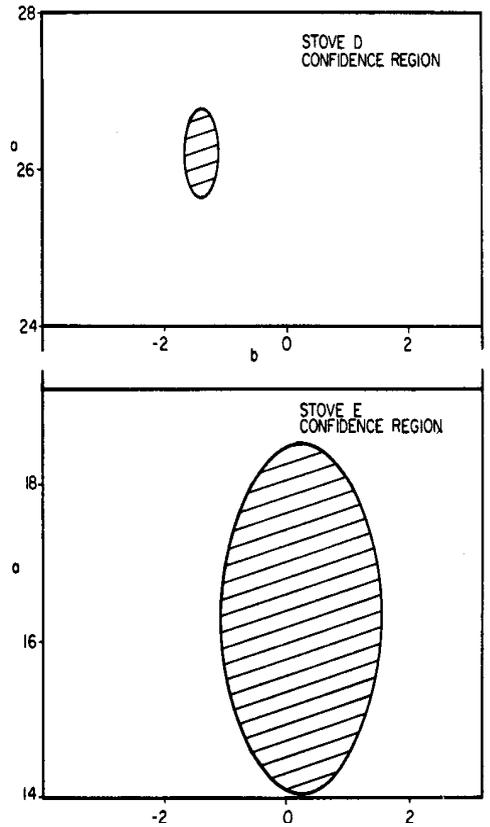
[la infinidad] 2.30 3.00 3.69 4.61

La referencia (1)

Éstos son los graphed en Figura 2 debajo (7) . Como puede verse, la confianza

bse2x213.gif (600x600)

FIGURE 2: Confidence regions for the linear regressions on the data for Stoves D and E. Within the ellipses are values of (a,b) for the line $Y=a+b(x-\bar{x})$ where Y is the PHU and x is the height H which fit the cata (and the best regression line) to a 95% confidence level.



la región para la estufa E es más de tamaño más grande que para la estufa D. Que es, hay un la latitud considerable en las posibles opciones para los parámetros del line para la estufa E para un nivel dado de confidence. Stated otra manera, hay considerablemente menos certeza sobre lo que los line de la regresión realmente deben sea para la estufa E que para la estufa D. Esto corresponde al muy menor el coeficiente de correlación para la estufa los datos de E que la estufa D. Thus, el calculado por ejemplo, line de la regresión para la estufa E es los el mejor encajamos al los datos dados, pero otro lines de la regresión con parámetros dados dentro del la elipse proporciona casi como bueno un ataque (95 nivel de confianza por ciento para el los datos dados) a este datos.

La Regresión Lineal comparando Lines

Es frecuentemente necesario comparar dos lines de la regresión para determinar si o ellos son paralelos o quizás igualan indistinguible estadísticamente. Para hacer esto, una técnica similar al t-prueba puede usarse.

Dado dos juegos de datos: <vea la ecuación debajo>

bsex212a.gif (121x600)

$$\begin{aligned} \text{set 1: } & (x_1, y_1)_1, (x_2, y_2)_1, \dots, (x_{n_1}, y_{n_1})_1 \\ \text{set 2: } & (x_1, y_1)_2, (x_2, y_2)_2, \dots, (x_{n_2}, y_{n_2})_2 \end{aligned} \quad (17)$$

era los subíndices 1 y 2 en los anaqueles refiérase a los datos respectivos el juego.

Primero, los lines de la regresión son en buen salud a través de cada conjunto de dato separado como descrito

anteriormente. <vea ecuación 18>

bsex212b.gif (230x600)

$$\text{set 1: } Y_1 = m_1(x - \bar{X}_1) + \bar{Y}_1$$

(18)

$$\text{set 2: } Y_2 = m_2(x - \bar{X}_2) + \bar{Y}_2$$

donde los subíndices distinguen entre los conjuntos de dato 1 y 2.

Segundo, la variación residual estimada, [S.sup.2.sub.r], es calculado para cada datos ponga como cedido la ecuación (16).

Tercero, la variación residual estimada agrupada, [S.sup.2.sub.pr], es calculado para el dos conjuntos de dato. <vea ecuación 19>

bsex212c.gif (150x600)

$$S_{PR}^2 = \frac{(n_1 - 2)S_1^2 + (n_2 - 2)S_2^2}{n_1 + n_2 - 4} \quad (19)$$

donde los subíndices distinguen de nuevo entre los conjuntos de dato.

El Cuarto, el t-value agrupado [t.sub.p] es calculado para los dos lines de la regresión <vea ecuación 20>

bsex214a.gif (167x600)

$$t_p = \frac{m_1 - m_2}{S_{PR} \left[\frac{1}{S_{xxn1}} + \frac{1}{S_{xxn2}} \right]} \quad (20)$$

Esto puede compararse ahora al t-value para $([n.sub.1] + [n.sub.2] - 4)$ los grados de libertad y el nivel de significancia deseado, [el alfa], del t-mesa. Si [t.sub.p] es mayor que eso dado para [t.sub. [el alfa]] entonces en el t-mesa los lines se dicen a tenga las cuestas diferentes al nivel de confianza $100(1 - 2[\alpha])\%$.

Si las cuestas no son estadísticamente entonces discernibles que ellos pueden ser probó para determinar si ellos también son coincident. para hacer esto, un común la cuesta debe calcularse luego para todo el data. Thus anterior, el quinto, el paso es estimar una cuesta común, [m.sub.c], y una variación residual común, [S.sub.c] para los dos conjuntos de dato juntos. <vea la ecuación debajo>

bsex214b.gif (230x600)

$$m_c = \frac{S_{xyn1} + S_{xyn2}}{S_{xxn1} + S_{xxn2}} \quad (21)$$

$$S_c^2 = \frac{1}{(n_1+n_2-3)} \left[S_{yy1} + S_{yy2} - \frac{[S_{xyn1} + S_{xyn2}]^2}{S_{xxn1} + S_{xxn2}} \right] \quad (22)$$

Sexto, calcule el t-value común correspondiente, [t.sub.c]: <vea ecuación 23>

bsex214c.gif (207x600)

$$t_c = \frac{(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2) - m_c(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{S_c \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)^2}{[S_{xxn1} + S_{xxn2}]} \right]^{1/2}} \quad (23)$$

Como anteriormente, si $[t_{\text{sub.c}}]$ es mayor que el t-value para $([n_{\text{sub.1}}] + [n_{\text{sub.2}}] + 3)$ los grados de la libertad al nivel de significancia deseado, $[\text{el alfa}]$, entonces los dos lines son parangone pero estadísticamente distinguishable. Si $[t_{\text{sub.c}}]$ es menos del el t-value entonces ellos están estadísticamente indistinguibles en el nivel de confianza $100(1-2[\text{alfa}])\%$.

Un estudio del campo idealizado se analizará para ilustrar la técnica. La primera semana, se hacen los pesos de madera diarios para cada uno de los ocho familias que usan su stove. tradicional Para cada familiar, el número de equivalentes adultos que comen y el consumo de combustible por el equivalente del adulto es calculado durante cada día y entonces promedió encima del week. La segunda semana, el proceso está repetido con las familias que usan al modelo de la estufa mejorado UN; la tercera semana con la estufa mejorada B. ejemplar La cuarta semana, las familias, de nuevo usa sus estufas tradicionales para verificar que la actuación es el mismo; es decir, para verificar que las condiciones, cure, humedad de madera variables satisfechas, y otras que podrían afectar la actuación de la estufa, tenga permanecia el mismo durante el periodo entero de testing. Los datos están resumido en Mesa 6.

Estos datos se trazan en Figura 3. Aunque es fácil dado ver esa estufa

bse3x217.gif (600x600)

FIGURE 3: Plot of data in Table 6. Traditional stove(+); Model A(∇); Model B (o).

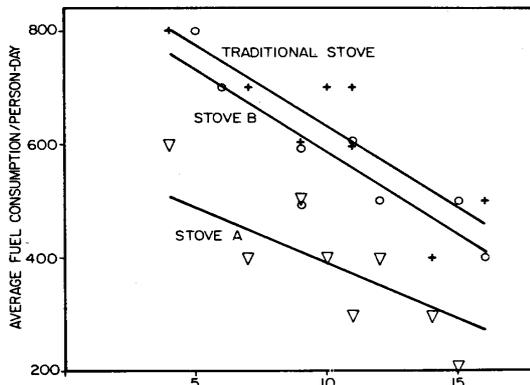
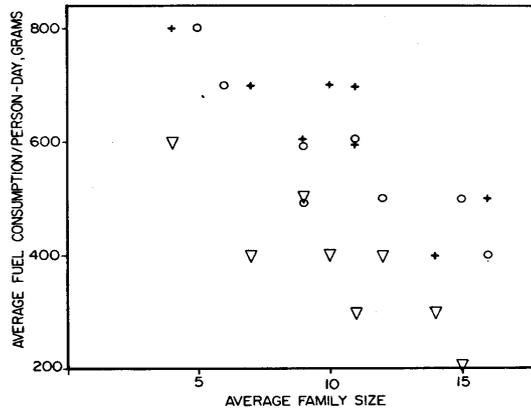


FIGURE 3b: Same plot as above, but showing regression lines.

Un consume menos combustible que la estufa tradicional, es trinco para ver cualquiera diferencie entre el B de la estufa y el tradicional.

El primer estado es calcular [el bar]X, [el bar]Y, [S.sub.xxn], etc. en que Los resultados se listan Mesa 7.

Los lines de la regresión se dan por (Mesa 7 y ecuaciones 11 a 14 sobre):

La estufa tradicional: $SI = -28.6(X-10.25) + 625$. $R = -0.84$

Modele UN stove: $SI = -19.4(x-10.25) + 387.5$ $R = -0.56$

El stove: del B Ejemplar $SI = -29.0(x-10.375) + 575$. $R = -0.89$

donde SI es el consumo de combustible por persona por día, el x es el tamaño familiar en los equivalentes adultos, y R es el coeficiente de correlación. Clearly, la estufa UN tiene un más bajo consumo de combustible que el others. However, su cambio, en el consumo de combustible con el tamaño familiar también es significativamente diferente. A compare estas estufas, el consumo de combustible por persona para el medio tamaño de familia used. puede estar En el $x = 10.25$, la estufa tradicional usa 625 grams/person-día, estufa UN usos 387.5 grams/person-día, y usos de B de estufa 578.6 grams/person-day. debido a la correlación fuerte entre la familia el tamaño y consumo de combustible normalmente observaron en el campo, es importante esa actuación de la estufa se compare en base al mismo tamaño familiar.

Los lines de la regresión para las estufas del B tradicionales y ejemplares tienen similar las cuestas y puede ser compared. Calculating la variación residual, la ecuación, (16), para cada conjunto de dato <vea la ecuación debajo>

bsex215a.gif (150x600)

$$S_{t_{rad}}^2 = 5561.1 \quad S_B^2 = 4078.8$$

De este la variación residual agrupada se da por [S.sup.2.sub.pr] = 4820.

El t-value agrupado correspondiendo es <vea la ecuación debajo>

bsex215b.gif (87x600)

$$t_p = \frac{(-28.6) - (-29.0)}{69.426 \left[\frac{1}{99.5} + \frac{1}{107.875} \right]} = 0.298$$

Del t-mesa, para (8+8-4)-12 grados de libertad, el 80 nivel por ciento, de confianza ([el alpha]-10) es (1.356) . Thus, las cuestas de estos dos lines son estadísticamente indistinguible.

Ahora una cuesta común y la variación de la muestra común para los dos conjuntos de dato combinado puede calcularse.

[m.sub.c] = 28.8 y [S.sub.c] = 66.7

MESA 6

Los Datos de De UN Estudio del Campo Hipotético

Semana de 1 Semana de 2 Semana 3
 la Estufa Tradicional el Modelo de UN Model B
 el Combustible per Equivalente Equivalent Fuel por el Combustible de Equivalente por
 Los Adultos de FAMILIARES persona-day persona-día de Adults los Adultos de persona-día de
 A 4 800 4 600 5 800
 B 7 700 7 400 6 700
 C 9 600 9 500 9 600
 D 10 700 10 400 9 500
 E 11 700 11 300 11 600
 F 11 600 12 400 12 500
 G 14 400 14 300 15 500
 H 16 500 15 200 16 400

MESA 7

El Regresión Análisis De Estudio del Campo Hipotético

la Estufa de Tradicional UN Estufa B

La Estufa de

[EL BAR]X 10.25 10.25 10.375

[EL BAR]Y 625. 387.5 575.

[S.SUB.XXN] 99.5 91.5 107.875

[S.SUB.YYN] 115,000. 108,750. 115,000.

[S.SUB.XYN] -2850. -1775. -3125.

El t-value correspondiente es <vea la ecuación debajo>

bsex216.gif (167x600)

$$t_c = \frac{(625-575) - 28.8(10.25-10.375)}{66.7 \left[\frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{(10.25-10.375)^2}{(99.5+107.875)} \right]^{\frac{1}{2}}} = 1.39$$

Para $(8+8-3)=13$ grados de libertad, el t-mesa da un t-value de 1.35 para los 100 $(1-2[\alpha])=80$ nivel de confianza por ciento ($[\alpha]=10$) y 1.771 para los 90 el nivel de confianza por ciento ($[\alpha]=5$). Thus, $1.771 > [t.sub.c]-1.39 > 1.35$, es decir, hay mayor que una ochenta oportunidad por ciento, pero menos de 90 por ciento, que estas dos estufas tienen un nivel diferente de actuación (aunque él ya se ha mostrado que el cambio en su actuación con la familia clasifique según tamaño, es decir la cuesta de su línea de la regresión, es el mismo). El golpe estime de su vas de la actuación relativo dado sobre para el tamaño familiar de 10.25, ése es 625 grams/person-día contra 578.6 grams/person-día o el B de la estufa usa 7.5 por ciento menos combustible que la estufa tradicional.

En analizar el datos de campo real hay numerosas complicaciones. El combustible el consumo y/o los números de las personas alimentados pueden variar dramáticamente de día a día para un family. individual En este caso, puede ser bueno hacer las regresiones lineales u otros análisis en los datos diarios de todos el las familias combinaron en lugar de promediándolo primero encima del lapso de tiempo (semana) para cada family. El consumo de combustible tenderá a menudo a disminuir un poco con tiempo como las familias se puestas más sensible alimentar use o bien aprenda a controlar su stoves. Changes en el tiempo, como el empezando o acaba de la estación lluviosa, a veces puede afectar dramáticamente alimente consumption. por que Este factor, en particular, podría reducirse supervisando la humedad de combustible content. el estado económico de La familia pueden también sea un factor grande determinando el combustible use. Cosas así factoriza como éstos pueda a menudo sea el accounted para haciendo una regresión múltiple en los datos.

La Regresión lineal en Dos Variables

En muchos casos hay dos o más variables que determinan el system la contestación. El laboratorio PHU de una estufa podrían determinarse por ambos el encauce la altura y abra boquete en, o el consumo de combustible por persona podría depender adelante el tamaño familiar e ingreso, o quizás en el tamaño familiar y día de la prueba--el consumo de combustible que disminuye como la familia se vuelve más sensibilizado a su combustible use. para analizar cosas así embala el procedimiento lo siguiente se usa.

Las trincas de n dadas de observaciones ($[y_{.sub.1}], [x_{.sub.1i}] [x_{.sub.2i}]$), la ecuación de regresión qué ataques este datos es <vea la ecuación debajo>

bsex218a.gif (600x600)

$$y = \bar{Y} + m_1(x_1 - \bar{X}_1) + m_2(x_2 - \bar{X}_2) \tag{24}$$

where

$$m_1 = \frac{S_{x_1 y n} S_{x_2 x_2 n} - S_{x_2 y n} S_{x_1 x_2 n}}{S_{x_1 x_1 n} S_{x_2 x_2 n} - S_{x_1 x_2 n}^2} \tag{25a}$$

$$m_2 = \frac{S_{x_2 y n} S_{x_1 x_1 n} - S_{x_1 y n} S_{x_1 x_2 n}}{S_{x_1 x_1 n} S_{x_2 x_2 n} - S_{x_1 x_2 n}^2} \tag{25b}$$

y el coeficiente de correlación parcial entre $[x_{sub.1}]$ y y se da por <vea la ecuación debajo>

bsex218b.gif (600x600)

$$R_{x_1y} = m_1 \left[\frac{\begin{matrix} S & S & -S^2 \\ x_1x_1^n & x_2x_2^n & x_1x_2^n \end{matrix}}{\begin{matrix} S & S & -S^2 \\ x_2x_2^n & yyn & x_2yn \end{matrix}} \right]^{0.5} \quad (25c)$$

$$R_{x_2y} = m_2 \left[\frac{\begin{matrix} S & S & -S^2 \\ x_1x_1^n & x_2x_2^n & x_1x_2^n \end{matrix}}{\begin{matrix} S & S & -S^2 \\ x_1x_1^n & yyn & x_1yn \end{matrix}} \right]^{0.5} \quad (25d)$$

En el caso dónde las variables $[x.sub.1]$ y $[x.sub.2]$ no tiene ninguna correlación ($[S.sub.x1x2n]=0$)

las fórmulas sobre para $[m.sub.1]$ y $[m.sub.2]$ reduzca a que para la regresión lineal en un solo variable. En muchos casos, sin embargo, $[x.sub.1]$ y $[x.sub.2]$ no será independiente. Por ejemplo, considere el caso dónde $[x.sub.1]$ es el tamaño familiar, $[x.sub.2]$ es el ingreso familiar, y y es el consumo de combustible por persona-día. Ambos $[x.sub.1]$ y $[x.sub.2]$ afectará y . Additionally, sin embargo, las familias con los ingresos más grandes frecuentemente tenga menos children. Thus $[x.sub.1]$ y $[x.sub.2]$ no es independiente en este caso.

Cuando un examen final camelló ejemplo, los datos del ensayo de laboratorio en el carbón de leña aislado, las estufas durante el segundo, haciendo cocer a fuego lento la fase y listó en la Mesa VI-2 será analizado. que El datos se lista en Mesa 8 con y el PHU, $[x.sub.1]$ el cauce abra boquete en en los milímetros, y $[x.sub.2]$ la longitud del cauce en los centímetros. que El PHU es extremadamente alto y es menos sensible a las dimensiones del cauce que se esperaría del Capítulo III por razones discutidas en el Capítulo VI.

De este datos las sumas, las sumas de cuadrados, y las sumas de productos pueden ser calculado como before. que pueden calcularse Los promedios y otros factores entonces. Los resultados se listan debajo en Mesa 9.

bsex219.gif (600x600)

TABLE 9
Regression Analysis on PHU Data for Charcoal Stoves

	y	y ²	x ₁	x ₁ ²	x ₂	x ₂ ²	x ₁ y	x ₂ y	x ₁ x ₂
sum	579.3	38224.05	48	294	90	1050	3013.7	6113.5	480
n	\bar{Y}	S _{yy} n	\bar{X}_1	S _{x₁x₁} n	\bar{X}_2	S _{x₂x₂} n	S _{x₁y} n	S _{x₂y} n	S _{x₁x₂} n
9	64.36667	936.44	5.333	38.0	10	150	-75.889	320.5	0.0

MESA 8

Los PHU Datos para las Estufas del Carbón de leña, Haciendo cocer a fuego lento la Fase

Y (PHU) abren boquete en [x.sub.1] (el mm.) la longitud de [x.sub.2] (el cm.)

57.5 3 5
 68.6 3 10
 78.4 3 15
 50.2 5 5
 71.9 5 10
 77.3 5 15
 48.8 8 5
 61.7 8 10
 64.9 8 15

De Mesa 9, las cuestas y los coeficientes de correlación parciales son calculados.

[M.SUB.1] = -1.997 [R.SUB.X1Y] = -0.776

[M.SUB.2] = 2.1367 [R.SUB.X2Y] = 0.934

Así, la ecuación de regresión se da por:

$$Y = 64.4 - 2.0([X.SUB.1]-5.3) + 2.1([X.SUB.2]-10)$$

Esta ecuación es el ataque lineal bueno posible al data. La ecuación por ejemplo, dice que disminuyendo el hueco del cauce de 5.3 a 3.0 mm quiere aumente el PHU por aproximadamente 4.6%; alargando el cauce de 10 a 15 cm. aumente el PHU por aproximadamente 10.5% . Como puede verse del parcial los coeficientes de correlación, el ataque es bastante bueno entre el PHU, y, y la longitud del cauce, [x.sub.2] . no es como bueno entre el PHU, y, y el el hueco del cauce, [x.sub.1] .

Hay numerosas otras técnicas estadísticas útiles también, como la regresión en más de dos variables, análisis de variación, y muchos otros. que El lector interesado debe referirse a un libro de texto en el asunto

para los detalles (1).

LA H DEL APENDICE: EL EQUIPO DE TESTING

Se listan instrumentos útiles en el plan de la estufa, desarrollo, y testing debajo de. UNA lista muy extensa de fabricantes para éstos y otro se dan los instrumentos científicos como la referencia (1).

o la medida de cinta de metal Flexible: Mida plantilla, estufa, y olla
Las dimensiones de , etc.,

el o Balance: Usado para el laboratorio, cocina controlada, y campo tests. En el laboratorio y controló las pruebas cocción un equilibrio con una precisión de [- o +]1 gramo es deseable. La capacidad de equilibrio debe ser por lo menos 5 kg y preferentemente 10 kg o más. Con las capacidades superiores, la estufa entera puede pesarse con el carbón de leña en él, mientras evitando las complicaciones así de quitando el carbón de leña de la estufa, pesándolo, y reiniciando entonces el fire. El equilibrio o debe ser un tipo de vega doble o triple equilibran, o electrónico. Los equilibrios electrónicos tienen la ventaja de alivian de uso y los errores reducidos en la medida, pero cost considerablemente más y es más frágil que los equilibrios de la cacerola mecánicos normales.

En las pruebas del campo, debido a la necesidad para la portabilidad, los equilibrios de la primavera lineales
con una precisión de por lo menos [- o se prefieren +]10 gramos.

No materia que qué equilibrio se usa, su calibración frecuentemente debe ser verificó encima de su rango entero pesando un juego de pesos normales.
que El equilibrio también debe ponerse en una plataforma nivelada dónde no quiere se produzca un efecto desagradable y cuidadosamente protegido del polvo, calor extremo, y agua.

los o Termómetros: Mida la temperatura de agua durante las pruebas del laboratorio.
Typically, mercurio en los termómetros de vaso con una longitud de 30 a 45 centimetro y un rango de 0 a 105[degrees]C o 110[degrees]C con una precisión de al menor [- o +]0.5[degree]C son muy útiles. Alternatively, pueden usarse los termopares.

los o Termopares: Mida temperaturas del agua, o del

Estufa de o los gases de chimenea calientes. UNA variedad ancha de alambres del termopar y Las sondas de están disponibles para la temperatura diferente ranges. En el testing Las estufas de , el tipo K aleación de níquel y cromo-aleación de níquel y aluminio termopar alambre con la temperatura alta, cerámico o el aislamiento de vaso normalmente es adequate. Si una temperatura directa El lectura metro con un construyó en la unión fría electrónica no es disponible, entonces un voltio digital metro que tiene una resolución de 0.1 mV Se necesitarán y una unión de la referencia, preferentemente en un baño de hielo. Para los dimensiones exactos, la unión de la prueba debe ser en muy bueno El termocontacto de con la temperatura que es moderado.

la lectura Directa los termómetros digitales con un construyó en la referencia puede ser muy conveniente, pero las sondas normales proporcionaron con ellos puede reducir la flexibilidad del experimenter para hacer una variedad ancha de dimensiones como ellos son a menudo demasiado grandes y pesados para ser insertado fácilmente en el La región de de interés--como la olla a la pared channel. En este caso que los experimenter querrán hacer un juego personal de termopar sondea del alambre de K de tipo normal.

los o Hornos: Mida el estado higrométrico de wood. " Wet " que madera es coleccionó en el campo y puso en las bolsas de plástico impermeables al aire y en un refrescan la situación hasta que la prueba de humedad pueda hacerse (la Nota tantos los tipos de plásticos son algo permeables--la prueba debe hacerse como pronto como posible). La madera solo se pesa entonces y puso en el horno a secan a las 105[degrees]C que hasta que su peso se vuelva constant. que Esto puede tomar varios Dias de que dependen del tamaño del wood. La diferencia entre su firman con iniciales y último pesos son la humedad content. Alternatively, aunque menos preciso, un metro de humedad electrónico puede usarse a estiman el estado higrométrico.

o el Humedad metro: Mida el estado higrométrico aproximado de wood. consiste de un calibró cuatro sonda del diente que se inserta en la madera. El metro mide la resistencia eléctrica del Madera de a través de estas sondas y de eso una lectura de la humedad da content. los Tales metros de humedad pueden tener una exactitud reducida para la humedad Los volúmenes de mayor que 25%. Further, cuando ellos sólo miden la superficie El estado higrométrico de , ellos pueden estar en serio en el error para el interior.

o Bomb el calorímetro: Mida el valor calorífico de la madera o Biomasa de que se usa con la estufa.

o Gas el análisis: Mida el monóxido de carbono y otros gases soltó por la combustión en la estufa. UNA variedad de portátil personal supervisa para determinar las exposiciones individuales para fumar y suspendió Las partículas de han sido desarrolladas por el Recurso el Instituto de Systems de el Centro del Este-Oeste. Interested los lectores deben avisarlos directamente.

Cuando laboratorio adquisitivo o equipo de testing de campo, es importante a sepa cómo su precisión afectará la calidad global de datos. Para el tal análisis lo siguiente pueden usarse las reglas (2).

Si los dimensiones del metro con un aparato dan una media lectura estimada y probe la desviación de $[X_{\text{sub.m}}] [- \text{ o } +][S_{\text{sub.mx}}]$, los dimensiones de n con un segundo aparato dan $[Y_{\text{sub.n}}] [- \text{ o } +][S_{\text{sub.ny}}]$, y así sucesivamente; entonces la suma de tales dimensiones es dado por: <vea ecuación 1>

bsex222a.gif (167x600)

$$W_{mn,\dots} = a + b(X_m \mp S_{mx}) + c(Y_n \mp S_{ny}) + \dots$$

$$= a + bX_m + cY_n + \dots \mp \left[b^2 S_{mx}^2 + c^2 S_{ny}^2 + \dots \right]^{0,5}$$

donde un, b, el c,.... es las constantes; y el producto de tal los dimensiones son <vea ecuación 2>

bsex222b.gif (167x600)

$$W_{mn\dots} = a(X_m \mp S_{mx})^i (Y_n \mp S_{ny})^j (\dots) \\ = aX_m^i Y_n^j \dots \left[1 \mp (i^2 S_{mx}^2 / X_m^2 + j^2 S_{ny}^2 / Y_m^2 + \dots)^{0.5} \right]$$

donde i, j, ... es exponents. En ambos estos casos es supuesto que el el X de las variables, SI, ..., es los uncorrelated.

El uso de estas fórmulas es recto-forward. Considere, por ejemplo, el los errores en un laboratorio PHU prueban si el termómetro tiene un error de [- o +]1[degree]C (determinó midiendo las temperaturas repetidamente de por ejemplo el agua hirviendo calculando la desviación de la muestra durante un periodo de tiempo y entonces) y el el equilibrio tiene un error típico de [- o +]2 grams. Then del V del Capítulo, <vea ecuación 3>

bsex223a.gif (167x600)

$$PHU = \frac{4,186W_i(T_f - T_i) + 2260(W_i - W_f)}{C_w(M_i - M_f) + C_c(C_i - C_f)} (100\%) \quad (3)$$

y con los valor típicos de [el kg de W.sub.i]=5.000; [el kg de W.sub.f]=4.700; [T.sub.i]=30[degrees]C;
 [T.sub.f]=100[degrees]C;
 [El kg de M.sub.i]=0.500; [el kg de M.sub.f]=0.150; [el kg de C.sub.i]=0; [el kg de C.sub.f]=0.040; [el kJ/kg de C.sub.w]=18000; y
 [C.sub.c]=29000 kJ/kg. Inserting estos valor supuestos junto con los errores en la ecuación (3) da <vea la ecuación debajo>

bsex223b.gif (600x600)

$$PHU = \frac{4,186[5,000\text{F},002][(100\text{F}1)-(30\text{F}1)] + 2260[(5,000\text{F},002)-(4,700\text{F},002)]}{18000[(0,500\text{F},002)-(0,150\text{F},002)] - 29000[0,040\text{F},002]}$$

using equations (1) and (2) this reduces to the form

$$PHU = \frac{4,186[5,000\text{F},002][70\text{F}1,41] + 2260[.300\text{F},0028]}{18000[.350\text{F},0028] - 29000[.040\text{F},002]}$$

$$PHU = \frac{(1465\text{F}29,5) + (678\text{F}6,3)}{(6200\text{F}50,4) - (1160\text{F}58)} = \frac{2143\text{F}30,2}{5140\text{F}76,8} = 0,417\text{F}0,0104$$

o, como un porcentaje <vea la ecuación debajo>

bsex223c.gif (70x600)

$$\text{PHU} = 41.7 \mp 1.04\%$$

Si un equilibrio con una un gramo precisión se usa en cambio, entonces el mismo el procedimiento puede usarse para encontrar <vea la ecuación debajo>

bsex223d.gif (97x600)

$$\text{PHU} = 41.7 \mp 0.65\%$$

Si, además, un termómetro con una precisión de 0.5[degree]C se usa, el el error se reduce más allá a <vea la ecuación debajo>

bsex223e.gif (78x600)

$$\text{PHU} = 41.7 \mp 0.43\%$$

Así, siguiendo un procedimiento simple como esto (vea la referencia (2) para

una discusión más rigurosa) el efecto en la calidad del datos de niveles diferentes de precisión en cualquier instrumento del laboratorio puede cuantificarse. Si o no un instrumento más preciso y caro vale la pena puede ser entonces directly. determinado En algunos casos se encontrará que la deuda de los errores a un instrumento previamente pasado por alto, como un \$5 termómetro, quiera lejos pese más que la ventaja potencial de actualizar otro instrumento, como un equilibrio.

Otros factores que también deben ser considerados incluyen la variabilidad de el valor calorífico y estado higrométrico del combustible; el efecto del enrollado en el equilibrio; las diferencias en el uso de personal de manera el combustible, el fuego, ollas, y agua; y muchos others. de que Un análisis debe hacerse cada uno de estos factores por primero los dimensiones repetidor de cada uno encima de un el periodo de tiempo para determinar la desviación de la muestra y realizando entonces un el análisis del error global como el anterior.

EL APENDICE I: LAS CONVERSIONES DE AND DE UNIDADES

El System Internacional de Unidades (SI) es basado en las unidades listadas en Mesa 1. que se derivan las otras cantidades Todo arbitrariamente de estos siete se listan unidades escogidas y los varios ejemplos en la Mesa 2. Mesa 3 listas

bsex225.gif (600x600)

TABLE 2
Some Derived Units in the SI System

Quantity	Name	Symbol	Units	SI Base Units
frequency	hertz	Hz	1/s	1/s
force	newton	N	mkg/s ²	mkg/s ²
energy	joule	J	Nm	m ² kg/s ²
power	watt	W	J/s	m ² kg/s ³
electric charge	coulomb	C	As	As
electric potential	volt	V	W/A	m ² kg/s ³ A
electric resistance	ohm	Ω	V/A	m ² kg/s ³ A ²
electric capacitance	farad	F	C/V	s ⁴ A ² /m ² kg
magnetic flux	weber	Wb	Vs	m ² kg/s ² A
pressure	pascal	Pa	N/m ²	kg/ms ²
inductance	henry	H	Wb/A	m ² kg/s ² A ²
luminous flux	lumen	lm	cdsr*	cdsr
illuminance	lux	lx	lm/m ²	cdsr/m ²

* sr is the steradian used for solid angles corresponding to the radian, r, for plane angles. There are 2π radians in 360° so that 1 radian is 57.2958° . One steradian is the solid angle which will enclose a surface on the sphere equivalent to the square of the radius. There are 4π steradians in a complete sphere.

los prefijos comunes usaron en el SI system. Mesa 4 lista algún físico
las constantes en la SI units. Mesa 5 listas los factores de conversión comunes entre

bsex2270.gif (600x600)

TABLE 5
Conversion Factors to the International System of Units

Acceleration

$$1 \text{ ft/s}^2 = 0.3048 \text{ m/s}^2 \qquad 1 \text{ m/s}^2 = 3.2808 \text{ ft/s}^2$$

Area

$$\begin{aligned} 1 \text{ in}^2 &= 6.4516 \text{ cm}^2 = 6.4516 \times 10^{-4} \text{ m}^2 & 1 \text{ cm}^2 &= 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 0.1550 \text{ in}^2 \\ 1 \text{ ft}^2 &= 929.03 \text{ cm}^2 = 0.0929 \text{ m}^2 & 1 \text{ m}^2 &= 10.76 \text{ ft}^2 \\ 1 \text{ acre} &= 4.0468 \times 10^4 \text{ m}^2 = 0.40468 \text{ ha} & 1 \text{ hectare} &= 1 \text{ ha} = 1 \times 10^4 \text{ m}^2 = \\ & & &= 1 \times 10^{-2} \text{ km}^2 = 2.4710 \text{ acres} \\ 1 \text{ mi}^2 &= 2.590 \text{ km}^2 & 1 \text{ km}^2 &= 100 \text{ ha} = 1 \times 10^6 \text{ m}^2 = \\ & & &= 0.38610 \text{ mi}^2 \end{aligned}$$

Density

$$\begin{aligned} 1 \text{ lb/in}^3 &= 27.680 \text{ g/cm}^3 & 1 \text{ g/cm}^3 &= 1 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 \\ & & &= 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \\ 1 \text{ lb/ft}^3 &= 16.019 \text{ kg/m}^3 & 1 \text{ g/cm}^3 &= 3.6127 \times 10^{-2} \text{ lb/in}^3 \\ 1 \text{ slug/ft} &= 515.38 \text{ kg/m}^3 & 1 \text{ kg/m}^3 &= 6.2423 \times 10^{-2} \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

Diffusivity (heat, mass, momentum)

$$\begin{aligned} 1 \text{ ft}^2/\text{s} &= 9.290 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} & 1 \text{ m}^2/\text{s} &= 10^4 \text{ cm}^2/\text{s} = 10.7639 \text{ ft}^2/\text{s} \\ 1 \text{ ft}^2/\text{hr} &= 2.581 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} & 1 \text{ cm}^2/\text{s} &= 3.8745 \text{ ft}^2/\text{hr} \end{aligned}$$

Energy, Heat

$$\begin{aligned} 1 \text{ Btu} &= 1055.04 \text{ J} = 0.2931 \text{ Whr} & 1 \text{ Whr} &= 3.412 \text{ Btu} \\ 1 \text{ Btu} &= 252 \text{ cal} & 1 \text{ J} &= 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm} \\ 1 \text{ Btu} &= 778.161 \text{ ftlb} & 1 \text{ J} &= 10^7 \text{ erg} \\ 1 \text{ cal} &= 4.1868 \text{ J} & 1 \text{ kJ} &= 0.94783 \text{ Btu} \\ 1 \text{ cal} &= 3.968 \times 10^{-3} \text{ Btu} & 1 \text{ J} &= 0.2388 \text{ cal} \\ 1 \text{ ftlb} &= 1.3558 \text{ J} & 1 \text{ kWhr} &= 3412 \text{ Btu} \\ 1 \text{ hphr} &= 2.685 \times 10^6 \text{ J} \\ 1 \text{ therm} &= 105.5 \text{ MJ} \\ 1 \text{ electron volt} &= 1 \text{ ev} = \\ &= 1.60219 \times 10^{-19} \text{ J} \\ 1 \text{ Quad} &= 1 \times 10^{15} \text{ Btu} \end{aligned}$$

Force

$$\begin{aligned} 1 \text{ lb}_{\text{force}} &= 4.448 \text{ N} & 1 \text{ N} &= 0.2248 \text{ lb}_f \\ 1 \text{ lb}_f &= 32.1739 \text{ poundals} & 1 \text{ N} &= 7.233 \text{ poundals} \\ 1 \text{ lb}_f &= 32.1739 \text{ ftlb/s}^2 & 1 \text{ N} &= 10^5 \text{ dyne} \end{aligned}$$

el system de SI y otro system de unidades. Para una discusión más completa, el lector debe repasar las referencias (1,2,3-6) de que lo siguiente se extraen los materiales.

MESA 1

las Unidades Fundamentales En el SI System

La Cantidad de el Nombre de el Símbolo de

La longitud de miden el metro de
 amasan el kilogramo de kg
 cronometran segundo s de
 La corriente eléctrica de el amperio de UN
 La temperatura de el kelvin de el K de
 numeran de partículas
 (los átomos, moléculas) el lunar de el lunar de
 La luminosidad de la candela de el cd de

MESA 3

Prefixes en el System Internacional de Unidades

El Multiplicador de el Symbol Prefijo

[10.SUP.18] E EL EXA DE
 [10.SUP.15] EL P DE EL PETA DE
 [10.sup.12] el T de la tera de
 [10.SUP.19] EL G DE GIGA
 [10.sup.6] el MEGA de el mega de
 [10.sup.3] el kilo de el kilo de
 [10.SUP.2] LA H DE EL HECTO DE
 [10.SUP.1] EL DA DE DEKA
 [10.SUP.-1] EL D DE EL DECI DE
 [10.SUP.-2] EL C DE EL CENTI DE
 [10.SUP.-3] EL METRO DE EL MILLI DE
 [10.SUP.-6] [EL MU] MICRO
 [10.SUP.-9] N EL NANO DE

[10.SUP.-12] P EL PICO DE

MESA 4

Algunos factores físicos constante Fundamentales en el
International System de Unidades

La Cantidad de el Símbolo de el Valor de

Speed de Luz en un Vacío el c de 2.99792×10^8 m/s
Stefan-Boltzmann Constante [σ] 5.66961×10^{-8} W/[m²][K⁴]
El k de Constante de Boltzmann 1.380622×10^{-23} J/K
El Constante de Avogadro de [N_A] 6.022169×10^{23} 1/kmol
Gas R Constante 8314.34 J/kmolK
La h de Constante de Planck 6.626196×10^{-34} Js
La constante de gravitación de el G de 6.685×10^{-11} [m³]/kg[s²]
La Aceleración Gravitatoria la g de 9.8 m/[s²]

Las Unidades de y Conversiones

EL APENDICE J: LAS INSTITUCIONES

Las instituciones activo en la silvicultura tropical se lista en la referencia (1). Un manual que lista la administración de recursos natural gubernamental y no gubernamental, se citan las organizaciones medioambientales y relacionadas como la referencia (2). Varios otras instituciones involucraron en la investigación de energía de biomasa y el desarrollo se cede (3). Debajo de se lista instituciones involucradas con el combustible el desarrollo de la estufa eficaz y dissemination. Aunque muchos del las organizaciones más grandes como USAID, los Naciones Unidas, y el Banco Mundial está envuelto en los proyectos de la estufa en una variedad de países, sólo primero, las direcciones son listed. que Éste no es ni una inscripción completa ni una inscripción de los grupos más importantes y no debe traducirse como a tal. que es simplemente una inscripción parcial de instituciones como estaba disponible a Press-Time. Las disculpas van a todos aquéllos que han sido omitidos inadvertidamente; y ellos se pide notificar al autor para que ellos puedan ser incluidos en el futuro las inscripciones de institutions. activo Para la información adicional, lectores también deba avisar la Fundación para la Diseminación de Woodstove.

ACEEE (el Consejo americano para una Energía la Economía Eficaz), 1001 Connecticut Ave., N.W. colección 535, Washington, D.C. 20036 EE.UU.. (el atte: Howard Geller)

ADEREM (el le de lluvia de Asociación el des de Developpement Energies el en de Renouvelables MAURITANIE) B.P. 6174, Nouakchott, Mauritania.

AIDR (la Asociación Internationale de Developpement Rurale), 20 amargura de El comercio, Boite 9, B-1040, Bruselas, Bélgica.

ARD (los Socios en el Desarrollo Rural), 72 Hungerford Terr., Burlington, Vt. 05401, EE.UU..

ASTRA (el Centro para la Aplicación de ciencia y tecnología a Rural Las Zonas), Instituto indio de Ciencia, Bangalore, India 560-012.

ATI (la tecnología apropiada Internacional), 1724 Avenida de Massachusetts, N.W., Washington, D.C. 20036, EE.UU..

ATOL (la tecnología apropiada para los países en desarrollo), Blijde Irmkstraat 9, 3000 Leuven, Bélgica.

Africare, 1601 Avenida de Connecticut, N.W., Washington, D.C., EE.UU..

El Instituto de Desarrollo de tecnología apropiada, P.O. Box 793, Lae, Papuasias New, La guinea.

El Instituto de Aprovecho, 442 Calle de Monroe, Eugenio, Oregón 97402, EE.UU.,.

La Asociación Bois de Feu, 73 Avenida Corot, 13013 Marsella, Francia.

La Fundación de Bellerive, Caso Postale 6, 1211 Ginebra 3, Suiza.

El Instituto de Beijer, La Academia sueca Real de Ciencia, Embala 50005, S104-05, Stockholm, Suecia; e Instituto escandinavo de Estudios africanos, Bohuslaningens, AB, Uddevalla, Suecia.

La BioEnergy Usuarios Red, a/c el Instituto Internacional para la Energía y El Desarrollo, 1717 Massachusetts Ave. N.W., Washington, D.D. 20036. (el atte: Alberto Binger)/P.O. Caja 1660, San José, Costa Rica. (el atte: Alvaro Unana).

El Instituto de Investigación de abrazadera, la McDonald College de Universidad de McGill, el P.O. Box, 255, el ste. Anne de Bellevue, Quebec, Canadá H9X 1CO.

El CDI (Centro de Desarrollo Industrial), A.P. 1626, Tegucigalpa, Honduras.

CEAER, du de Universite Ruanda, Butare, Ruanda; (el atte: Prospere Mpawenayo)

CEES (el Centro para la Energía y los Estudios Medioambientales); la Universidad de Princeton, Princeton, New Jersey, 08544. EE.UU.. (el atte: Sam Baldwin, Gautam Dutt, Eric, Larson, Bob Williams).

CERER (el et de d'Etudes de Centro del Recherches sur les Energies Renouvelables) Universite de Dakar, B.P. 476, Dakar, Senegal.

CEMAT (el Centro para Mesoamerican Studies en la tecnologia apropiada), P.O. Embale 1160 Guatemala.

CICON (Centro de Investigaciones de Ingenieria), Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala.

CILSS (Comite Permanent Enterrar-etats de Lutte el la de Contre el Secheresse dans le SAHEL), EQUIPE ECOLOGIE-FORETS, B.P. 7049, Ouagadougou, Burkina Faso.

CISIR (el Instituto de Ceilán para la Investigación Científica e Industrial), P.O. Box 787, 363 Baudhdhaloka Mawatha, Colombo 7, Sri Lanka.

CORT (el Consorcio en la Tecnologia Rural), E-350, Nirman Vihar, Delhi 11092, India

CRES (el Centro Energie Solaire Regional), B.P. 1872, Bamako, Mali.

CWS (el Servicio de Mundo de Iglesia), B.P. 11624, Niamey, Níger (el atte: Ralph Royer); B.P. 3822 Dakar, Senegal (el atte: Lionel Derenoncourt).

El Centro para la Tecnología del Desarrollo, Departamento de Tecnología y Humano
Los asuntos, la Universidad de Washington, el St. Louis, Missouri 63130 EE.UU.. (el atte:
Robert P. Morgan)

Centre para el Estudio de Energía y recursos naturales, Universidad Católica,
Madre Y Maestra, Santiago del los Caballeros, la República Dominicana,

El Centro para la Investigación de Energía, el Office Nacional para Científico y Técnico
Investigue, Yaounde, Camerún.

El Centro el des Nacional las Alternativas de Energies, BP 199, Nouakchott, Mauritania.

El Nacional del Centro de Productivite, B.P. 811 Conakry, la Guinea.

Las instituciones

La Técnica del Centro Forestier Tropical, 45 bis, avenida del la Belle Gabrielle,
94130 Nogent-sur-Marne, Francia.

El Departamento de la Ingeniería químico, Universidad de Bangladesh de Ciencia y
La tecnología, Dacca 2, Bangladesh.

DHV los Ingenieros Llamados a consulta, P.O. Box 85, 3800 AB Amersfoot, los Países Bajos,
(el atte: El carro de mudanzas de Gerhard de Rhoer).

El Departamento de Desarrollo de la Comunidad, Banjul, La Gambia (el atte: Bai
Bojang); el Departamento de Silvicultura, No. 5 Marina, Banjul, La Gambia (el atte:
Bymaas Taal).

Dian Desa, P.O. Box 19 Bulaksumur, Yogyakarta Dij, Indonesia.

El consejo de administración de Investigación, N.W.F.P. La universidad de Ingeniería y Tecnología,
Peshawar, Pakistán (el atte: I.H. Shah).

CEE (la Comunidad Económica Europea); el General del Consejo de administración para la Energía; la Comisión

de los Comunidades Europeas; la Amargura del la Loi 200; B1049 Bruselas, Bélgica.

E/DI (el Desarrollo de Energía Internacional), 1015 18 Calle, N.W. Colección 802, Washington, D.C. 20036. EE.UU..

Earthscan, 10 Calle de Percy, Londres W1P ODR, el Reino Unido.

Este a oeste el Centro, Recurso el Instituto de Systems, 1777 Camino del Este-Oeste, Honolulu, Hawaii, 96848 EE.UU.. El contacto: Kirk Smith

Eglise Lutherienne Malgache, Foibe Fampandrosoana, el Depto. de Desarrollo, Antsirabe, Madagascar.

El Grupo de Investigación de energía, la Universidad de Carleton, C.J. El MacKenzie Construyendo, el Cuarto, 218, coronel Por el Paseo, Ottawa K1S 5B6 Canadá.

El Instituto de Investigación de energía, la Universidad de Pueblo del Capotillo, la Bolsa Privada, Rondebosch, 7700, Africa Sur.

El Grupo de Recursos de energía, la Universidad de California, Rm. 100, Bldg. T-4, Berkeley, California 94720, EE.UU..

La Unidad de energía, el Ministerio de Agricultura, Embala 30134, Lilongwe 3 Malawi.

El Centro de los Estudios medioambiental, la Wright Estado Universidad, Dayton, Ohio 45435, EE.UU.. (el atte: Timothy Wood).

FUNDAEC, Apartado Aereo 6555, Cali, Colombia.

El Instituto de Investigación de silvicultura de Malawi, P.O. Box 270, Zomba, Malawi,

La Fundación para la Diseminación de Woodstove, Korte Jansstraat 7, 3512 GM, Utrecht, los Países Bajos. (el atte: El anuncio Hordijk)

La VERJA (el Intercambio de la tecnología apropiada alemán) P.O. Box 5180. D6236

Eschborn 1, Oeste Alemania; Vea GTZ.

GRETE (Groupe de las Recherche et d'Echanges Tecnologías), 34 amargura Dumont
el d'Urville 75116 Paris, Francia.

GRUEA (Groupe del des de Recherche el des de Utilisations las Alternativas de Energies),
Universite de Burundi, Faculte des Ciencias, B.P. 2700, Burundi,

GTA (Grupo Tecnologia Appropriada) Apartado 8046, Panamá 7, Panamá.

GTZ, (Gesellschaft Alemán Technische Zusammenarbeit de piel), Postfach
5180, Dag-Hammerskjoldweg 1, D-6236 Eschborn 1, Oeste Alemania.

La Misión de la Silvicultura alemana (la Misión Forrestiere Allemand), BP 13, Ouagadougou,
Burkina Faso.

El Instituto de Guangzhou de Conversión de Energía, la Academia china de Ciencias, 81,
El Camino de mártir, Guangzhou, el Cantón, la República de Personas de China,

IBE (Institutur Burkinabe del l'Energie), BP 7047, Ouagadougou, Burkina Faso,

ICAITI, Apartado Postal 1552, la de Avenida Reforma 4-47, Zona 10, Guatemala,
Guatemala (el atte: Marco Augusto Recinos).

IDRC (el Centro de Investigación de Desarrollo Internacional), Embale 8500, Ottawa,
Ontario, Canadá K1G 3H9

IIED, el Instituto Internacional para la Energía y Desarrollo, 1717 Massachusetts
La avenida, N.W., Washington, D.C. 20036.

INE (Instituto Nacional de Energia), Italia No. 438 mariana de y del jesus,
El Quito, Ecuador,

ITDG (el Grupo de Desarrollo de tecnología intermedia), 9 Calle del Rey, Londres,
WC2E 8HN, Kingdon Unido (el atte: Yvonne Shanahan).

ÉL Power (la tecnología intermedia Power, S.A.), Colina de Mortimer, Mortimer,

Leyendo, Berkshire, RG7 3PG Reino Unido.

IUFRO (la Combustible Producción Información Red), UN-1131, Viena, Austria.
(el atte: Oscar Fugalli).

El du de Institut Sahel, BP 1530, Bamako, Mali,

Instituto de Energia, Academia de Ciencias, Casilla 5279, La Paz, Bolivia.

Instituto Mexicano de Tecnologias Apropriadas SC, 60-B de Farallones, Coronel,
Acueducto de Gpe., C.P. 07270, Apdo. Postal 63-254, 02000 México, D.F.,

Las instituciones

Instituto Nacional de Investigacao Tecnologica, C.P. 185, Praia, el Capotillo,
Verde.

Instituto Tecnologico de Costa Rica, Centro de Informacion Technologica,
Apartado 159, Cartago, Costa Rica.

El Instituto de la Investigación de Arroz Internacional, P.O. Box 933, la Manila, Filipinas.

KENGO (la Energía de Kenya la Non-Governmental Organización Asociación), P.O. Box de
48197, Nairobi.

Kenya el Consejo Nacional para la ciencia y tecnología, Embale 30623, Nairobi.

LESO (EL D'ENERGIE DE LABORATOIRE SOLAIRE), B.P. 134, Bamako, Mali.

El voor de Laboratorium el en de Koeltechnik Klimaatreling Katholieke Universiteit,
3030 Heverlee, Bélgica (el atte: G. de Lepeleire).

El Instituto de Mazingiri, P.O. Box 14550, Nairobi, Kenya.

El Ministerio de Energía, P.O. Box 2256, los Edificios Gubernamentales, Suva, Fiji (el atte:
Jerry Richolson).

El Ministerio de Energía, el Gobierno de Kenya, P.O. Box 30582, Nairobi, Kenya,.

El Ministerio de Asuntos Extranjeros, la Sección Para la Investigación y Tecnología, el P.O. Embale 20061, 2500 EB La Haya, El Netherlands. (el atte: Joan Boer)

El Ministerio de ciencia y tecnología, el Departamento de Energía de Non-Conventional, Las fuentes, el Gobierno de India, C.G.O. El Bloque complejo No.14, el Camino de Lodi, Nuevo, Delhi, 110 003.

NAS/BOSTID; la Academia Nacional de Ciencias, la Junta en la ciencia y tecnología, en el Desarrollo, Cuarto JH-213, 2101 Avenida de la Constitución, N.W., Washington, D.C. 20418 EE.UU..

El OCDE Club du Sahel, 2 amargura André Pascal, 75775 Paris Cedex 16 Francia.

OLADE (la latinoamericano Energía Organización), Casilla 119-UN, Quito, Ecuador.

ONERSOL (el Office de l'Energie Solaire), B.P. 621, Níger.

OXFAM-América, Inc. 115 Broadway, Boston Massachusetts, EE.UU..

El Cuerpo de paz, 806 Avenida de Connecticut, N.W. Washington, D.C. EE.UU..

Projet los Foyer Nacionales Ameliores, B.P. 296, Niamey, Níger, (el atte: Issaka Hassane).

REFORME (el Centro de la Investigación para la ciencia y tecnología Aplicada) Tribhuvan La universidad, Kirtipur, Kathmandu, Nepal.

RETENGA, (la Tecnología de Energía Rural y Red de la Innovación) la Política de la Ciencia Investigue Unidad, el Mantell Construyendo, la Universidad de Sussex, Falmer, Brighton, BN1 9RF, el Reino Unido.

El Centro de Innovación de Industrias rural, Embale 138, Kanye, Botswana.

El servicio los Foyer de Des Ameliores, Jeunesse Canadá Monde, 4824 des de Cote Neiges, Montreal, Quebec, Canadá H3V 1G4.

SKAT (el Centro suizo para la tecnología apropiada), Varnbuelstr. 14, Ch-9000, El St. Gallen, Suiza.

SIDA (la Autoridad del Desarrollo Internacional sueca), Birgir Jaris Gatan 61, S-10525 Stockholm, Suecia.

El Instituto de Sarvodaya, Palletalawinna, Katugastota, Kandy, Sri Lanka, .

El servicio los Nationale Projet Foyer Ameliores, Ministere de l'Environnement et, Tourisme, B.P.14, Ouagadougou, Burkina Faso.

La Casa de Silveira, P.O. Box 545, Harare, Zimbabwe.

Societe del Vulgarisation du Foyer Ameliore, 985 Hotel de Ville, Montreal, Quebec, H2X 3A4, Canadá.

Somali el Comité Nacional para la Energía Alternativa, a/c La Fundación, el P.O., Embale 1411, Mogadishu, Somalia (el atte: Ali Dahir).

El TATA Energía Investigación Instituto, la Casa de Bombay, 24 Homi Mody Calle, Bombay, 400-023.

TERI Field la Unidad de la Investigación, a/c Sri Aurobinda Ashram, Pondicherry 65002, India (el atte: C.L. Gupta).

LABRE CON HERRAMIENTA, Stichting TOOL, Mauriskade 61a, Amsterdam, los Países Bajos.

PNUD (el Programa de Desarrollo de Naciones Unidas), una Plaza de los Naciones Unidas, Nuevo, York, NEW YORK 10017,

UNIDO (los Naciones Unidas la Organización del Desarrollo Industrial), Lerchen Felder Strasse 1, P.O. Box 707, UN-1070 Viena, Austria.

UNFAO (la Comida de los Naciones Unidas y Organización de Agricultura), Via el delle Termini el di Caracalla, 0100 Romas, Italia,

UNEP (el Programa de Ambiente de Naciones Unidas), P.O. Box 30522, Nairobi, Kenya.

UNICEF: Africa oriental el Office Regional, P.O. Box 44145, Nairobi, Kenya.
Universidad Nacional Autonoma De México, Facultad de Ciencias, Departamento de Fisica (3er pisos) Ciudad Universitaria 04510, México, D.F. (el atte: Marco À. Martinez Negrete)

El Office de USAID de Politica y Planeando, Alójeese 3887, Washington, D.C. 20523 EE.UU.

El Office de USAID de Energía, DS/ST Room 306 SA-18, Washington, D.C. 20523, EE.UU.,
El Office de USAID del Sahel, AFR/SFWA Room 3491, Washington, D.C. 20523 EE.UU.

La universidad de Dar Es Zalema, la Escuela de la Silvicultura, P.O. Box 643, Morogoro, Tanzania, (el atte: R.C. Ishengoma); la Ingeniería de of' de Facultad, P.O. Box 35169, El Dar Es Zalema, Tanzania (el atte: Simon Nkonoki).
La universidad de Khartoum, a/c DSRC, P.O. Box 321, Khartoum, Sudán (el atte: Edwin Hunley).

VITA (Voluntarios en la Ayuda Técnica), 1815 Calle de Lynn Norte, la Colección, 200, P.O. Box 12438, Arlington, Virginia 22209-8438 EE.UU..

El Programa de Industrias de pueblo, P.O. Box 464, Gaborone, Botswana.

El Servicio de Industria de pueblo, P.O. Box 35500, Lusaka, Zambia,

Voluntarios en Asia, Embale 4543, Stanford, CA 94305 EE.UU.

El Grupo de Estufa de madera, T.H.E. Eindhoven, la Universidad de Tecnología, W&S, el P.O., Embale 513, 5600 MB Eindhoven, los Países Bajos.

El Banco Mundial, la Unidad de la ciencia y tecnología, el Cuarto E1036, 1818 Calle de la H, N.W., Washington, D.C. 20433, EE.UU..

El Banco Mundial, el Departamento de Energía, el Cuarto D434, 1818 Calle de la H, N.W., Washington, D.C. 20433, EE.UU..

El Banco Mundial, la División de Valoración de Energía, el Cuarto D446, 1818 Calle de la H, N.W.,

Washington, D.C. 20433, EE.UU..

El Centro de Ambiente Mundial, 605 Avenida Tercera, 17 Suelo, Nueva York, NEW YORK,
10158 EE.UU..

El Instituto de los Recursos Mundial; 1735 Avenida de Nueva York, N.W., Washington, D.C.,
20006.

LAS INSTITUCIONES POR EL PAÍS

Austria: IUFRO; UNIDO

Bangladesh: El Departamento de la Ingeniería químico

Bélgica: ATOL; AIDR; CEE; el voor de Laboratorium Koeltechnik en Klimaatreling

Bolivia: Instituto de Energía

Botswana: El Centro de Innovación de Industrias rural; el Programa de Industrias de Pueblo

Burkina Faso: CILSS; IBE; el Servicio los Nationale Projet Foyer Ameliores

Burundi: CRUEA

Camerún: El Centro para la Investigación de Energía

Canadá: El Instituto de Investigación de abrazadera; el Grupo de Investigación de Energía; IDRC; el Servicio
Des

Los Foyer de Ameliores; Societe del Vulgarisation du Foyer Ameliore.

El capotillo Verde: Instituto Nacional de Investigacao Tecnologia

China: El Instituto de Guangzhou de Conversión de Energía

Colombia: FUNDAEC

Costa Rica: La BioEnergy Usuarios Red; Instituto Tecnológico de Costa Rica

La República Dominicana: Centre para el Estudio de Energía y recursos naturales

Ecuador: INE; OLADE

Fiji: El Ministerio de Energía

Francia: La Asociación Bois de Feu; la Técnica del Centro Forestier Tropical; GRET; el OCDE Club du Sahel;

Gambia: El Departamento de Desarrollo de la Comunidad

Alemania: La VERJA; la Misión de la Silvicultura alemana; GTZ

Guatemala: CEMAT; CICON; ICAITI

La guinea: El Nacional del Centro de Productivite

Honduras: EL CDI

India: ASTRA, CORT; el Ministerio de ciencia y tecnología; la Energía de TATA Research el Instituto; el TERI Campo Investigación Instituto

Indonesia: Dian Desa

Italia: UNFAO

Kenya: KENGO; Kenya el Consejo Nacional para la ciencia y tecnología; Mazingiri El Instituto de ; UNEP; UNICEF

Madagascar: Eglise Lutherienne Malgache

Malawi: La Unidad de energía; el Instituto de Investigación de Silvicultura

Mali: CRES; EL DU DE INSTITUT SAHEL; LESO

Mauritania: ADEREM; el Centro el des Nacional las Alternativas de Energies

México: Instituto Mexicano de Tecnologías Apropriadas; Universidad Nacional Autonoma De México
Nepal: REFORME

Los Los Países Bajos: DHV los Ingenieros Llamados a consulta; la Fundación para la Diseminación de Woodstove;
El Ministerio de de Asuntos Extranjeros; la HERRAMIENTA; el Grupo de Estufa de Madera

La Nueva Guinea: El Instituto de Desarrollo de tecnología apropiada

Níger: CWS; ONERSOL; Projet los Foyer Nacionales Ameliores

Pakistán: El consejo de administración de Investigación

Panamá: GTA

Filipinas: El Instituto de la Investigación de Arroz Internacional

Ruanda: CEAER

Senegal: CERER; CWS

Somalia: Somali el Comité Nacional para la Energía Alternativa

Africa Sur: El Instituto de Investigación de energía

Sri Lanka: CISIR; SARVODAYA

Sudán: La universidad de Khartoum

Suecia: El Instituto de Beijer; SIDA

Switzlerland: La Fundación de Bellerive; SKAT

Tanzanía: La universidad de Dar Es Zalema

El Reino Unido: Earthscan; ITDG; ÉL Power; RETENGA

Estados Unidos de América: AFRICARE; ACEEE; ATI; APROVECHO; ARD; BIOENERGY

La Usuarios Red; el Centro para la Tecnología del Desarrollo; CEES; el Este-Oeste
El Centro de ; E/DI; el Grupo de Recursos de Energía; el Centro de los Estudios Medioambiental;
IIED; NAS BOSTID; Oxfam; el Cuerpo de Paz; PNUD; USAID; Voluntarios En Asia;
VITA; el Banco Mundial; el Centro de Ambiente de Mundo; el Instituto de Recursos de Mundo

Zambia: El Servicio de Industria de pueblo

Zimbabwe: La Casa de Silveira

LAS NOTAS DE , LAS REFERENCIAS, EL AND LA LECTURA EXTENSA

El capítulo yo

1. Baldwin, Sanuel F., la Energía Doméstica Para los países en desarrollo,: Las opciones y Oportunidades, venidero.
2. Joseph, S.D., Y.H. Shanahan, y W. Stewart, El Manual de Proyecto de Estufa,: Planning y Aplicación, las Publicaciones de la tecnología intermedia, 9, La Rey Calle, Londres WC2E 8HW, REINO UNIDO, 1985.

El capítulo II

1. Sagan, Carl, Owen B. Toon y James B. Pollack. " Anthropogenic Albedo Changes y el Clima " de la Tierra, Ciencia Vol. 206, 1979, el pp. 1363-1368.
2. Eckholm, Erik P., la Tierra Perdedora,: La tensión ambiental y Comida del Mundo Prospects, W.W. Norton y Compañía, NY, 1976, 223 pp.
3. Perlin, John y Boromir Jordania, " Running Fuera--4200 Años de Madera Las Escaseces " de , Coevolution Quarterly, Primavera 1983, el pp. 18-25.
4. UNFAO, los Recursos del Bosque Tropicales, la Silvicultura Papel No. 30, Unido, La Naciones Comida y Organización de Agricultura, Roma, 1982, 106 pp.

5. Las Tecnologías de para Sostener los Recursos del Bosque Tropicales, el 1984 dado marzo dado 344, El pp de .; Sosteniendo los Recursos del Bosque Tropicales; U.S. e Internacional Las Instituciones de . Documento de información básica #2, el 1983 dado mayo; y Sosteniendo Tropical Forest los Recursos: La Reforestación de de Tierras Degradadas. El documento de información básica de #1, el 1983 dado mayo. el Office Del congreso de Valoración de Tecnología; EE.UU. El Gobierno Impresión Office, Washington, D.C.,
6. El Combustible de " y Carbón de leña, el Informe del Tablero " Técnico, Segundo, La Sesión de , Naciones Unidas (A/CONF.100/PC/34) el 25 dado febrero dado 1981.
7. El 2000 Informe Global al Presidente, Volumen 2, Consejo en Medioambiental La Calidad de y el Departamento de Estado, EE.UU. la Impresión Gubernamental El Office de , Washington, D.C., 1980.
8. ARUNGU-OLENDE, SHEM. " la Energía Rural, el Foro de los " recursos naturales, el Volumen, 8, 1984, EL PP. 117-126.
9. Dunkerley, Alegría; el Ramsay, William; Gordon, Lincoln; y Cecelski, Elizabeth. Las Energía Estrategias para los países en desarrollo, Recursos para el Futuro, Juanes la Hopkins Universidad Prensa, Baltimore, 1981, 265 pp.
10. El Vestíbulo de , D.O. El Uso de la " energía solar A través de la Biología--el Pasado, Presente y El Futuro " de , la energía solar, Vol.22, 1979, el pp,. 307-328.
11. Hughart, David. Las perspectivas para Tradicional y Energía de Non-Conventional Las Fuentes de en los países en desarrollo, Personal del Banco Mundial papel de trabajo No. 346, 132, El pp de ., el 1979 dado julio.
12. El Musgo de , R.P., y Morgan, W.B. El combustible y la Producción de Energía Rural y Supply en los Trópicos Húmedos, Universidad de los Naciones Unidas, Tycooly, el International Publicando, S.A., Dublín, 1981.
13. El Conde de , D.E. La Energía del bosque y el Desarrollo Económico, Clarendon Press, Oxford, 1975.
14. ABE, FUSAKO. " Manufacture de Carbón de leña de los Árboles " Crecidos Rápidos en W.

Ramsey Smith, ed., Energía de la Biomasa del Bosque, Nueva York: Académico Press, 1982.

15. HARRIS, A.C. La " Carbón de leña Producción ", Octavo Congreso de Silvicultura de Mundo, Jakarta, Indonesia, 1978.

16. WEGNER, K.F., ED. El Manual de la silvicultura, Nueva York,: John Wiley e Hijos, 1984, 1335 PP.

17. Kuusela, K. y Nyyssonen, À. " Quantifying la Energía " del Bosque, UNASYLVA, EL PP DE . 31-34.

18. Openshaw, los K. " Woodfuel Boletín del FMI,: Los Problemas de la medida y Soluciones a estos Problemas ", Estarza No. 799, la División de Silvicultura, la Universidad de el Dar Es Zalema, Morogoro, Tanzania, el 10 dado julio dado 1980.

19. Los Madera Combustible Boletín del FMI, UNFAO, el Programa para la Silvicultura para la Comunidad Local El Desarrollo de , GCP/INT/365/SWE, Roma, 1983, 202 pp,.

20. El Vestíbulo de , D.O.; Barnard, G.W.; y Koss, P.A. La biomasa para la Energía en el Los países en desarrollo de , Pergamon Press, Oxford, 1982, 212 pp,.

21. Nkonoki, Simon y Sorensen, la Inclinación. " Un Estudio de Energía Rural en Tanzania: El Caso de Pueblo de Bundilya, el Foro de los " recursos naturales, Vol. 8, No. 1, 1984, EL PP. 51-62.

22. Singh, J.S.; Pandey, Uma; y Tivari, A.K. El " hombre y Bosques: Un Central el estudio de casos prácticos " de Himalayan, Ambio, Vol. 12, No. 2, 1984, el pp,. 80-87.

23. Revelle, Roger. El Uso de " energía en India ", Ciencia, Volumen 192, 1976, el pp. 969-975.

24. O'Keefe, Phil, Paul Raskin, y Steve Bernow, el eds. La energía y Desarrollo en Kenya: Las oportunidades y Constreñimientos, Instituto de Beijer y el Instituto escandinavo de Estudios africanos, 1984, Bohuslaningens, AB, Uddevalla, Suecia, 1984.

25. KEITA, M.N. Les Disponibilites de Bois de la Feu en Region Sahelienne de l'Afrigue de Occidentale--la Situación a las Perspectivas, Roma: UNFAO, 1982.
26. ALIO, HAMADIL. La Leña Escasez en los Países de Sahel: Un Caso de Níger Study, M.Sc. La tesis, la Universidad de Arizona, 1984.
27. CILSS Equipe Ecologio-Forets Regional. El " Cuantificación des el en de Besoins que el des de Bois le Paga a Saheliens: Une Analyse el des Bilans/Programmes ", Comite, Interetat Permanente del Lutte contre la el Secheresse dans le Sahel ", La Reunión de de Banjul, el 18-22 dado octubre dado 1982.
28. Clement, Jean. El Estimación des Volúmenes et del la el des de Productivite Las Formaciones de Mixtes el et de Forestieres Graminennes Tropicales, el Centro, La Técnica de Forestier Tropical, 45 bis, avenida del la Belle Gabrielle, 94130 Nogent-sur - Marne, Francia.
29. See las referencias (1-4,6,9,17-21); la referencia (17) es un particularmente la revisión útil de la literatura.
30. Islam, M. Nunil; Morse, Richard; y Soesastro, M. Hadi, el eds. Rural La Energía de para Satisfacer las Necesidades del Desarrollo: los Acercamientos del Pueblo asiáticos, Boulder, Colorado, y Londres: Westview Press, 1984, 561 pp.
31. O'Keefe, Phil, y Kristoferson, Lars. " El Camino de Energía Incierto--la Energía y el Desarrollo " del Mundo Tercero, Ambio, V.13, 1984, el pp,. 168-170.
32. Munslow, Barry; O'Keefe, Phil; Parkhurst, Donna; y Felipes, Peter. La Energía de " y Desarrollo en la Costa " del Este africana, Ambio, Volumen 12, No. 6, 1983, el pp. 332-337.
33. Dunkerley, la Alegría. Los " modelos de consumo de energía por el Rural y Urbano El Pobres de en los países en desarrollo ", Foro de los recursos naturales, Volumen 3, 1979, EL PP. 349-363.
34. Arnold, J.E.M. La Energía de " madera y las Comunidades " Rurales, los recursos naturales, El Foro de , Volumen 3, 1979, el pp. 229-252.

35. Goldemberg, José. Los Problemas de " energía en América Latina ", Ciencia, el Volumen, 223, 1984, EL PP. 1357-1362.
36. Dunkerley, la Alegría, y Rassay, William. La Energía de " y la Aceite-importación Los países en desarrollo " de , la Ciencia, Volumen 216, 1982. el pp. 590-595.
37. O'Keefe, Phil. " Fuel para el Combustible de People: en el Mundo " Tercero, Ambio, Volumen 12, 1983, el pp. 15-17.
38. El Conde de , Derek. " UNA Fuente Renovable de Combustible ", UNASYLVA, Volumen 27, No., 110, 1975, EL PP. 21-26.
39. MNZAVA, E.M. Las " Pueblo Industrias vs. los Bosques " de Savannah, UNASYLVA, Volumen 33, No. 131, 1981, el pp. 24-29.
40. Arnold, J.E.M. y Jongma, Jules. El Combustible de " y Carbón de leña Desarrollando Los Países " de , UNASYLVA, Vol. 29(118), 1978. el pp. 2-9.
41. BHAGAVAN, M.R. " La Crisis de Woodfuel en los Países " de SADCC, Ambio, Volumen 13, No. 1, 1984, el pp. 25-27.
42. Hinrichson, Don. El Combustible de " y Carbón de leña: La Otra Crisis " de Energía, Ambio, Volumen 10, No. 5, 1981, el pp., 234-235.
43. Goldemberg, José; Hukai, Roberto Y.; el al del et. Un Estudio Rural--Brasil, UN Estudio en Extremo-use la Estrategia de Energía, el Taller Global en Extremo-use Oriented la Energía, Sao Paulo, Brasil, el 4-15 dado junio dado 1984.
44. Servin, Jesús Cervantes; Negrete, Marco Antonio Martinez; Cerutti, Omar Maserá; y Estrada, el Fernando Shutz. End-Use Orientó la Energía Las Estrategias de para México, el Taller Global en el Extremo-uso Orientó la Energía Las Estrategias de , Sao Paulo, Brasil, el 4-15 dado junio dado 1984.
45. Reddy, Amulya Kumar N.; y Reddy, B. Sudhakar. La energía en un Estratificado La Sociedad de --UN estudio de casos prácticos de Leña en Bangalore, el Instituto indio de La Ciencia de , Bangalore 560 012, el 1982 dado julio.

46. SHRESTHA, KEDAR LAL. Las Energía Estrategias en Nepal y Tecnológico Las Opciones de , el Centro de la Investigación para la ciencia y tecnología Aplicada, Tribhuvan La Universidad de , Nepal, el Extremo-uso Orientó Taller de Energía Global, Sao Paulo, Brasil, el 1984 dado junio.
47. MWANDOSYA, M.J. y Luhanga, M.I. Las Estructuras de Demanda de energía en Rural Tanzania, el Departamento de Ingeniería Eléctrica, la Universidad de Dar-Es - el Zalema, P.O. Box 35131, Dar-Es - el Zalema, Tanzania.
48. Balanco Energetico Nacional, Republica Federativa hacen Brasil, Ministerio, El des de Mina E Energia, Bloco J, 75.056-Brasilia-DF, 1983.
49. MWANDOSYA, M.J. y Luhanga, M.I.P. Los Modelos de Uso de energía en Tanzania, Short la forma: El Centro para la Energía y el Informe de los Estudios Medioambiental No. 180, Universidad de Princeton, Princeton, N.J., feb. 1985. longitud Llena: El Departamento de de Ingeniería Eléctrica, la Universidad de Dar Es Zalema, Dar, El Es Zalema, Tanzania, el Proyecto, 1984, 240 pp.,.
50. RAVINDRANATH, N.H.; NAGARAJU, S.M.; SOMASHEKAR, H.I.; CHANNESWARAPPA, A.; Balakrishna, M.; Balachandran, B.N.; y Reddy, Amulya Kumar N., " Un Pueblo indio el Ecosistema Agrícola--el estudio de casos prácticos de Ungra El Pueblo de , Parta yo: las Observaciones " Principales, la Biomasa, Volumen 1, No. 1, el 1981 dado septiembre, el pp. 61-76.
51. Reddy, Amulya Kumar N. " Un Pueblo indio el Ecosistema Agrícola--el Caso Study de Pueblo de Ungra, Parta II: La discusión ", la Biomasa, Volumen 1, No. 1, el 1981 dado septiembre, el pp. 77-88.
52. Makhijani, Arjum y Poole, Alan. La energía y Agricultura en el Tercero El Mundo de , Ballinger Publishing la Compañía, Cambridge, la Masa., 1975, 168 pp.
53. TIWARI, K.M. El " combustible--el Presente y Futuro con la Referencia Especial a Conditions en los países en desarrollo ", en la Energía de la Biomasa, 2 la Conferencia Internacional en la Biomasa, A. Strub, P. Chartier y G. Schleser, eds., Londres: Los Publicadores de la Ciencia aplicados, 1982.

54. El Vestíbulo de , D.O., y Musgo, Patricia. La Biomasa de " para la Energía Desarrollando Los Países " de . Geojournal, Vol. 7.1, 1983, el pp. 5-14.
55. Cecelski, E., Necesidades de " Energía, Tareas, y Recursos en el Sahel: La Relevancia de a los Programas de Woodstove, " Geojournal, Vol. 7.1, 1983, el pp. 15-23.
56. HYMAN, E.L. " La Demanda para Woodfuels por las Industrias de la Cabaña en el La Provincia de de Ilocos Norte, Filipinas, la Energía de " , Vol. 9, el pp,. 1-13, 1984.
57. ZHU, H., BRAMBLEY, M.R. y Morgan, R.P., el consumo de energía " Familiar En la República de Las Personas de China ", Energía V.8, pp 763-774, 1983.
58. Abajo, S. " el consumo de energía Familiar En el Oeste Sumatra. Las implicaciones para los formuladores de políticas ", Energía, Vol. 8 pp 821-833, 1983.
59. Mnzava, E. el M. " Combustible y Carbón de leña en Africa ", en la Energía de La Biomasa de , Primero la Conferencia Internacional en la Biomasa, Brighton, el Este, SUSSEX; W. PALEY, P. CHARTIER, D.O. El vestíbulo, anuncios., Londres: Aplicado Ciencia Publicadores, S.A., 1980.
60. Chauvin, Henri. " Cuando un Carreras de la Ciudad africanas Fuera de Combustible ", UNASYLVA, Vol. 33 (133) el pp. 11-20., 1981
61. Boureima, Issoufou y Gilles Del Chambre. " Relación sur l'evaluation Los du de programan ameliore " de los foyer, Niamey, Níger,: El des de la Asociación Femmes El du de Níger y Servicio de Mundo de Iglesia, el 1982 dado noviembre.
62. Sassin, Wolfgang, la " Energía, el americano " Científico, Sept,. 1980, pág. 119.
63. PRASAD, K. KRISHNA. La Energía cocción, el Taller en Extremo-uso Enfocado Global, La Energía Estrategia, la Universidad de Princeton, Princeton, New Jersey, abril, 21-29, 1982.
64. Williams, Robert H. Potential los Papeles para Bioenergy en una Energía

el Mundo Eficaz, Princeton el centro Universitario para la Energía y Medioambiental Studies, Informe No. 183, el 1985 dado febrero; el Taller en la Biomasa La Energía de Systems, Casa de Airlie, Virginia, enero el 1 dado 29-febrero dado 1985.

65. Los Naciones Unidas de , el Anuario de Estadísticas de Energía de Mundo, 1981, Nueva York,: Los Naciones Unidas de , 1983.

66. La Casilla de , las Realidades de H.E. " de Hacer el Carbón de leña ", UNASYLVA, Volumen 33, No., 131, 1981, EL PP. 37-38.

67. FLORASA, Bosques Artificiales para Madera y Carbón de leña en Brasil, Minas Gerais, Brasil: FLORESTAL ACESITA, S.A., BELO HORIZONTE, OCT.1983, 53 PP.

68. Uhart, E. el Boletín del FMI del Carbón de leña Preliminar en Etiopía, NACIÓN UNIDAS Economic La Comisión de para Africa, FAO Bosque Industrias Asesor para Africa, Doc. M75-1122, 1975, 30 PP.

69. KARCH, G.E. Calrbonization: El Informe Técnico final de Energía del Bosque Especialista de , UNFAO, SEN/78/002, 1980.

70. Madera de , T.S. Informe en el Uso de Energía Doméstico por Cocinar (la Valoración de Energía La Misión de , Etiopía), Washington, D.C.: El Banco Mundial, 1983, 33 pp.

71. WARTLUFT, JEFFREY. " Team los métodos de producción " de Carbón de leña de Comparaciones, VITA, Las Noticias de , el 1983 dado octubre, pp.8-11. Wartluft, Jeffrey L. y Blanco, Stedford. Comparing las Tecnologías de Producción de Carbón de leña Simples para el Caribe, Arlington, Virginia,: VITA, el 1984 dado marzo.

72. La Carbón de leña Producción Mejora Para el Desarrollo Rural En Thailandia, Forest la División de Investigación de Productos, el Departamento del Bosque Real, el Ministerio, de Agricultura y Cooperativas, para la Administración de Energía Nacional, El Ministerio de de Ciencia, Tecnología, y Energía bajo el Renovable el Nonconventional Energía Proyecto, Gobierno tailandés Real y Agencia americana Para el Desarrollo Internacional, Bangkok, Thailandia, 1984, 163 pp.

73. Rose, A.B., Energía-intensidad y Parámetros Relacionados de Seleccionó Los Transporte Modos: Freight los Movimientos, Espinazo del Roble el Laboratorio Nacional,

ORNL 5554, el 1979 dado junio, 135 pp.

74. BONNEY, R.S.P. y Stevens, N.F. El vehiculo el Coste Que opera en Bituminoso, Gravel, y Caminos de Tierra en el Este y Africa Central, Investigación del Camino el Papel No. 76 Técnico, el Laboratorio de Investigación de Camino, el Ministerio de Transporte, Londres, 1967.

75. Truck las características operativa en el Sudán, Transporte y Comunicaciones La Sección de , el Ministerio de Planificación Nacional, Khartoum, el 1978 dado junio.

76. Wardle, Philip y Palmieri, Massimo. " lo que Realmente Hace el Combustible Cost "?, UNASYLVA, Volumen 33, No. 131, 1981, el pp,. 20-23.

77. Foley, Gerald, y carro de mudanzas Buren, Ariane. " Substitutes para Madera ", UNASYLVA, Volumen 32, No. 130, el pp. 11-24.

78. Weber, F., Económico y Criterio de Ecologic de Forestry/Conservation Projects en el Sahel, Desarrollo del Recurso Internacional y Conservación Los Servicios de , Boise, Idaho, 1977.

79. BALDWIN, SAM. Las Notas Técnicas para el `Ban Ak Suuf' senegalés (Mejoró la Estufa) el Programa. CERER/CILSS/VITA, el 1983 dado julio, revisó el 1983 dado diciembre. Disponible de VITA.

80. Yameogo, Georges; Bussman, Paul; Simonis, Philippe; y Baldwin, Sam. La Comparación de de Estufas Mejoradas; el Laboratorio. La Cocina controlada, y Familia Compound las Pruebas. IVE/THE Eindhoven/GTZ/CILSS/VITA, el 1983 dado mayo, Disponible, de VITA.

See también, Yameogo, Georges; los Evaluación des differents Prototipos de Los Foyer de Ameliores Existants en Haute Volta; Universite de Ouagadougou, Institut Superieur Polytechnique; Mamoire del d'Etudes de la aleta. Juin 1983 L'Institut Voltaique de L'Energie, relación No.1, Etat de Developpment, los Technique des Foyer Ameliores en Haute Volta, Ouagadougou, el 1983 dado abril,

81. SMIL, VACLAV. La Deforestación de " en China ", Ambio, Volumen 12, No. 5, 1983, EL PP DE . 226-231.

82. Brown, Lester R.; Cerero, William; Flavin, Christopher; Postel, Sandra; Storke, Linda; y Lobo, el Estado de Edward. del Mundo 1984. Worldwatch Insitute, Nueva York,: W.W. Norton y Compañía, 1984.
83. Jackson, Peter. " La Tragedia de nuestro Rainforests " Tropical, Ambio, Volumen 12, No. 5, 1983, el pp. 252-254.
84. Steinlin, Hans Jurg. " Monitoring el Bosque " Tropical del Mundo, UNASYLVA, Volumen 34, No. 137, 1982, el pp,. 2-8.
85. Myers, Normando. " La Hamburguesa Connection: Cómo Centroamérica Bosques de se Vuelto las Hamburguesas " de América del Norte, Ambio, Volumen 10, No. 1, EL PP DE . 3-8.
86. Las Naciones de , James D.; y Komer, Daniel yo. " Centroamérica es Tropical RAINFORESTS: Los Pasos positivos para la Supervivencia ", Ambio, Volumen 12, No. 5, 1983, EL PP. 232-238.
87. Salati, Eneas y Vose, Peter el B. " Vaciamiento de Rainforests " Tropical, Ambio, Volumen 12, No. 2, 1983, el pp,. 67-71.
88. finlandés, Daniel. " Land el Uso y Abusa en el Este la Región " africana, Ambio, Volumen 12, No. 6, 1983, el pp. 296-301.
89. El Pratt de , D.J. y Gwynne, M.D., eds., Gestión de Rangeland y Ecología en el Este Africa, Huntington, Nuevo York: Robert la E. Kreiger Publicación La Compañía de , 1977.
90. la Academia Nacional de Ciencias. El Cambio medioambiental en el africano del Oeste Sahel, Washington, D.C.,: La Junta de en la ciencia y tecnología en el Desarrollo, El Nacional Investigación Consejo, 1983, 86 pp.
91. Breman, H. y deWit, C.T. La Productividad de " Rangeland y Explotación en el Sahel ", la Ciencia, Volumen 221, 1983, el pp,. 1341-1347.
92. Kartawinata, Kuswata, Seonartono Adisoemarto, Soedarsono Riswan, y

Andrew P. Vayda. " El Impacto de Hombre de un Bosque Tropical en Indonesia ",
Ambio, Volumen 10, No. 2-3, 1981, el pp,. 115-119.

93. Brown, Lester el R. " Mundo crecimiento demográfico, Corrosión de la Tierra, y Comida
La Seguridad " de , la Ciencia, Volumen 214, 1981, el pp,. 995-1002.

94. Grainger, Alain. El deszetización, Earthscan, 1984, el pp. 94.

95. O'Keefe, Phil. " Las Causas, Consecuencias y Remedios de Corrosión de la Tierra
en Kenya ", Ambio, volumen 12, No. 6, 1983, el pp,. 302-305.

96. Smith, Nigel J.H. Las Lecciones de la " colonización de un Bosque " Tropical,
La Ciencia de , Volumen 214, 1981, el pp. 755-761.

97. El Señorío de , A.H. y J. Lopez-Parodi. La " deforestación y Aumentó
Flooding de la Amazona " Superior, la Ciencia, Volumen 210, 1980, p.1354,.

98. Spears, John. " Preserving los Ambientes " de la Divisoria de aguas, UNASYLVA, el Volumen,
34, No. 137, 1982, el pp. 10-14.

99. El Estado del Ambiente 1984-84 de India. El Informe del Segundo Ciudadano
El Centro de para la Ciencia y Ambiente, 807 Vishal Bhavan, 95 Nehru Place,
Nuevo Delhi 110 019.

100. Shukla, J. y Y. Mintz. La " influencia de Evapotranspiración de la Tierra-superficie
en el Clima " de la Tierra, Ciencia, Volumen 215, 1982, el pp. 1498-1501.

101. Dosso, Henri, Jean Louis Guillaumet, y Malcolm Hadley. El Uso de la " tierra
Los Problemas de en un Bosque " Tropical, Ambio, Volumen 10, No. 2-3, 1981.

102. la Academia Nacional de Ciencias. La Silvicultura de Agro en el Oeste Sahel africano.
La Junta de en la ciencia y tecnología en el Desarrollo, la Investigación Nacional
El Consejo de , Washington, D.C. 20418. 1983. 86 pp.

103. Novikoff, Georges y Mohamed Skouri. El Desarrollo " vacilante y
La Conservación de en Túnez " Pre-sahariano, Ambio, Volumen 10, No. 2-3, 1981,
EL PP DE . 135-141.

104. Novikoff, el Desetización de G. " por el Sobreapacentamiento ", *Ambio*, Volumen 12, No., 2, 1983, EL PP. 102-105.
105. La Lamprea de , H.F. y Hussein Yussuf. " Pastoralism e Invasión del Desierto en Kenya " *Norteña, Ambio*, Volumen 10, No. 2-3, 1981, el pp,. 131-134.
106. Anderson, D. y R. Fishwick, Consumo de Combustible y Deforestación en los Países africanos, Personal del Banco Mundial papel de trabajo No. 704, 1984.
107. Smith, Kirk R.; Aggarwal, A.L.; y Dave, R.M. La " contaminación del aire y los Combustibles Rurales: Un Estudio del Pueblo Modelo en India ", papel de trabajo WP82-17, el 1982 dado noviembre. Este a oeste el Centro, Honolulu, Hawaii,
108. Smith, Kirk R.; Ramakrishna, Jamuna; y Menon, Premlata. El " aire La Polución de de la Combustión de Combustibles Tradicionales: Un Boletín del FMI Breve," La Conferencia de en el Gestión de Calidad Aéreo y Políticas de Energía, Baroda y Bombay, India, el 16-25 dado febrero dado 1981, WP 81-5.
109. Smith, Kirk R.; Aggarwal, A.L.; y Dave, R.M. La " contaminación del aire y los Combustibles Rurales: Las implicaciones para la Política e Investiga, " Honolulu, Hawaii,: El Recurso de el Instituto de Systems, el Centro de Oeste de Este, WP-83-2, el 1982 dado noviembre.
110. de Koning H.W., K.R. Smith y J.M. Último, Combustión de Combustible de " Biomasa y La Salud " de , Boletín de la Organización Mundial de la Salud 63 (1), pp. 11-26, (1985)
111. Smith, K., Combustibles de la Biomasa, contaminación del aire, y Salud: Una Revisión Global, La Cámara plena Publicación Cía., Nueva York, (venidero).
112. en que Smith Kirk R., Combustibles de " Biomss, contaminación del aire y Salud " incluyeron Baldwin, Sam, Howard Geller, Gautam Dutt y N.H. Ravindranath, " Improved las Estufas de Woodburning: Signs de Éxito ", *Ambio* Vol. 14, No., 4-5, EL PP. 280-287, 1985.
113. Ernest, consumo de combustible de E. " Entre las Familias Rurales en Volta Superior, Oeste Africa ". Octava Conferencia de Silvicultura de Mundo, Jakarta, Indonesia, 1978.

114. Si la demanda de combustible total (dado por la población de pueblo, el P, cronometra la demanda por persona, D) es el igual fijo al total renovable El combustible suministro (dado por la media productividad de la biomasa por el área cronometra el área disponible para la producción de la biomasa leñosa - - y este área is dado crudamente por el área continental total, $[\pi][R.\text{sup}.2]$, menos para que necesitó siegan al igual de la producción a la población, el P, tiempos las necesidades de la tierra agrícolas por persona, UN). Thus, <vea la ecuación debajo>

bsex249.gif (108x600)

$$PD = B(\pi R^2 - PA) \quad \text{or} \quad R = (DP/B\pi + AP/\pi)^{0.5}$$

La media distancia de la colección será aproximadamente el fragmento de R que circunscribe la mitad el área de radio R, o 0.707R. More detalló las correlaciones pueden desarrollarse como deseado, incluso la variable Las biomasa productividades, las ineficacias en la colección de la biomasa, y otros factores.

115. PRASAD, K. KRISHNA. Las Estufas de Woodburning: Su Tecnología, la Economía, y Despliegue, Ginebra, : La Organización Internacional del Trabajo, 1983.

116. Eckholm, Eric; Foley, Gerald; Barnard, Geoffrey; y Timberlake, Lloyd. Fuelypod: La Crisis de Energía Que Will Go Lejos, Earthscan, 1984, 105. el pp.

117. AGGARWAL, G.C. y N.T. Singh, Energía de " e Ingresos Económicos De el Estiércol Ganadero como el Estiércol y Energía de Fuel", Vol. 9, No. 1, pp. 87-90, 1984.

118. VIDYARTHI, VARUN. La " energía y el Pobres En Un Mundo del Pueblo " indio
El Desarrollo de Vol. 12, No. 8, el pp. 821-836, 1984.
119. STRASFOGEL, SYLVAIN. " EL AU-DELA DU CHOIX ECONOMIQUE, EL ECOLOGIQUE DE CHOIX DE LE, :
El le gaz butano au Senegal ", Informaciones No. 3, noviembre-diciembre,
1982, EL PP. 4-7, Asociación Bois de Feu.
120. BALDWIN, SAM. " las Nuevas Direcciones en el Desarrollo " de Woodstoves las Noticias de VITA,
VITA, el 1984 dado enero.
121. Strasfogel, Sylvain y Gilles Dechambre. Programa los Foyer Regionales
Ameliores - - Le Niger, Aix-en-Provence, Francia: CILLS/Association Bois
de Feu, el 1984 dado julio.
122. El Mundo de el Bank. Mundo Desarrollo Informe, 1984, Nueva York, : La Universidad de Oxford
Press, 1984.
123. KEITA, J.D. Las " plantaciones en el Sahel, " UNASYLVA, V.33, N.134, el pp.
25-29.
124. la Academia Nacional de Ciencias. Las Leña Cosechas, Volumen 1, 1980, 237 pp.,
Volumen 2, 1983, 87 pp.
125. Noronha, Raymond. " Por qué Es Tan Difícil Crecer el Combustible "?,
UNASYLVA, Volumen 33, No. 131, 1981, el pp,. 4-12.
126. El Banco Mundial de . La silvicultura, el Papel de Política de Sector, el 1978 dado febrero.
127. Pant, M.M. La Silvicultura " Social en India ", UNASYLVA, Volumen 31, No. 125,
1979, EL PP. 19-24.
128. POULSEN, GUNNAR. " Los Productos de Non-Wood de Bosques " africanos, UNASYLVA.
129. Salem, B. Ben y Van Nao, Tran. La Producción de " combustible en Tradicional
Farming Systems ", UNASYLVA, Volumen 33, No. 131, 1981, el pp,. 13-18.

130. DIGERNES, T.H. Madera de para los Combustibles: Crisis de energía que Implica el Desetización: El Caso de Bara, el Sudán, la tesis de para el Geografisk, Institutt, Bergen, Noruega, 1977, 128 pp,.
131. Hyman, Eric L., la Financiación del " Préstamo de Propietario de un minifundio Treefarming en el Las Provincias de de Ilocos Norte e Ilocos Sur, Los Filipinas, la " Agro-silvicultura, Systems Vol. 1, 1983. el pp. 225-243.
132. Hyman, Eric L., " Pulpwood Treefarming en Los Filipinas del El Punto de vista de del Propietario de un minifundio: Un ex post la Evaluación del PICOP Project, la Administración " Agrícola. Vol. 14, 1983. el pp. 23-49.
133. MOREIRA, J.R. y J. Goldemberg, " Alcoholes - - Su Uso, Energía y La Economía de - - UNA Perspectiva " brasileña, Gestión del Recurso y Optimización Vol. 1 No. 3, el pp. 213-279, 1981.
134. Geller, H.S., Combustible del " Etanol De la caña de azúcar En Brasil ", la Revisión Anual de Energía, Vol. 10, el pp. 135-164, 1985.
135. Rivera, S., " Honduras, el Estudio " Rural, el Taller Global en Extremo-use Oriented las Estrategias de Energía, Sao Paulo, Brasil, el 1984 dado junio.
136. Williams, Robert H., UN Futuro de Energía Bajo Para Los Estados Unidos, el Centro Para la Energía y el Informe de Studies, Medioambiental No. 186, Princeton La Universidad de , Princeton, New Jersey, E.E.U.U. el 1985 dado febrero.
137. Gupta, R.K., Eficacia de Utilización de Combustibles Domésticos, el Aceite indio, La Corporación de , R & el Centro del D, Faridabad; el Seminario Internacional en la Energía, la Escuela del Personal Administrativa de India, Hyderabad, el 1979 dado enero.
138. ¿ Shaikh, Asif M. y G. Edward Karch, el " Will Madera Trabajo? El Futuro de La Madera Energía En El Oeste Sahel " africano, el Documento Especial, 9 Mundo, La Silvicultura Conferencia, la Ciudad de México, el 1985 dado julio.
139. Moundlic, Jean; el Alcohol de Fermentación de " Lata se Sustituya Para Madera Como UN Cooking el Combustible "? , Taller el Alcohol de Fermentación encendido Para el Uso Como el Combustible y Feedstock Químico En los países en desarrollo, Viena Austria, 26-30, Marzo de , 1979. La NACIÓN UNIDAS IDENTIFICACIÓN /WG.293/28, 22 el 1979 dado febrero.

140. Bradley, P.N., N. Chavangi, y À. Van Gelder, la Investigación del " Desarrollo, y Energía que Planean En Kenya ", AMBIO, V. XIV, N. 4-5, pp.228-236, 1985,

141. Baldwin, S.; la Energía " Doméstica Para los países en desarrollo: Las opciones y Las Oportunidades " de , venidero. La Referencia de YO-1.

142.

el Supply de Power Global y Demanda

Global photosynthesis 1X[10.sup.5] el GW (*)
 Globales arbolan la biomasa growth 5X[10.sup.4]
 la energía de Global consumption 1X[10.sup.4]
 el vood consumption Global 1X[10.sup.3]
 el combustible de Global consumption 5x[10.sup.2]

(*) 1 GW = 1 mil millones vatios de poder.
 La Referencia de (10)

Las más recientes estimaciones de rango de consumo de combustible de madera de aproximadamente 7% (6) a 14% (20) de energía global consumption. Thus, el consumo de combustible, valor presentados en la Mesa sobre indican sólo la magnitud de uso.

143.

Forest que Crece Accionario

[M.SUP.3]/CAPITA
 Africa 92
 América, 179 Norte,
 América, 50 Central,
 América, 428 Sur,
 Asia 17
 Europa 27
 URSS 310

La Referencia de (7)

144.

Reducing los Factores por Convertir la Madera Apilada
Al Volumen de Madera Sólido

El Reduciendo

Type la Clase de Factor

Madera blanda grande, ronda, y 0.80 recto

los billetes hendidos elemento, liso y straight 0.75

los billetes hendidos elemento, 0.70 corvo,

la leña pequeña, redonda 0.70

Madera dura los billetes de la raja grandes, liso y straight 0.70

los billetes de la raja grandes, 0.65 corvo,

la leña redonda pequeña, liso y straight 0.65

la leña redonda pequeña, 0.55 corvo,

Las Secciones /

El twigs small la leña de redonda, 0.30-0.45 corvo,

El matorral la leña de redonda pequeña, crooked 0.15-0.20,

La referencia (13)

145.

La Producción de de Residuos de la Cosecha de las Cosechas del Cereal
en los países en desarrollo

Crop la Yield Residuo Producción

el tons/ha-year Métrico el tons/ha-año Métrico

El Rango de el Medio Range Promedio

El 0.7-5.7 de Arroz de 2.5 1.4-11.4 5.0

El Trigo de 0.6-3.6 1.5 1.1-6.1 2.6

El Maíz de 0.5-3.7 1.7 1.3-9.3 4.3

El Sorgo de 0.3-3.2 1.0 0.8-8.0 2.5

La Cebada de 0.4-3.1 2.0 0.7-5.4 3.5

El Mijo de 0.5-3.7 0.6 1.0-7.4 1.2

La Referencia de (20)

146.

Manure la Producción por los Animales de Donesticated

Animal el tons/head-año Métrico

El Ganado de , engañe, camellos 1.00

Los Caballos de , asnos 0.75

Figs 0.3

Sheep, cabras 0.15

La Referencia de (20)

147.

Fuel el Uso en el Sector del Pueblo

El Por ciento de de

Total el from W/cap

Village Biomass Rural el Autor de Total

Bangladesh Dhanishwar 100 190 Bangladesh, 1978,

ULIPUR 100 238 BRISCOE, 1979,

el Bolivia Altiplano 352 Banco Mundial, 1983,

Botswana Matsheng 523 Blanco, 1979

Burkina Faso Ranga 285 Ernst, 1978,

Camerún Ngaoundere 571 Vennetier, 1979,

Chad N'Djamena 1395 Bertrand, 1977,

China Peipan 87 666 Makhijani, 1975,

Congo Brazzaville 428 Gilbert, 1978,

Etiopía Addis Ababa 333 FRIDA, 1980,

India Pura 96 285 Reddy, 1979,

INJAMBAKKAM 95 159 MURUGAPA..., 1981

PEMMADAPALLE (*) 97 112 BOWONDER, 1985,

KHURPATAL 233 EL ET DE SINGH. el al., 1979

BHALUTIA 275 EL ET DE SINGH. el al., 1979

UNGRA 95 285 RAVINDRANATH, 1980,
 Irán Semnan 571 Vojdani, 1978,
 Kenya Machakos 476 Mutula, 1979,
 Lesotho Malefילוane 98 260 Best, 1979,
 Malí Deguela 241 Caude, 1977,
 SANZANA 349 CAUDE, 1977,
 BAMAKO 713 BERTRAM, 1977,
 Mauritania Nouakchott 713 FRIDA, 1980,
 México Arango 33 412 Makhijani, 1975,
 Nepal Hill 97 349 Hughart, 1979,
 Níger Niamey que 400 Cortan, 1979,
 NIAMEY 136 BOUREIMA, 1982,
 Nigeria Batawagara 99 476 Makhijani, 1975,
 KANO 571 GRUT, 1973,
 IBADAN 381 AY, 1978,
 Ruanda Nyarugenge (* *) 81 1617 Gatera, 1978,
 Senegal Dakar (* *) 698 Alto, 1974
 La Sierra de Leone Waterloo 571 Cline-Cole, 1979,
 Sri Lanka Anuradhapura 168 Bialy, 1979,
 Sudán Khartoum (* *) 856 FRIDA, 1980,
 Tanzania Bundilya 680 Nkonoki, 1984,
 el Togo Lome 174 Grut, 1971,

(*) la cocina Doméstica sólo. (* *) el Carbón de leña.

Las Referencias de compilaron principalmente y más completamente documentaron por (20).
 los datos Adicionales de las referencias (21,22,61,147B,147C)

147B. B. BOWONDER, N. PRAKASH RAO, B. DASGUPTA, S.S.R. Prasad, el Uso de " Energía,
 En Ocho Comunidades Rurales En India ", Desarrollo del Mundo, V.13, N.12,
 PP.1263-1286, 1985.

147C. El Banco Mundial, " Bolivia,: Los problemas y Opciones En El Sector " de Energía,
 el UNDE/WB Energía Sector Valoración Programa, Rpt. 4213-BO, el 1983 dado abril.

148.

El Power Consumption para los países en desarrollo Seleccionados, 1981

Total el Fragmento de el Total Fragmento
 El GW de rural el from de el GW de Country de
 La Biomasa de la Biomasa de
 Angola 3.4 72% Belice 0.2 57
 Benin 1.3 89 Costa Rica 1.8 33
 El Burkina Faso 2.2 91 Cuba 19. 35
 Burundi 0.3 76 dominicano
 Camerún 6.1 40 Republic 3.3 29
 African El Salvador Central 2.1 53
 La República de 0.9 90 Guatemala 5.4 71
 Chad 2.4 96 Haití 1.9 83
 Etiopía 8.2 90 Honduras 2.3 64
 Gabón 1.3 31 México 121. 3
 Ghana 3.6 63 Nicaragua 1.7 52
 La guinea 1.4 72 Panamá 2.4 29
 Guinea-Bissau 0.2 77 Bolivia 3.6 44
 Coast de marfil 3.4 65 Brazil 153. 44
 Kenya 10.8 81 Colombia 33. 41
 Liberia 2.0 65 Ecuador 6.8 26
 Madagascar 2.4 76 Paraguay 1.8 73
 Malí 1.1 84 Perú 12. 12
 Mauritania 0.5 42 Uruguay 3.0 20
 Mauricio 0.8 65
 Mozambique 4.5 80 Afghanistan 3.0 72
 Niger 1.1 79 Bangladesh 7.1 45
 Nigeria 46. 64 Birmania 9.7 78
 Ruanda 1.7 95 China (*) 580. 9
 Senegal 1.8 42 Kampuchea 1.4 99
 La sierra Leone 2.7 89 India 196. 36
 Somalia 0.7 38 Indonesia 77. 56
 Sudán 12. 87 República de
 Tanzania 12. 93 KOREA 72. 29
 Togo 0.5 34 Nepal 4.3 96
 Uganda 1.7 83 Pakistan 24. 27
 Zaire 4.5 58 Philippines 26. 38
 Zambia 3.7 45 Sri Lanka 3.8 60

Zimbabwe 6.4 40 Thailand 27. 44

La referencia (65); (*) la Referencia (20) estima el fragmento como 29%.

149. más precisamente, en una prueba en once ayuno las especies crecientes el volumétrico se encontró la gravedad del carbón de leña, SI, para ser relacionado típicamente a el peso específico de la madera seca aérea, el X, por la ecuación (14)

$$Y = 0.575X - 0.069$$

La gravedad volumétrica es el peso de un volumen de material, mientras incluyendo los poros dentro de, comparó al peso de un volumen equivalente de agua. Esto será contrastado con peso específico dónde los poros no son a menudo contaba como la parte del volumen, sólo el propio material es.

150. en que Este análisis se ha publicado previamente: T. S. Madera y S. Baldwin, " Combustible y Uso del Carbón de leña en los países en desarrollo, " Anual Review de Energía, V.10 (1985), pp.407-429.

151. Barnard, Geoffrey y Lars Kristoferson, los Residuos Agrícolas Como el Combustible, En El Mundo Tercero, Earthscan, el Instituto Internacional para el Ambiente, y Desarrollo, el Programa de Información de Energía, el Informe Técnico No.4, Londres, 1985.

152. Foley, Gerald, Combustible de " Madera y Demandas de Combustible Convencionales En El Developing el Mundo ", AMBIO, V.14, N.4-5, pp.253-258, 1985,.

153. Baldwin, Sam, Howard Geller, Gautam Dutt, y N.H. Ravindranath, " Improved Woodburning Cookstoves: Las señales de Éxito ", AMBIO, V.14, N.4-5, pp.280-287, 1985.

154. Los Energía Problemas y Opciones En Treinta países en desarrollo, Mundo de PNUD El Banco Energía Sector Valoración Programa, Informe No. 5230, el 1984 dado agosto.

155. Foley, Gerald y Geoffrey Barnard, Granja y Silvicultura de la Comunidad, Earthscan, el Instituto Internacional para el Ambiente y Desarrollo, El Energía Información Programa, el Informe Técnico No.3, Londres, 1984.

156. Foley, Gerald, Carbón de leña que Hace En los países en desarrollo, Earthscan, el Instituto Internacional para el Ambiente y Desarrollo, Energía Los Información Programas, el Informe Técnico No.5, Londres, el 1986 dado enero,

157. Notes a Mesa 19.

(un) Referencia 48;

(el b) Referencia 134;

(el c) Referencia 133. Note que 11.8 [m.sup.3]/ha-yr es un rendimiento alto comparado a those frecuentemente observó, pero es sólo un fragmento pequeño de lo que debe es loguable. Un incremento anual de 11.8 [m.sup.3]/ha-yr a un específico La gravedad de de 0.8 es equivalente a un rate de captura de energía de 0.5 W/[m.sup.2]; o con una media insolación de 250 W/[m.sup.2], un rate de conversión de energía de sólo 0.2%. La razón, en parte para los tales rendimientos bajos es la falta de entra como los fertilizantes propiamente aplicados e irrigación, o simplemente la opción de la especie pobre para las condiciones locales.

Los rendimientos aproximados para el Oeste Sahel africano (1981-1983) se cede la Mesa debajo de.

La Madera Producción y Rinde En el Sahel

Cost al Rendimiento de

ESTABLISH (*) \$/HA RAINFALL [M.SUP.3] /HA-YR

Plantations comercial 630-1000 600 mm 1.5-3.0

800 MM 3.0-5.0

1000 MM 6.0-10.0

El pueblo Woodlots 150-388 1.5-3.0

Forest Natural manejado 80-150 0.5-1.5

(*) Nota que los are del coste recurrentes no incluyeron aquí pero promediarán quizás \$100/ha-yr para las plantaciones comerciales y menos para el otro

Las opciones de .

La referencia (138)

(el d) Referencia 24

(e) Referencia 136

(el f) Referencia 137

(LA G) SHUKLA, K.C. y J.R. Hurley, Desarrollo de Un Eficaz Bajo [NO.sub.x] el Rango de Gas Doméstico Cocinero Top, el Instituto de Investigación de Gas, Chicago, Illinois, 1983. Note que que esto adelantó la estufa de gas tiene eficacias de 70% pero no está todavía comercialmente disponible.

See también W.F. Sulilatu y C.E. El Krist-asador, " El Metal de Tamilnadu, La Estufa " de en Del Plan a Cocinar, Referencia III-35.

(la h) Referencia 139

(i) Vea el Capitulo en eso VI, Estufas del Carbón de leña, y Referencias.

(j) Vea el V del Capitulo, Mesa V-1.

(el kilo) Vea (la g) y (j), también vea la Referencia III-18. la Nota que lado a lado prueba en (la g) mostró las estufas de madera con los rendimientos térmicos de 49-54% y un quemador del embrague electromagnético en la misma estufa que tiene una eficacia de 54%. Sin embargo, el mando del quemador del embrague electromagnético será un poco mejoran que de un fuego de madera.

(l) la Energía Entregada es que que está absorto por la olla para cocinar la comida.

EL CAPÍTULO DE III

1. Geller, Howard S. y Gautam S. Dutt. La Economía " de Combustible de Cocina " midiendo en los Boletín del FMI de Combustible de Madera, pp. 147-172. Vea la ref II-19.

2. See la Referencia II-80.

3. Geller, Howard la S. " Combustible Eficacia y Actuación de Tradicional y Cookstoves " Innovador, en el Calor de Madera Por Cocinar, Eds. K. KRISHNA Prasad y P. Verhaart, Bangalore, : la Academia india de Ciencias, el pp. 119-139.

Geller, Howard S. " Cooking en la Zona de Ungra, : Alimento Eficacia, la Energía, Las Pérdidas de , y Oportunidades por Reducir el Consumo " de la Leña, Biomasa, V. 2, 1982, EL PP. 83-101.

4. Dunn, P.D.; Samootsakorn, P.; y Joyce, N. " La Actuación de tailandés Las Carbón de leña Estufas ". en el Calor de Madera para Cooking (Ibid.), pp. 107-118. Vea

también Dunn, P.D.; Samootsakorn, P.; y Joyce, N. " El tailandés Tradicional El Fogón " de en la Energía de Bionamass, 2 Conferencia Internacional en La Biomasa de , Eds. A. Strub, P. Chartier, y G. Schleser, Londres, : Aplicado Ciencia Publicadores, el pp. 748-752.

5. Prasad, K. Krishna y Ernst Sangen (Eds.) Los Aspectos Técnicos De Woodburning Cookstoves, el Woodburning Estufa Grupo, la Universidad de Eindhoven, de Tecnología; y División de Tecnología para la Sociedad, Apeldoorn, El Los Los Países Bajos de . El 1983 dado septiembre.

6. Calculated del datos de ensayo cocción controlado en Yameogo, Bussmann, Simonis, y Baldwin, referencia II-80.

7. La ganancia de calor de la olla en un fuego abierto por el traslado radiante puede ser directamente el extimated examinando la actuación de sultipot macizo Las estufas de con los proyectos excesivos. En las tales estufas, el traslado radiante hace no cambian pero la transferencia de calor del convective está muy reducida como el arde y se tiran los gases calientes fuera el trasero de la estufa con pequeño o ningún contacto con la primera olla. PHU típico para la primera olla en las tales estufas son 12 por ciento (Kaya 2 en Yameogo, Bussmann, Simonis y Baldwin, Referencia II-80). Alternativamente, el traslado radiante puede ser estimó usando la ley de Stefan-Boltzmann y factor de vista directamente entre el firebed y olla como discutido en el Apéndice el Modelo de C. Los cálculos de en otra parte (Bussmann, P.J.T.; Visser, P.; y Prasad, K., Krishna, los Fuegos " Abiertos, : Los experimentos y Teoría ". el pp. 155-188 en Madera Heat por Cocinar (Ibid) ref 3) estime el traslado del calor radiante solo al account para aproximadamente 10 punto porcentuales de PHU del termal La eficacia de de una olla en un fuego abierto.

El valor 17% efficiancy para un fuego abierto es escogido aquí para corresponder para probar los resultados en el campo, ref 6. Este valor puede ser superior si bien protegió del viento, o más bajo si expuesto al viento.

8. Saith, el al del et. Las referencias II-107 a II-112.

9. Eckert, E.R.G, y Drake, Robert M., el Análisis de Jr. de Calor y Masa, Transfer, Nueva York, : El McGraw-colina, 1972, 806 pp.

10. GOLLER, H.S. y G.S. Dutt, " Midiendo la Economía " de Combustible de Cocina, en Madera, Fuel los Boletín del FMI, Vea la Ref. II-19.
11. Geller, Howard S.; Leteemane, Bai; los Poderes, Theresa DE LA MAÑANA; y Sentle, James. Prototipo Metal y Barro Cookstoves Madera-ardiente para Botswana, Burlington, Vermont,: Los socios en el Desarrollo Rural, el 1983 dado mayo.
12. Ashworth, John H. La Adaptación de Tecnología Pasos de Process: Tomados a Transform el BRET los Prototipos de la Estufa Metales en Acabado Comercial Los Modelos de , Burlington, Vermont,: Associates en el Desarrollo Rural, junio 1984.
13. Trigueño, Eric la comunicación personal.
14. Sanogo, Cheick; Sidibe, Yaya; Strasfogel, Sylvain; y Baldwin, Sam. Results, Notas Técnicas y Propuestas para el LES Improved la Estufa Program. LES/CILSS/Association Bois de Feu/VITA, el 1983 dado octubre. Available de VITA.
15. LOKRAS, S.S., D.. SUDHAKAR BABU, SWATI BHOGALE, K.S. Jagadish, y R. KUMAR. El Desarrollo de un Mejoró Tres Cacerola Cookstove, Bangalore, India: ASTRA, el Instituto indio de Ciencia, 45 pp.
16. Shailaja, R. y N.H. La Difusión de Ravindranath. de una Madera Eficaz La Estufa de por Cocinar en las Zonas Rurales, Bangalors, India,: El indio de ASTRA El Instituto de de Ciencia, 22 pp.
17. RAVINDRANATH, N.H. y R. Shailaja. Una Evaluación del Campo de un Combustible-eficaz, Woodstove Sin humo; el OLE de ASTRA, Bangalore, India,: ASTRA, el Instituto indio de Ciencia, 25 pp.
18. MUKUNDA, H.S. y U. Shrinivasa, las Solas Estufas de Madera de Cacerola de Alto La Eficacia de , ASTRA, el Instituto indio de Ciencia Bangalore, India 560, 012, el 1985 dado julio.
19. Mukunda, H.S., U. Shrinivasa, S. Dasappa, y S.B. Sunil Lumar, Solo,

Las Cacerola Madera Estufas de Eficacia Alta, Parta II, ASTRA, diciembre, 1985.

20. Yameogo, Georges; Ouedraogo, Issoufou; y Baldwin, Sam. El laboratorio Prueba de Fired las Estufas De arcilla, la Economía de Mejoró Sostenga y Estado La pérdida de calor de de las Estufas de Masive, CILSS/VITA, el 1982 dado octubre. Disponible de VITA.

21. Prasad, K. Krishna (Ed.). Algunos Estudios en los Fuegos Abiertos, los Fuegos Blindados, y las Estufas Pesadas. Apeldoorn, los Países Bajos,: La Woodburning Estufa El Grupo de , el Departamento de Fisicas Aplicadas e Ingenieria del Mecánico, La Eindhoven Universidad de Tecnología y División de Tecnología para La Sociedad de , TNO, el 1981 dado octubre, 161 pp.

22. Baldwin, Sam. Ve a la Ref. II-120.

23. Shukla, K. C. y J.R. Hurley, Desarrollo de Un Eficaz Bajo [NO.sub.x] el Rango de Gas Doméstico Cocinero Top, el Instituto de Investigación de Gas, Chicago, Illinois, 1983.

24. Christiaens, M. y G. De Lapeleire, " Observaciones en la Combustión y La transferencia de calor " de en los Aspectos Técnicos de Woodburning Cookstoves. Ve a (5)

25. Emmons, Howard W. y Arvind Atreya. " La Ciencia de Combustión " de Madera en el Calor de Madera por Cocinar, Prasad, Verhaart, Eds., la Academia india de Las Ciencias de , 1983, el pp. 5-14.

26. HARKER, A.P., À. SANDELS, J. BURLEY. Los Valor " caloríficos para Madera y Bark y una Bibliografía para el Combustible, " Londres: Los Productos tropicales El Instituto de , el 1982 dado agosto.

27. Bussmann, P.J.T. , P. Visser y K. Krishna Prasad. Los Fuegos " abiertos: Experiments y Teoria " en el Calor de Madera por Cocinar. Ve a la Ref. 3.

28. Sangen, E. " UN Boletín del FMI de Resultados de la Prueba en las Estufas " de Madera en Técnico Los Aspectos de de Woodburning Cookstoves, Eindhoven, 1983. Ve a ref 5.

29. La comunicación personal con Kirk Smith, 1984.

30. Para calcular el valor calorífico de la biomasa húmeda para el diferente Las estado higrométrico definiciones, mesas como esbozado debajo puede desarrollarse dónde la energía para evaporar el agua de 25[degrees]C es 2575 kJ/kg.

El Madera estado higrométrico
Measured en un
Basis Wet Seco la Base

El estado higrométrico de 30% 30%
El Equivalente de la Madera Seca por el kg de Biomasa 1.0 kg 0.7 kg
El contenido en agua de por el kg de Biomasa 0.3 kg 0.3 kg

Total, madera seca equivalente más el agua 1.3 kg 1.0 kg

Gross la Energía por el kg de Biomasa 18 MJ 12.6 MJ
Menos Energía para Evaporar el Agua
por el kg la Biomasa Seca 17.227 kJ 11.827 kJ

Net la Energía por el kg Mojó la Biomasa 13.252 MJ 11.827 MJ

31. Shelton, Jay. La Enciclopedia de Woodburners, Waitsfield, Vermont, :
la Vermont Travesías Prensa, Novena impresión, 1979, 126 pp.

32. Stevens, W.C. y G.H. El Pratt, el Manual de Operadores de Horno, el Departamento de la Investigación Científica e Industrial, el Office de la Papelería de Su Majestad, Londres, 1952, 138 pp.

33. PRASAD, K. KRISHNA; SANGEN, E.; VISSER, P. " WOODBURNING COOKSTOVES ",
En los Adelantos la transferencia de calor de Tn, Eds., James P. Hartnett y Thomas F. Irvine, el Volumen 17 Hijo, el pp. 159-317, la Prensa académica, NEW YORK 1985.

34. Ouedraogo, Issoufou; Yameogo, Georges; y Baldwin, Sam. El laboratorio Prueba de Fired la Arcilla y el Uno-olla Metal las Estufas de Chimneyless, IVE/CIIAS/VITA, el 1983 dado febrero. Disponible de VITA.

35. El Krist-asador, C.E., " La Calidad de la Combustión de las Estufas del Carbón de leña Sakkanal y Malgache " en Del Plan A Cocinar, eds. C.E. El Krist-asador y D.J. el vander Headen, Woodburning Estufa Grupo la Universidad de Eindhoven de Tecnología; y División de Tecnología de Sociedad, Apeldoorn, El Los Los Países Bajos de . Enero, 1985.

36. Madera, Timothy S., " Laboratorio y Campo Testing de Estufas Mejoradas En Volta " Superior, la Academia Nacional de Ciencias, BOSTID, Washington, DC, 1981, PP.23,

37. De Lepeleire, G. y M. Christiaens. La " transferencia de calor y Cocinando El Woodstove Modelado " en el Calor de Madera por Cocinar. La ref. (3).

38. Waclaw Micuta, las Estufas " Modernas Para Todo ", tecnología intermedia Las Publicaciones de , Londres, y la Fundación de Bellerive, 1985.

La alternativa de extinguir el fuego y poner un favorablemente la chaqueta aislante encima de la estufa y la olla es juntos una segunda posibilidad. En este caso, las hullas restantes ayudarian mantenga el La temperatura de . Puede haber incluso con una tapa firmemente digna, sin embargo, un El problema de debido al humo excesivo y monóxido de carbono que entran en la olla y contaminando la comida. Esto necesita ser probado.

39. El cálculo que usó el programa de pérdida de calor conductivo para se hizo las paredes dobles (el Apéndice A), poniendo la distribución de temperatura inicial de la pared exterior maciza a eso para una sola estufa de la pared que corre durante 60 minutos, y poniendo los parámetros y temperaturas de la pared interna a eso para el agua fría.

40. Zhu, Brambley, y Morgan, la Referencia II-57.

41. Foley, Gerald, y Geoffrey Barnard, la Gasificación de la Biomasa En Desarrollar, Los Países de , Earthscan, el Instituto Internacional Para el Ambiente, y Desarrollo, el Programa de Información de Energía, el Informe Técnico No.1, Londres, 1983.

42. Como un ejemplo más cuantitativo de la importancia de mando, un simple

el cálculo ilustrativo de uso de energía por dos estufas hipotéticas y Las ollas de se dan debajo. Se dan capacidades de estas estufas y ollas en la Mesa A. Given estos parámetros, el tiempo para alcanzar un hervor se da por <vea la ecuación debajo>

bsex260.gif (393x600)

$$t = Mc_p \Delta T / (\text{Net Energy Input To Pot})$$

for example

$$t = \frac{(10 \text{ kgs food})(1000 \text{ J/kg}^\circ\text{C})(80 \text{ }^\circ\text{C})}{(2000 \text{ W Firepower})(0.4 \text{ Stove Efficiency}) - (\text{Pot Losses})}$$

Para el rates de pérdida de olla de aproximadamente 700 W/[m.sup.2] (Referencia 43) y una olla expuesta

el área de aproximadamente 0.14 [m.sup.2], las pérdidas de la olla totales son entonces 100 W/[m.sup.2]. Esto da

La t de = $8 \times [10.\text{sup.}5] / (800-100) = 1140$ segundos

El importe global de energía traía la olla a un hervor es entonces

$E = (1140 \text{ W DEL S}) \times (2000) = 2.28 \text{ MJ}$

El nivel de poder por hacer cocer a fuego lento es determinado por el nivel mínimo necesario recuperar las pérdidas de calor de las Tapas de pot. son asumido para ser usado, las pérdidas tan de vapor no son included. el Tal vapor

LA MESA DE UN

la Estufa Hipotética y Actuación de la Olla

La Estufa de el A Estufa B

Power Alto 2 kW 4 kW

El rendimiento térmico de 40% 40%

Low Power 0.5 kW 0.2 kW

El rendimiento térmico de 40% 30%

La Olla de 1 Olla 2

La pérdida de calor de 100 W 25 W

EL MESA B

UNA Tarea Cocción Hipotética

STOVE/POT A/1 A/2 B/1 B/2

Time Boil (minutos) 19 17 9 8

La Energía de Usó (MJ) 2.29 2.06 2.13 2.03

Simmering Power (el kW) 0.5 0.5 0.3 0.2

la Energía Excesiva para Cocer al vapor (*) (el kW) 0.1 0.175 0.0 0.035

La Energía de Hacia cocer a fuego lento (MJ) 1.8 1.8 1.08 0.72

Total la Energía Usó (MJ) 4.09 3.86 3.21 2.75
 la Energía Real Necesitó (* *) (MJ) 1.16 0.89 1.16 0.89
 Overall la Eficacia Cocción 28% 23% 36% 32%

(*) Ésta es la diferencia entre la energía entrada a la olla al
 La potencia de fuego de el más cerca al mínimo necesitado y las pérdidas de calor del
 La olla de . Así (0.5 eficacia de kW) (0.4) - (100 pérdida de olla de W) = (100 W para cocer al vapor)
 (* *) La energía real necesitada para la tarea cocción es la energía
 exigió traer los 10 kg. de comida a un hervor y mantiene eso
 La temperatura de durante una hora.

las pérdidas son entonces debidas al fuego excesivo powers. La cantidad de energía
 usado durante una hora de hacer cocer a fuego lento es el poder de fuego cronometra 3600
 segundos.

El consumo de energía total por traer la comida a un hervor y entonces
 haciéndolo cocer a fuego lento durante una hora puede calcularse entonces y el resultado
 comparado al caso ideal como hecho en la Mesa B.

Varios rasgos en la posición de B de Mesa fuera. Primero, aunque la Estufa UN tenía un
 superior la eficacia que el B de la Estufa durante la fase haciendo cocer a fuego lento, su en conjunto
 la eficacia cocción era más bajo porque su potencia de fuego no pudiera ser
 reducido debajo de 0.5 kW. Second, el aislamiento en la olla fuertemente influenciada,
 la cantidad de energía used. Third, la eficacia cocción global,
 no era un indicador bueno de consumo de energía total por el
 la estufa. El Cuarto de , la habilidad dado alcanzar los niveles de poder altos ahorró tiempo,
 típicamente aproximadamente 10 minutos, y también ahorró la energía debido a un más corto
 el periodo que la olla pudiera perder el calor al ambiente.

43. G. De Lepeleire y M. Christaens, " transferencia de calor y Woodstove Cocción
 El Modelado " de , en el Calor de Madera Por Cocinar, el eds. K. Krishna Prasad y
 P. Verhaart, la Academia india de Ciencias, Bangalore 560 080, 1983.

EL CAPÍTULO DE IV

1. Yameogo, Bussmann, Simonis, Baldwin, la Ref,. II-80.

2. Improved la Biomasa la Estufa Cocción Para el Uso de la Casa, Productos del Bosque Research la División, el Departamento del Bosque Real, el Ministerio de Agricultura, y Cooperación; y la Administración de Energía Nacional, Ministerio de La Ciencia de , la Tecnología, y Energía, el Gobierno tailandés Real; y USAID, 1984.

3. Selker, John S., Laurie F. Childers, y Peter J. Young. El Desarrollo de Estufas Para el Uso En las Zonas Urbanas de Sri Lanka: Provisional Técnico El Informe de , ITDG, Londres, noviembre, 1985,

EL CAPÍTULO V

1. Testing la Eficacia de Woodburning Cookstoves: Las Normas Internacionales provisionales. Arlington, Virginia,: VITA, el 1982 dado diciembre, 76 pp.

2. Testing la Eficacia de Woodburning Cooktoves: Provisional Internacional Las Normas de . Arlington, Virginia,: VITA, Revisó, el 1985 dado mayo.

There son varios cambios importantes en estos procedimientos puestos al día comparó a la referencia (1). Primero, la 15 extensión del minuto del alto impulsan vas de la fase eliminado porque no mejoró la resolución de la prueba, sólo su duración. Segundo, no se usan las tapas. Las tapas demostradas para ser embarazoso en la práctica y adicionalmente no redujo el esparcen en los datos sino lo aumentaron.

Additionally, en este libro el índice por evaluar las estufas La actuación de en el laboratorio se cambia de (los used)/water de madera se evaporaron a PHU o SC porque éstos son indicadores buenos de la actuación de una estufa y porque estos índices corresponden bien a aquéllos para controló que cocina o pruebas del campo.

es importante notar la interacción entre el uso de una tapa adelante la olla y el índice evaluaba el performance. de la estufa Si un La tapa de se usa la cantidad de agua se evaporada entonces y escapar es algo dependiente en la estrechez del ataque de la tapa a la olla, y sumamente dependiente en la potencia de fuego. Si la potencia de fuego es baja para que

la temperatura se mantiene unos grados debajo de hervir, eficazmente, que ningún vapor de agua escapará. Si la potencia de fuego es alta bastante para que que el agua hierve, el vapor escapando empujará la tapa abra y escape. (La presión parcial del vapor de agua es mayor que atmosférico presión.) En este caso habrá una cantidad grande de agua se evaporada de la olla. El índice, los wood/water se evaporaron, es entonces mismo sensible a qué bien la potencia de fuego controlled. que El PHU es es la deuda similarmente sensible a la medida del calor absorbida por la olla que se da en parte por el agua el Calor de evaporated. todavía está absorto, pero no es moderado como el vapor de agua condensa en la tapa y otoños atrás in. El calor está en cambio perdido por la transmisión de la tapa de la olla. Finally, porque el consumo específico definió como el wood/(initial riego), el suman de evaporación no tiene el efecto. Para consumo específico definido como (los used)/(final de madera riegan) o (los used)/(water " de madera cocinaron "), evaporación tiene un efecto pero uno menos significante.

Cuando ninguna tapa se usa, entonces el índice (los used)/(water de madera se evaporaron) es calman sensible a la potencia de fuego mientras PHU y SC son relativamente insensible a él.

no usando una tapa, los rates de evaporación son superiores y la estufa debe ser corren a un poder algo superior para mantener la temperatura que es el embalan con una tapa. Thus, al no usar una tapa la actuación de poder baja de la estufa realmente no está evaluándose durante la segunda fase. En este contexto, es importante notar la diferencia en el mando entre las estufas de madera y estufas del carbón de leña.

Pruebas de dirigidas por el autor en la colaboración con IBE, Burkina Faso, inédito) mostró una variación grande entre las pruebas en la potencia de fuego y El evaporación rates al operar la estufa a un nivel de poder muy bajo (con las tapas). La razón para esto era que sin un tamaño consistente de madera y el itinerario de alimento de fuego preciso, manteniendo un muy bajo El poder de demostrado ser más una función de la paciencia del verificador y La escrupulosidad de y del tamaño de madera y estado higrométrico que de el plan de la estufa. En el uso diario en el campo, los usuarios no hacen ciertamente controlan el woodstoves a este grado perfeccionar su fase de poder baja El consumo de combustible de .

En el contraste, la capacidad de poder baja de una estufa del carbón de leña es un funcionamiento de la estrechez aérea de su puerta y adicionalmente son determinados por la formación de la capa ceniza en la superficie del quemar

El carbón de leña de , retardando su combustión (el D del Apéndice) . las pruebas de poder Muy bajas de estufas del carbón de leña (usando una tapa en la olla), entonces, pruebe directamente la propia estufa (su airtightness) y así se recomendó (el Capítulo VI).

3. El consumo específico se define como $(\text{used})/(\text{water de madera que permanece a acaban de prueba})$ en lugar de $(\text{el used})/(\text{water de madera a la salida de prueba})$ porque que este índice corresponde a la forma usada para la cocina controlada prueba y al concepto de $(\text{los used})/(\text{water " de madera cocinaron "})$. Aunque este índice es sensible a la evaporación excesiva (vea la ref. 2) está inmóvil suficientemente robusto para ser un indicador útil.

En casos donde hay un periódico grande o variación estacional en el ambiente La temperatura de puede ser deseable normalizar el consumo específico según la temperatura de agua inicial.

4. Particularmente útil está usando un plan factorial para el experimento y que realiza un análisis de variación y una regresión múltiple entonces adelante el data. que Esto está sin embargo más allá del alcance de la sección en las estadísticas y el lector se envía a un texto básico en el asunto como La Referencia de (16) debajo de.

5. Yameogo, Bussmann, Simonis, y Referencia de Baldwin. II-80.

6. Strasfogel, Deschambre. La Referencia de II-121.

7. Yameogo, Ouedraogo, Baldwin. La Referencia de III-20.

8. Ouedraogo, Yameogo, Baldwin. La Referencia de III-34.

9. Sanogo, Sidibe, Strasfogel, Baldwin. La Referencia de III-14.

10. Dutt, Gautam, M. Hassan. " el Desarrollo de Cookstove Eficaz en Somalia:

UN Informe " de Progreso. ARLINGTON, VA,: VITA, el 1984 dado julio.

11. Sepp, Producción de Cornelia. " y Diseminación de Estufas Mejoradas--UN El estudio de casos prácticos " de , Ouagadougou, el Burkina Faso: la Misión de la Silvicultura alemana, el 1983 dado septiembre, pp.17,

12. Sepp, C. " Un Foyer Metallique un trou del un vierten Haute-Volta ", las Informaciones, al la Marsella, Francia,: La Asociación de Bois de Feu, No. 5, abril-mayo-junio, 1983, EL PP. 20-21.

13. Baldwin, referencia II-120.

14. Los UNFAO. Madera Combustible Boletín del FMI. la ref II-19.

15. La Academia nacional de Procedimientos de Sciences. del Internacional El Taller de en las Metodologías de Boletín del FMI de Energía para los países en desarrollo. BOSTID, la Prensa de la Academia Nacional, 1980.

16. Hyman, E.L., " Cómo Dirigir UN Boletín del FMI de Energía Rural En un Desarrollo El País " de , las Fuentes Renovables de Energía, el Vol. VI, No.2, el pp. 137-149 (1983)

17. Smale, Melinda; Savoie, Michelle; Shirwa, Zahra Cabdi; y Axmed, Mohamed Cali. El Madera Combustibles Consumo y las Prácticas Cocción en Selección Los Sitios de de Más bajo Shabeelle, Banaadir, y Regiones de Gedo de Somalia. Arlington, Virginia,: VITA, el 1984 dado julio, 151 pp.

18. Ki Zerbo, J. Improved las Estufas de Madera: Las Necesidades de Usuarios de y Expectativas en Volta Superior. ARLINGTON, VIRGINIA: VITA, 1980.

19. Madera, Timothy, " Laboratorio y Campo Testing de Estufas Mejoradas En Volta " Superior la Academia Nacional de Ciencias (BOSTID), Washington, D.C., 1981.

20. Dutt, Gautam; la Evaluación del Campo de Woodstoves, VITA, Arlington, VIRGINIA: 1981.

21. Hyman, Eric L., el " Análisis de El Mercado de Combustibles de Madera,: UN Boletín del FMI de Combustible Vendedores y Fabricantes del Carbón de leña en La Provincia de Ilocos Norte, Philippines ", Biomasa V.3, 167-197. (1983).

22. Citado en Michael R. Brambley y Thomas Medynski, Evaluación de Los Biomasa Aglomerados Como el Combustible de Cookstove: Un Estudio Experimental, el Departamento, de Ingeniería y Política, el Centro para la Tecnología del Desarrollo, La Washington Universidad, St. Louis, Missouri, el 1984 dado julio.

La ASTM Norma D2395-69, el Método de la Norma de Prueba Para el peso específico, de Madera y Materiales de Base de Madera, Sociedad americana Para Testing y Los Materiales de , Filadelfia, Pennsylvania, 1977.

La ASTM Norma D2016-74, el Método de la Norma de Prueba Para el estado higrométrico, de Madera, 1974.

La ASTM Norma D1102-56, Método de la Norma de Prueba Para la Ceniza En Madera, 1978.

La ASTM Norma D2015, el Método de la Norma de Prueba Para el poder calorífico elevado, de combustible sólido Por El Calorímetro de la Bomba Adiabático, 1972.

La ASTM Norma D3175-77, Prueba de la Norma Para la materia volátil En El La Análisis Muestra de Carbón y Cok, 1977.

La ASTM Norma D3172-73, el Método de la Norma para el análisis inmediato de Carbón, y Cok, 1979.

23. Aunque la escala natural para el agua ser normalizado a es 100[degrees]C, él, es conveniente dividir en cambio por 75[degrees]C (es decir normalícelo a 25[degrees]C) para que que los resultados no difieren demasiado significativamente del unnormalized valora.

24. Los Ejemplos de de uso de energía de pueblo total estudian el incluye: Nkonoki y Sorensen, referencia II-21; Singh, Pandey y Tiwari, la referencia II-22; RAVINDRANATH, EL ET. el al., referencia II-50; Reddy, referencia II-51; Abajo, La referencia de II-58; Bowonder, el et. el al., referencia II-147. En el particular, el lector interesado debe repasar el et de Ravindranath. el al. y Reddy.

25. Agarwal, Bina, la " Difusión de Innovations: Rural Algunos Problemas Analíticos y el Caso de Estufas " Madera-ardientes, el Desarrollo del Mundo, V.11, N.4, PP.359-376, 1983.

EL CAPÍTULO DE VI

1. Kinyanjui, M. " El Kenya Cookstove Proyecto, 1981-1983 ", UNFAO, octubre, 1983, 37 PP.

2. M. Kinyanjui, " Las Kenya Carbón de leña Estufas Program: el Informe " Provisional, Energy/Development International, USAID, Washington, D.C. el 1984 dado junio.

3. Eric L. Hyman, " La Economía de Carbón de leña Familiar Combustible-eficaz, Las Estufas de En Kenya ", tecnología apropiada Internacional, Washington, D.C. 1985, ser publicado.

Eric L. Hyman, " La Estrategia de Producción Descentralizada y Distribución, de Estufas del Carbón de leña Mejoradas En Kenya ", tecnología apropiada Washington Internacional, D.C., 1985, ser publicado.

Eric L. Hyman, " La Experiencia Con el Carbón de leña Mejorado y Estufas de Madera, para las Casas e Instituciones En Kenya ", ATI, Washington, D.C., el 1985 dado diciembre.

4. Simon Burne, Desarrollos de Estufa de " Carbón de leña En Kenya: El Presente y El Futuro ", ITDG, el Rugby, REINO UNIDO, el 1985 dado ago,.

5. Joseph, Stephen; la Visita " Asesor A El Proyecto de las Estufas de MOERD/KENGO, Kenya ", el Grupo de Desarrollo de tecnología intermedia, Londres, Inglaterra, Septiembre de , 1984.

6. El Ministerio de Ciencia, Tecnología, y Energía, el Gobierno tailandés Real, La Referencia de IV-2.

7. Dunn, Samootsakorn, Joyce; la Referencia III-4.

8. Sherman, Marcus, William Steward, y Banyat Srisom, " Una Evaluación de los tailandés Cocina Combustibles y Estufas ", el Periódico de Revisión de Energía Renovable V.5, N.1 pp.60-65, el 1983 dado abril.
9. Baldwin, referencia II-79.
10. Ve a referencia y nota V-2.
11. C.E. El Krist-asador, referencia III-35.
12. Dutt, Gautam. " el Desarrollo de Cookstove Eficaz en Somalia: UN Progreso El Informe " de . VITA, 1984.
13. Ve a la ref V-3.
14. Yameogo, Bussmann, Simonis, Baldwin, la referencia II-80.
15. Sanogo, Sidibe, Strasfogel, Baldwin, la referencia III-14.
16. Koenig, Delores. Laboratoire Energie Solaire, Bamako, Mali, 1983, inédito.
17. La Academia nacional de Ciencias, Referencia II-124.

EL APENDICE DE UN

1. Eckert, E.R.G., y Drake, Robert M., el Análisis de Jr. de Calor y Masa, Transfer. el Nuevo McGraw-colina de York:, 1972.
2. Para una discusión del calor específico a la presión constante [c.sub.p], el El calor específico de al volumen constante [c.sub.v], y sus usos respectivos, vea La referencia de (1) sobre, F. Reif, Principios de Estadístico y Termal Las Físicas de , McGraw-colina, Nueva York 1965, u otra termodinámica básica Los textos de .

3. Duffie, John À., Beckman, William À. la energía solar de los Procesos Termales. Nuevos York: John Wiley e Hijos, 1974.

4. OZISIK, M. NECATI. Heat la Conducción. Nuevos York: John Wiley e Hijos, 1980.

5. HOLMAN, J.P. La transferencia de calor. el Nuevo McGraw-colina de York:, 1981.

[k.sub.e] se deriva de la ecuación empírica <vea la ecuación debajo>

bsex267.gif (135x540)

$$\frac{k_e}{k} = C(Gr_\delta Pr)^n \left[\frac{L}{\delta} \right]^m$$

dónde C=0.197, n=0.25, y m=0.111; y las temperaturas se encajan a El exponentials de como discutido en el Apéndice C.

6. Éstos y otros datos numéricos están disponibles del autor por piden.

EL APENDICE B

1. Arpaci, Vedat S., y Larsen, Paul la S. Transmisión transferencia de calor. Los Englewood Precipicios, New Jersey,: El Prentice-vestibulo de , Inc., 1984.

2. Burmeister, Louis C. la transferencia de calor de Convective. Nuevo York: John Wiley e Hijos, 1983.

3. Cebeci, Tuncer, y Bradshaw, Peter. Físico y De cálculo
Los Aspectos de de transferencia de calor de Convective, Nueva York, Springer-Verlag, 1984.
4. Eckert, ref UN-1.
5. Jaluria, Y. Convection: Heat Natural y el Traslado Masivo, Volumen 5 de
La Ciencia y Aplicaciones de Calor y Masa Transfer. Oxford:
La Pergamon Prensa, 1980.
6. Encanezca, Donald R., y Giorgini, Aldo. " La Validez del Boussinesq
La Aproximación de para los Líquidos y Gases ", Int. J. Heat y el Traslado Masivo,
Volumen 19, 1976, el pp. 545-551.
7. HOLMAN, J.P. Heat Transfer. el Nuevo McGraw-colina de York:, 1981.
8. KANURY, À. MURTY. La Introducción de a los Fenómenos de la Combustión. Nueva York:
Gordon y Abre brecha, 1975.
9. Rohsenow, Warren M., y Hartnett, James P. , Eds. El manual de Calor
Transfer. el Nuevo McGraw-colina de York:, 1973.
10. Shah, R.K., y Londres, la corriente laminada de A.L. " Forzó la Transmisión en los Conductos "
en los Adelantos en la transferencia de calor, J.P. Hartnett y T.F. Irvine, Eds.,
Supplement 1. Nuevo York: Académico Press, 1978.
11. BUSSMANN, P.J.T. ; VISSER, P. EL AND DE ; PRASAD, K. KRISHNA. " Open los Fuegos:
Experiments y Teoría, " en el Calor de Madera por Cocinar, K. Krishna Prasad
y P. Verhaart, Eds., Bangalore: la Academia india de Ciencias, 1983,
EL PP DE . 155-188. See también Prasad, Sangen, y Visser, la Referencia III-33.
12. Conolly, R., y Davies, R.M. " UN Estudio de transferencia de calor de Convective
de las Llamas ", en El Periódico Internacional de Calor y Traslado de Masa,
Volumen 15, 1972, el pp. 2155 - 2172.
13. Cox, G., y Chitty, R. " UN Estudio de las Propiedades de Deterministic de
las Plumas " de Fuego Ilimitadas, en la Combustión y Arde, Volumen 39, 1980, el pp.
191-209.

14. CAIRNIE, L.R. y A.J. Harrison. " la Transmisión Natural Adyacente a un el Plato Caliente Isotermo Vertical con una Temperatura Superficie-a-ambiente Alta Difference ", en El Periódico Internacional de Calor y Masa, Transfer, 1982, el pp. 925-934.
15. PETUKHOV, B.S. y A.F. El Polyakov. " Flotación Efecto en la transferencia de calor en Forced los Flujos " del Cauce, Séptima Conferencia de la transferencia de calor Internacional, Los Procedimientos de , Volumen 1, el pp. 343-362, la Washington: Hemisferio Publicación, La Corporación de , 1982.
16. Lee, Shao-Lin y H.W. Emmons. " UN Estudio de Transmisión Natural Sobre un El Line Fuego ", en El Periódico de Mecánicas Fluidas, el Volumen VII, 1961, el pp. 353-368.
17. Yameogo, Ouedraogo, Baldwin, la ref III-20; Ouedraogo, Yameogo, Baldwin, La ref de III-34.
18. Sangen, E. " UN Boletín del FMI de Resultados de la Prueba en las Estufas " de Madera en Técnico Los Aspectos de de Estufas de Woodburning, Prasad y Sangen, Eds. Eindhoven, 1983.
19. Horsley, M.E.; Purvis, M.R.I.; y Tariq, A.S. El " Convective Calor Transfer de Premixed Flames " Laminar y Turbulento, Séptimo Internacional La transferencia de calor Conferencia, Volumen 3, el pp. 409-415, Washington, D.C. : Hemisferio que Publica la Compañía, 1982.
20. Más rápidamente, algoritmos más precisos por encontrar las raíces [T.sub.i] que usó aquí están extensamente disponibles. Por ejemplo, See S.D. Conte y Carl de El Patán de , el Análisis Numérico Elemental, 2 Edición, el McGraw-colina, 1972, o Eugenio Isaacson y Herbert Obispo Keller, Análisis de Numérico Los Métodos de , John Wiley e Hijos, 1966. que las Tales técnicas generalmente no son necesario para el caso simple aquí.
21. Delepeleire, G., y Christiaens, la transferencia de calor de M. " y Cocinando El Woodstove Modelado ", en el Calor de Madera por Cocinar, K. Krishna Prasad y P. VERHAART, EDS., BANGALORE: la Academia india de Ciencias, el pp. 189-200.

22. Hughes, T.J.R., Ed. los Métodos del Elemento Finitos para Transmisión Dominada Flows. Nuevo York: la Sociedad americana de ingenieros mecánicos, 1979.
23. Roache, Patrick J. Computational Dynamics. Albuquerque Fluido, Nuevo, Mexico: Hermosa Publicadores, 1976.
24. Shih, T.M. la transferencia de calor Numérica. Washington, D. C.,: El Hemisferio de Publishing la Corporación, 1982.
25. SHIH, T.M. , Ed. las Propiedades Numéricas y Metodologías en el Calor Transfer. Washington, D.C. : Hemisferio que Publica la Corporación, 1983.
26. BODOIA, J.R. y J.F. Osterle. " El Desarrollo de Transmisión Libre Entre los Platos " Verticales Acalorados, en El Periódico de transferencia de calor, Las Transacciones de ASME, el 1962 dado febrero, el pp. 40-43.
27. AUNG, W. , L.S. Fletcher, y V. Sernas. " Developing Laminar Gratuitamente La Transmisión de Entre los Platos Llanos Verticales con el Assymmetric Calentar ", en El Periódico Internacional de Calor y Traslado de Masa, Volumen 15, 1972, EL PP DE . 2293 - 2308.
- Aung, W. " Fully Desarrolló la Transmisión Libre Laminar Entre Vertical Plates Assymmetrically " Calentado, en El Periódico Internacional de Calor, y Traslado de Masa, Volumen 15, 1972, el pp. 1577-1580.
28. Atrás, Lloyd H. " la corriente laminada de Temperatura subida a-mil de un Gas A través de la Región de la Entrada de un Tubo Refrescado--los Cálculos Numéricos y los Resultados " Experimentales, en El Periódico Internacional de Calor y Masa, Transfer, Volumen 15, 1972, el pp. 1001-1021.
29. Bradley, D. y A.G. Entwistle. " Developed la transferencia de calor de la corriente laminada del Aire para las propiedades físicas " Inconstantes, en El Internacional El Periódico de de Calor y Traslado de Masa, Volumen 8, 1965, el pp. 621-638.
30. Leonard, B.P. " UN Convective Estables y Exactos el Procedimiento Modelado Based en la Interpolación Río arriba Cuadrática, " en los Métodos De computación en

Las Applied Mecánicas e Ingeniería, Volumen 19, 1979, el pp. 59-98.

31. Cebeci, T.; Khattals, A.A.; y Lamont, R. " Combined Natural y Forced la Transmisión en los Conductos " Verticales. Séptimo Calor Internacional Transfer la Conferencia, Volumen 3, el pp. 419-424, Washington, el D.C. : Hemisferio, Publishing la Cía., 1982.

32. Dalbert, A.M. " la Transmisión Natural, Mixta y Forzada en un Vertical Channel con Assymmetric la Calefacción " Uniforme. Séptimo Calor Internacional Transfer la Conferencia, Volumen 3, el pp. 431-434, Washington, el D.C. : Hemisferio, Publishing la Cía., 1982.

33. Kettleborough, Transeúnte de C.F. " la Transmisión Libre Entre Acalorado Vertical Plates Incluso los Efectos " de la Entrada, Int, el J. Calor Masa Traslado, el Vol., 15, EL PP. 883-896, 1972.

EL APENDICE LENGUAJE C

1. Eckert y Drake, ref UN-1.
2. OZISIK, M. NECATI. El Radiative Traslado e Interacciones con la Conducción y Transmisión. Nuevos York: John Wiley e Hijos, 1973.
3. Siegel, Robert, y Azuela, John R. la transferencia de calor de la Radiación Termal. 2 Edición. la Nueva York: McGraw Colina, 1981.
4. Vea F.R. Mayordomo y R. Gaulard en Blackshear, Perry L., el Calor de Ed., Transfer en los Fuegos: Thermophysics, los Aspectos Sociales, los Impactos Económicos. Nuevos York: John Wiley e Hijos, 1974.
5. Prasad, Sangen, Visser, la ref III-33.
6. Lowes, T.M., y Newall, A.J. " El Emissivities de Dispersiones " de Hollín de Llama, en la Combustión y Arde, Volumen 16, 1971, el pp. 191-194.
7. Felske, J.D., y Tien, C.L. El Cálculo de " del Emissivity de

Las llamas luminosa " de , en la ciencia y tecnología de la Combustión, Volumen 7, 1973, EL PP. 25-31.

8. Sibulkin, Merwin. " Estimates del Efecto de Tamaño de Llama en la Radiación de los Fuegos ", en la ciencia y tecnología de la Combustión, Volumen 7, 1973, el pp. 141-143.

9. El Rey, N.K. " La Influencia de vapor de agua en los espectros de emisión de Flames ", Combustión Sci. y Tecnología., Volumen 6, 1973, el pp. 247-256.

10. TIEN, C.L. y S.C. Lee. La Radiación " de " llama, en Prog. La Combustión de energía La Ciencia de , Volumen 8, 1982, el pp. 41-59.

11. Modak, Ashok T. " la Radiación Termal de los Fuegos " de la Piscina, en la Combustión y Flame, Volumen 29, 1977, el pp. 177-192.

12. Modak, Ashok la T. " Nonluminous Radiación de la Difusión de Hidrocarburo-aire Flames ", en la Combustión Sci, y Tecnología., Volumen 10, 1975, el pp. 245-259.

13. Kurosaki, Yasuo; Mishima, Hiroshi; y Kashiwagi, el Calor de Takao. ", El Traslado de Combinó con la Radiación y la Transmisión Natural en un Rectangular El Cercamiento " de , en Séptima Conferencia de la transferencia de calor Internacional, Los Procedimientos de , Volumen 2, el pp. 215-220, la Nueva York: Hemisferio Publicación, La Corporación de y McGraw-colina Internacional, 1982.

EL APENDICE D

1. Graboski, M., y Bain, las K. " Propiedades de Biomasa Pertinente a la Gasificación " en la Gasificación de la Biomasa. Los Principios de y Tecnología. T.B. Reed, el Ed. Parque Espinazo, NJ: la Noyes Datos Corporación.

2. Stubington, J.F., y Fenton, H. las " Combustión Características de Secó y Bagazo " de Pelletized en la ciencia y tecnología de la Combustión, Volumen 37, 1984, EL PP. 285-299.

3. También Vea C.A. Zaror y D.L. Pyle, " La Pirólisis de Biomasa,: UN La General Revisión " en el Calor de Madera por Cocinar, referencia III-3.

4. Harker, A.P.; Sandels, À.; y Burley, J. los Valor Caloríficos para Madera y Ladrado y una Bibliografía para el Combustible. El Camino de la Posada de 56/62 gris, WC1X, 8LU, Londres, Inglaterra,: el Instituto de los Productos Tropical, el 1982 dado agosto.
5. Kjellstrom, B. Productor Gas. el Stockholm: Beijer Instituto, 1980.
6. La Academia nacional de Ciencias. Las Leña Cosechas: El Arbusto de y Especie del Árbol para la Producción de Energía. Volumen 1, 1980, el Volumen II, 1983, Washington, D.C. : la Prensa de la Academia Nacional.
7. Abe, Fusako. " Manufacture de Carbón de leña de los Árboles " Rápido-crecidos en la Energía de la Biomasa del Bosque, W. Ramsey Smith, Ed. Nuevo York: Académico Press, 1982, EL PP. 129-146.
8. Kanury, À. Hurty, y Blackshur, Perry L. , " Hijo Un poco de Consideraciones Pertaining al Problema de Madera que Quema " en la Ciencia de la Combustión y La Tecnología de , Volumen VI, 1970, el pp. 339-355.
9. Roberts, A.F. " UNA Revisión de Datos de las Cinética para la Pirólisis de Madera y Related la Combustión de las Substancias " y Arde, Volumen 14, 1970, el pp. 261-272
10. Bhagat, Phiroz la M. " Madera Carbón de leña Combustión y los Efectos de Agua La Aplicación " de en la Combustión y Arde, Volumen 37, 1980, el pp. 275-291.
11. Bhagat, Phiroz M. " el Planeando Analítico de los Efectos de Agua La Aplicación de en las Superficies " de Carbón de leña de Madera Ardientes en la Combustión y Flame, Volumen 47, 1982, el pp. 93-98.
12. Atreya, Arvind. " Fuego Crecimiento en las Superficies Horizontales de Madera " en La Combustión ciencia y tecnología, Volumen 39, 1984, el pp. 163-194.
13. Kanury, À. Murty. Introducción a la Combustión Phenomena. Nueva York: Gordon y Abre brecha, 1982.
14. Glassman, la Combustión de Irvin.. Nuevo York: Académico Press, 1977.

15. Buckmaster, J.D., y Ludford, la G.S.S. Teoría de Llamas Laminar. la Cambridge Universidad Prensa, 1982.
16. Toong, la Tau-Yi. Combustión Dinámica. Nueva York: El McGraw-colina, 1983.
17. Bamford, C.H. ; Crank, J.; y Malan, D.H. " La Combustión de Madera, Part yo " en los Procedimientos del Cambridge la Sociedad Filosófica, el Volumen, 42, Parta 2, 1946, el pp. 166-182.
18. Blackshear, Perry L., y Kanury, À. Murty. " En la Combustión de Madera, I: UN efecto de escala en la Pirólisis de Sólidos " en la Ciencia de la Combustión y Tecnología, Volumen 2, 1970, el pp. 1-4.
19. Kanury, À. Murty, y Blackshear, Perry L., Jr. " En la Combustión de Madera de II: La Influencia de Transmisión Interior en el Transeúnte La Pirólisis de de Celulosa " en la ciencia y tecnología de la Combustión, Volumen 2, 1970, EL PP. 5-9.
20. KANURY, A. MURTY. " las Cinética de Descomposición Termales de Pirólisis " de Madera en la Combustión y Arde, Volumen 18, 1972, el pp. 78-83.
21. Kanury, À. Murty. " Rate de Quemar de Madera " en la Ciencia de la Combustión y La Tecnología de , Volumen 5, 1972, el pp. 135 - 146.
22. Kung, Hsiang-Cheng. " UN Modelo Matemático de Pirólisis " de Madera en La Combustión de y Arde, Volumen 18, 1972, el pp. 185-195.
23. Kung, Hsiang-Cheng y Ashok S. Kalelkar. " En el Calor de Reacción en La Madera Pirólisis " en la Combustión y Arde, Volumen 20, 1973, el pp. 91-103.
24. Los asilos, J.A.; Hashemi, H.T.; el Castaño, L.E.; y Welker, J.R. " UN Matemático El Modelo de de la Descomposición Termal de Madera " en la Combustión La ciencia y tecnología de , Volumen 5, 1972, el pp. 91-98.
25. Maa, Peter S., y Bailie, la Richard C. " Influence de tamaños de partículas, y condiciones ambientales en la Pirólisis de Temperatura Alta de Celulósico

material-yo (Teórico) " en la ciencia y tecnología de la Combustión, Volumen 7, 1973, el pp. 257-269.

26. Kansa, Edward J.; Perlee, Henry E.; y Chaikin, Robert F. " Mathematical El Modelo de de Pirólisis de Madera que Incluye la Transmisión " Forzada Interior en la Combustión y Arde, Volumen 29, 1977, el pp. 311-324.

27. Roberts, A.F. " El Calor de Reacción Durante la Pirólisis de Madera en La Combustión de y Arde, Volumen 17, 1971, el pp. 79-86.

28. Broido, À.; y Nelson, Maxine el A. " Trabajo por horas Rendimiento en la Pirólisis de Celulosa " en la Combustión y Llama. Volumen 24, 1975, el pp. 263-268.

29. Milne, Pirólisis de T. "--La Conducta Termal de Biomasa Debajo de 600 [el degrees]C " en la Gasificación de la Biomasa. Principles y Tecnología, T.B. Reed, Ed. Park el Espinazo, New Jersey,: la Noyes Datos Corporación, 1981, 401 pp.

30. Desrosiers, la Termodinámica de R. " de Reacciones " del Gas-trabajo por horas en T.B. Reed, ref 29.

31. Graboski, las Cinética de M. " de Reacciones " de Gasificación de Trabajo por horas. en T.B. Reed, ref 29.

32. Williams, F. " Condensar-fase Masa y Balances " de Energía en el Calor Transfer en los Fuegos: Thermophysics, los Aspectos Sociales, los Impactos Económicos, Perry L. Blackshear, Ed. Nuevo York: John Wiley & los Hijos, 1974.

33. Williams, F. " las Cinética Químicas de Pirólisis " en la transferencia de calor en Fires.

34. Roberts, O.C., y Smith, I.W. " Measured y el Quemando Calculado Las Historias de de Esferas del Carbono Grandes en Oxígeno " en la Combustión y Arde, Volumen 21, 1973, el pp. 123-127.

35. Adomeit, G.; Mohiuddin, G.; y Pedros, la N. " capa isoterma Combustión, de Carbono " en el Simposio Internacional Decimosexto en la Combustión, El Combustión Instituto, 1976.

36. Ubhayakar, Shivadev K. " las Características Ardientes de un Esférico Partícula de que Reacciona con el Gas Oxidante Ambiente a Su Superficie " en La Combustión de y Arde, Volumen 26, 1976, el pp. 23-24.
37. Beshty, Bahjat S. " UN Modelo Matemático para la Combustión de UN Poroso La Carbono Partícula ", en la Combustión y Arde, Volumen 32, 1978, el pp. 295-311.
38. Libby, Paul A., y Blake, el Thomas R. " Theoretical el Estudio de Quemar Las Carbono Partículas " en la Combustión y Arde, Volumen 36, 1979, el pp. 136-169.
39. Libby, Paul A. " Ignition, Combustión, y Extinción de Carbono Las Partículas " de en la Combustión y Arde, Volumen 38, 1980, el pp. 285-300.
40. Kassoy, David R.; y Libby, Paul la energía de activación de A. " Asymptotics Applied a las Partículas " del Carbono Ardientes en la Combustión y Arde, Volumen 48, 1982, EL PP. 287-301.
41. Matalon, Moshe. " Complete que Quema y Extinción de una Partícula del Carbono en Una Atmósfera " de Oxidising en la ciencia y tecnología de la Combustión, Volumen 24, 1980, el pp. 115-127.
42. Matalon, Moshe. " el Quemando Débil e Ignición de la Gas-fase Sobre un Carbono La Partícula de en una Atmósfera " Oxidante en la Ciencia de la Combustión y La Tecnología de , Volumen 25, 1981, el pp. 43-48.
43. Baldwin, Sam, la ref II-79.
44. PRAKASH, C.B. y F.E. Murray. " Studies en las Emisiones Aéreas del La Combustión de de Pérdida " de Madera en la ciencia y tecnología de la Combustión, Volumen 6, 1972, EL PP. 81-88.
45. Bussmann, P.J.T. , P. Visser, y K. Krishna Prasad. " Open los Fuegos: Experiments y Teoría " en el Calor de Madera por Cocinar.

que Esto también se presenta en Bussman, P., y Prasad, K. Krishna, el " Modelo, Las Predicciones de de Temperatura y perfiles de velocidades en la Difusión Turbulenta las Llamas " Flotantes. Los procedimientos del Séptimo Calor Internacional Transfer la Conferencia Vol. 12, el pp. 401-406, 1982, la Publicación del hemisferio, S.A., NEW YORK y Colina de McGraw Internacional.

46. Emmons, Howard W. y Armind Atreya. La Ciencia de Combustión de Madera. En el Calor de Madera Por Cocinar.

47. Westbrook, Charles K. y Frederick el L. Dryer. " Químico Cinético Modeling de Combustión " del Hidrocarburo en la Proc. Energía Combustión La Ciencia de , Volumen 10, Número 1, 1984, el pp. 1-57.

48. Lee, Calvino K. y J. la Rodney Diehl. " Combustión de Irradiado Seco y Wet el Roble " en la Combustión y Arde, Volumen 42, 1981, el pp. 123-138.

49. Sangen. La ref. B-18.

50. Calcote, Mecanismos de H.F. " de Hollín Nucleation en las Llamas--UN Critico Review " en la Combustión y Arde, Volumen 42, 1981, el pp. 215-242.

51. GLASSMAN, YO. y P. Yaccarino. " El Efecto de Temperatura en Sooting Las Difusión Llamas ", Decimoctavo Simposio (Internacional) en la Combustión, El Instituto de la Combustión, 1981, el pp. 1175-1183.

52. Kent, J.H. y H.G. Los Wagner. " Hollín Dimensiones en el Etileno Laminar Las Difusión Llamas ", en la Combustión y Arde, Volumen 47, el pp. 53-65, 1982.

53. Smith el al del et., ref II-107 a 112.

54. SHIH, T.M. La transferencia de calor numérica. Washington, D.C.,: El hemisferio Publishing la Corporación, 1984.

55. WESSON, H.R., J.R. Welker, y C.M. Sliepcovich. " Los Pilotamos La Ignición de de Madera por la Radiación " Termal, en la Combustión y Arde, Volumen 16, 1971, el pp. 303-310.

56. Harris, referencia II-15. También Vea el et de Foley. el al., referencia II-156.

57. H.S. Mukunda ha encontrado (la comunicación personal, el 27 dado octubre dado 1986) eso la combustión buena es posible con los aglomerados, aserrin, la cáscara de arroz, o otros materiales si hecho en una cámara de combustión propiamente diseñada. que Varios estufa innovadora diseñá para el uso con estos materiales son ahora bajo el desarrollo. Para la información extensa, él debe avisarse directamente a ASTRA.

EL APENDICE DE E

1. Kakac, S.; Shaw, R.K.; y Bergles, A.E. Eds. El Número del Reynolds bajo Flow los cambiadores de calor, Washington, D.C.,: Hemisferio que Publica la Compañía, 1983, 1016 PP.

2. Kakac, S.; Bergles, A.E.; y Mayinger, F. Eds. Los cambiadores de calor: los Principios Termal-hidráulicos y Diseña, Washington, D.C., Hemisferio de que Publica la Compañía, 1983, 1131 pp.

3. Kays, el William Morrow, y Londres, A.L. Los cambiadores de calor compactos, Tercero, La edición de , Nueva York,: El McGraw-colina, 1984, 335 pp.

4. Alambrista de , G. los cambiadores de calor Industriales, Hemisferio que Publica la Corporación, Washington, D.C., 1982, 408 pp.

5. Taboreh, J.; Hewitt, G.F.; y Afgan, N., Eds. Los cambiadores de calor: La Teoría de y Practica, Hemisferio que Publica la Corporación, Washington, D.C., 1983, 979 PP.

6. El cambiador de calor Plan Manual, 5 volúmenes, Washington, D.C.,: El hemisferio Publishing S.A., 1983. Vol. 1: La Teoría del cambiador de calor, Vol. 2,: las Mecánicas Fluidas y transferencia de calor, Vol. 3,: Termal e Hidráulico Design de cambiadores de calor, Vol. 4,: El Plan mecánico de cambiadores de calor.

7. RAZNJEVIC, KUZMAN. El manual de Mesas Termodinámicas y Gráfico. Nuevo York: El McGraw-colina, 1976.

EL APENDICE F

1. francés, David. La Economía de Energía Renovable Systems por Desarrollar Los Países de . Washington, D.C., el 1979 dado junio.
2. Baldwin, George B., " Por qué no Deben usarse los Cálculos del valor presente En Escoger la Tecnología " del abastecimiento de agua Rural, Desarrollo del Mundo, V.11, N.12, PP.1075-1081, 1983.
3. Thuesen, G.J., y Fabrycky, W.J. La Economía Diseñando. Englewood Cliffs, New Jersey,: El Vestíbulo de Prentice, Inc., 6 Edición, 1984.

EL APENDICE G

1. BROWNLEE, K.A. La Teoría estadística y Metodología en la Ciencia y La Ingeniería de . Nueva York: John Wiley e Hijos, 1965.
2. La desviación cuadrática media de la muestra, el s , es basada en una cantidad finita de prueba Datos de que representan un fragmento pequeño de los posibles valor eran el El testing de ser continuado indefinidamente. La desviación cuadrática media de la población, [la σ], es basado en todo los posibles valor generados por el testing forever. Los dos están relacionados por la ecuación <vea la ecuación debajo>

bsex276a.gif (167x486)

$$s = \left[\frac{n}{n-1} \right]^{0.5} \sigma$$

para que la diferencia sólo sea significativa para las series de la prueba pequeñas con pocos datos apunta n.

3. La Nota de que esto no es verdad pero es un fiction. útil Cualquier particular El intervalo de quiere o no sostendrá el verdadero medio value. Only por que repite una serie de pruebas muchas veces enlata tal una declaración de La probabilidad de se haga. por ejemplo, si una serie de 10 pruebas fuera repitió 115 veces (para un total de 1150 pruebas), todos bajo idéntico condiciona con la desviación de la muestra similar, entonces un fragmento $100(1-2[\alpha])\%$ de los rangos <vea la ecuación debajo>

bsex276b.gif (108x600)

$$(\bar{X} \mp (t\text{-value for } \alpha)S_x / \sqrt{10})_i$$

incluirá el verdadero promedio. El subíndice i se refiere al diferente prueban las series sobre, no a las pruebas individuales.

4. Dixon, Wilfred J. y Frank J. Massey, Hijo, Introducción a Estadístico El Análisis de , la Edición Tercera, el McGraw-colina, Nueva York, 1969,.

Note también que la anotación más convencional denota esto como el [t.sub. [el alpha]/2]-valor en lugar del t-value. que La última anotación se ha usado aquí para la consistencia con la anotación usada para el nivel de confianza, etc. y para la conveniencia.

5. Strictly que habla, esta declaración es wrong. En el hecho, uno sólo puede decir que si las medio actuaciones de estufas UN y el B sea el mismo, el

La probabilidad de está más de 10 por ciento que los t-value excederian el observó valor de 1.30.

6. más precisamente, el u en la ecuación (9) es $u = ([u_{.1} - \beta] + [u_{.1} - \alpha/2])$ para un two-sided la prueba donde $[u_{.1} - \beta]$ es el probabiltiy de rechazar correctamente un la hipótesis falsa (el poder de la prueba) y $[u_{.1} - \alpha/2]$ es la probabilidad de aceptar la verdadera hipótesis correctamente (la conversación del nivel de La importancia de). Los u son punto de la distribución normal cumulativa funcionan. que también debe notarse que para la conveniencia los agrupamos proban que la desviación se ha asumido a tener fuerzas para la desviación cuadrática media de la distribución de la población subyacente. Para la información extensa ven referencia 1 anteriormente. (la Nota que las declaraciones acerca del numeran de pruebas necesitadas en las normas del proyecto, referencia V-1, es hacen mal.)

7. Remember resolviendo esto que la raíz cuadrado de un número puede ser ambos positivo y negativo. Así, para formar la elipse se usan ambas raices en la ecuación para encontrar los cuartos diferentes de la elipse.

LA APENDICE H

1. 1984-85 Guía a Instruments. Washington Científico, D.C.: Americano La Asociación de para el Avance de Ciencia.
2. Barford, N.C., los Dimensiones Experimentales: La precisión, el Error, y La Verdad de , Addison-Wealey, Londres, 1967.

EL APENDICE I DE

1. Burmeister, ref B-2.
2. Cebeci, ref B-3.
3. Meinel, Aden B. y Marjorie P. Meinel; la energía solar Aplicada, Addison-Wesley, Leyendo. Massachusetts, 1976.

4. Duffie y Beckman. la ref UN-2.

5. El Manual de de Química y Físicas. 51 Edición. El Caucho químico Publishing la Compañía, 1970, 1971.

6. La Energía de Factbook, Comité en Interestatal y comercio exterior, la Impresión, 96-SFI-60, el 1980 dado noviembre, las Congreso Cámara de Representantes americanas y la Biblioteca americana de Congreso, el Servicio de la Investigación Del congreso.

EL APENDICE DE J

1. el Office Del congreso americano de Valoración de Tecnología, Referencia II-5, documento de información básica #2, el 1983 dado mayo.

2. El Manual de Ambiente de Mundo, el Centro de Ambiente de Mundo, Nueva York, 1985.

3. El Vestíbulo de , Barnard, y Musgo, la referencia II-20.

INDEX, POR EL AUTOR,

ABE, F. (II-14) 7, 16; (II-149)

253; (D-7) 175

ADISOEMARTO, S. (II-92) 18

ADOMEIT, G. (D-35) 183

AFGAN, N. (E-5) 187

AGARWAL, B. (V-25) 113

AGGARWAL, A.L. (II-107,109) 20

AGGARWAL, G.C. (II-117) 22

ALIO, H. (II-26) 8

La Asociación americana para el

El avance de Ciencia, (H-1) 221

La Sociedad americana para Testing y

Los materiales (V-22) 83

ANDERSON, D. (II-106) 19

Arnold, J.E.M. (II-34) 8, 17, 19,

22, 23; (II-40) 8, 9, 17, 18,

ARPACI, V.S. (B-1) 149, 151, 153,
156
ARUNGU-OLENDE, S. (II-8) 6, 12, 13,
ASHWORTH, J. (III-12) 40
ATREYA, A. (III-25) 55, 59; (D-12)
177; (D-46) 185
AUNG, W. (B-27) 156, 157,
AXMED, M.C. (V-17) 101

BABU, D.S.S. (III-15) 41, 43,
Atrás, L.H. (B-28) 156
BAILIE, R.C. (D-25) 179
BAIN, K. (D-1) 175-179, 181,
BALACHANDRAN, B.N. (II-50) 8
BALAKRISHNA, M. (II-41) 8
BALDWIN, G.B. (F-2) 193
BALDWIN, S.F. (YO-1) 1; (II-79) 17,
116, 117, 122-124; (II-80) 17,
27, 29, 66, 90-93; (II-120) 54;
(II-150) 14; (II-153) 26; (III-14)
41, 43, 54, 60, 90, 91,
151; (III-20) 54, 61, 90; (III-34)
60, 61, 90, 151,
BAMFORD, C.H. (D-17) 179, 181,
BARFORD, N.C. (H-2) 222-223
BARNARD, G.W. (II-20) 7, 8, 231,
251-254; (II-116) 20, 22, 24, ;
(II-151) 20; (II-155) 24; (III-41)
63
BECKMAN, W.A. (Un-3) 131
BERGLES, A.E. (E-1,2) 187
BERNOW, S. (II-24) 8, 11, 12, 14,
17
BESHTY, B.S. (D-37) 183
BHAGAT, POSTMERIDIANO (D-10,11) 177, 183,
BHAGHAVAN, M.R. (II-41) 8
BHOGALE, S. (III-15) 41, 43,

BLACKSHEAR, P.L. (D-8) 175, 177,
179, 181; (D-18 179, 181; (D-19)
179, 181, 182,
El Blake, T.R. (D-38) 183
BODOIA, J.R. (B-26) 156, 157,
BONNEY, R.S.P. (II-74) 15
La casilla, H.E. (II-66) 14
BOUREIMA, YO. (II-61) 253
BOWONDER, B. (II-147B) 253; (V-24)
101
Bradley, D. (B-29) 156
Bradley, P.N. (II-140) 24
BRADSHAW, P. (B-3) 149-151, 156,
157
BRAMBLEY, M.R. (II-57) 8, 63; (V-22)
83
BREMAN, H. (II-91) 18
BROIDO, À. (D-28) 181, 182,
Broncee, L.E. (D-24) 179, 181,
Broncee, L.R. (II-82) 17; (II-93) 18
BROWNLEE, K.A. (G-1) 199, 203,
211, 220,
Triguero, E. (III-13) 40
BUCKMASTER, J.D. (D-15) 179, 180,
185, 186,
BURLEY, J. (III-26) 55; (D-3) 175
BURMEISTER, L.C. (B-2) 149, 151,
153, 156, 157, 162, 225,
BURNE, S. (VI-4) 115-116
BUSSMANN, P.J.T. (II-80) 17, 27,
29, 66, 90-93; (III-7) 28;
(III-27) 56, 58; (III-33) 58;
(B-11) 150, 151; (D-45) 185,
186
CAIRNIE, L.R. (B-14) 151, 156,
CALCOTE, H.F. (D-50) 186
CEBECI, T. (B-3) 149-151, 156,

157, 225; (B-31) 156, 157,
CECELSKI, E. (II-9) 6, 8, 9; (II-55)
8
El Centro para la Ciencia y Ambiente,
India (II-99) 19, 20, 22,
24
CERUTTI, O.M. (II-44) 8
CHAIKAN, R.F. (D-26) 179, 181,
Cerero, W. (II-82) 17
CHANNESWARAPPA, À. (II-50) 8
CHAUVIN, H. (II-60) 9, 14,
CHAVANGI, N. (II-140) 24
CHILDERS, L.F. (III-3) 78
CHITTY, R. (B-13) 150
CHRISTIAENS, M. (III-24) 55
CILSS EQUIPE ECOLOGIE-FORETS (II-27)
8
Clement, J. (II-28) 8
CONOLLY, R. (B-12) 150, 151,
CONTE, S.D. (B-20) 155
El Consejo en la Calidad Medioambiental
(II-7) 6, 8, 18, 251,
COX, G. (B-13) 150
Doble, J. (D-17) 179, 181,

DALBERT, DE LA MAÑANA (B-32) 156, 157,
DASAPPA, S. (III-19) 41, 43, 53,
61
DASGUPTA, B. (II-147B) 253
Dave, R.M. (II-107,109) 20
DAVIES, R.M. (B-12) 150, 151,
del Patán, C. (B-20) 155
DECHAMBRE, G. (II-61) 253; (II-121)
23, 91, 93, 99,
DEKONING, H.W. (II-110)20
De Lepeleire, G. (III-24) 55;
(III-37) 64; (B-21) 151, 156,

DESROSIERS, R. (D-30) 181, 182,
del Ingenio, C.T. (II-76) 17
El Departamento de Estado (II-7) 6, 8,
18, 251,
DIEHL, J.R. (D-48) 185
DIGERNES, T.H. (II-130) 24
DIXON, W.J. (G-4) 205
DOSSI, H. (II-101) 19
Abajo, S. (II-58) 8, 9; (V-24) 101
DRAKE, R.M. (III-9) 33; (UN-1) 129,
149, 151, 153, 162, 163, 167,
169, 170,
El secador, F. (D-47) 182, 183, 185,
DUNKERLEY, J. (II-9) 6, 8, 9; (II-33)
8; (II-36) 8, 22,
DUNN, P.D. (III-4) 27, 30, 115,
DUTT, G. (II-153) 26; (III-1) 28;
(III-10) 35; (V-10) 96; (V-20)
104; (VI-5) 123
DUFFIE, J.A. (Un-3) 131, 225,

El conde, D. (II-13) 8, 14, 16, 22,
252; (II-38) 8
Serio, E. (II-113) 20
ECKERT, E.R.G. (III-9) 33; (UN-1)
129, 149, 151, 153, 162, 163,
167, 169, 170,
ECKHOLM, E.P. (II-2) 5, 18; (II-116)
20, 24,
EMMONS, H.W. (III-25) 55, 59; (B-16)
150; (D-46) 185
ENTWISTLE, A.G. (B-29) 156
ESTRADA, F.S. (II-44) 8

FABRYCKY, W.J. (F-3) 197
FELSKE, J.D. (LENGUAJE C-7) 171
Finlandés, D. (II-88) 18

FISHWICK, R. (II-106) 19
FLAVIN, C. (II-82) 17
FLETCHER, L.S. (B-27) 156, 157,
FLORASA (II-67) 14, 17, 24,
FOLEY, G. (II-77) 17; (II-116) 20,
24; (II-152) 23; (II-155) 24;
(II-156) 186; (III-41) 63
Francés, D. (F-1) 193
GAULARD, R. (LENGUAJE C-4) 170
GELLER, H. (II-153) 26; (II-157/134)
25; (III-1) 28; (III-3)
27, 28, 30, 35; (III-10) 35;
(III-11) 40
El señorío, A.H. (II-97) 18
GIORGINI, À. (B-6) 156
GLASSMAN, YO. (D-14) 179, 180, 182,
185, 186; (D-51) 186
GOLDEMBERG, J. (II-35) 8; (II-43)
8, 17; (II-157/133) 25
Gordon, L. (II-9) 6, 8, 9,
GRABOSKI, M. (D-1) 175-177, 179,
181; (D-31) 181, 182,
GRAINGER, À. (II-94) 18
Encanezca, D.R. (B-6) 156
GUILLAUMET, J.L. (II-101) 19
GUPTA, R.K. (II-157/137) 25
GWYNNE, M.D. (II-89) 18

HADLEY, M. (II-101) 19
El vestibulo, D.O. (II-10) 6, 8, 251; (II-20)
7, 231, 251-254; (II-54) 8
HARKER, A.P. (III-26) 55; (D-3)
175
HARRIS, A.C. (II-15) 7, 176, 186,
HARRISON, A.J. (B-14) 151, 156,
HARTNETT, J.P. (B-9) 150, 153,
HASHEMI, H.T. (D-24) 179, 181,

HASSAN, M. (V-10) 96
Los asilos, J.A. (D-24) 179, 181,
HEWITT, G.F. (E-5) 187
HINRICHSON, D. (II-42) 8
HOLMAN, J.P. (Un-5) 139, 162,
HORSLEY, M.E. (B-19) 151
La azuela, J.R. (LENGUAJE C-3) 167, 170,
HUGHART, D. (II-11) 10
Hughes, T.J.R. (b-22) 156
HUKAI, R.Y. (II-43) 8, 17,
HURLEY, J.R. (II-157) 25; (III-23)
54
HYMAN, E.L. (II-56) 8,9; (II-131)
24; (II-132) 24; (V-16) 101;
V-21) 104; (VI-3) 115

ISAACSON, E. (B-20) 151
Islam, M.N. (II-30) 8

Jackson, P. (II-83) 18
JAGADISH, J.S. (III-15) 41, 43,
JALURIA, Y. (B-5) 149, 150, 151,
JONGMA, J. (II-40) 8, 9, 18,
Jordania, B. (II-3) 5
Joseph, S.D. (YO-2) 1; (VI-5) 115
JOYCE, N. (III-4) 27, 30, 115,

KAKAC, S. (E-1,2) 187
KANSAS, E.J. (D-26) 179, 181,
KANURY, DE LA MAÑANA (B-8) 153, 162; (D-8)
175, 177, 179, 181; (D-13) 179
180, 182, 183, 185, 186; D-18;
179; (D-19) 179, 181, 182; (D-20)
179, 181; (D-21) 179, 181,
KARCH, G.E. (II-69) 14; (II-157/138)
25
KARTAWINATA, K. (II-92) 18

KASHIWAGI, T. (LENGUAJE C-13) 173
KASSOY, D.R. (D-40) 183
KAYS, W.M. (E-3) 187
KEITA, J.D. (II-124) 23
KEITA, M.N. (II-25) 8
El Keller, H.B. (B-20) 151
Kent, J.H. (D-52) 186
KETTLEBOROUGH, C.F. (B-32) 156
KHATTALS, A.A. (B-31) 156, 157,
El Rey, N.K. (LENGUAJE C-9) 171
KINYANJUI, M. (VI-1) 115; (VI-2)
115
KIZERBO, J. (V-18) 101
KJELLSTRON, B. (D-5) 175
KOENIG, D. (VI-16) 125
KOMER, D.I. (II-86) 18
KRISTOFERSON, L. (II-31) 8, 12,
El Krist-asador, C.E. (II-157) 25;
(III-35) 61, 119,
KUMAR, R. (III-15) 41, 43,
KUNG, H.C. (D-22,23) 179, 181,
KUROSAKI, Y. (LENGUAJE C-13) 173
KUUSELA, K. (II-17) 7

LAMONT, R. (B-31) 156, 157,
La lamprea, H.F. (II-105) 19
LARSEN, P.D. (B-1) 149, 151, 153,
156
Último, J.M. (II-110) 20
Lee, C.K. (D-48) 185
Lee, S.C. (LENGUAJE C-10) 171
Lee, S.L. (B-16) 150
LEONARD, B.P. (B-30) 156
LETEEMANE, B. (III-11) 40
LIBBY, P.A. (D-39,40) 183
LOKRAS, S.S. (III-15) 41, 43,
Londres, A.L. (B-10) 153, 164; (E-3)

187

Lopez-Parodi, J. (II-97) 18
LOWES, T.M. (LENGUAJE C-6) 171
LUDFORD, G.S.S. (D-15) 179, 180,
185, 186,
LUHANGA, M.L. (II-47) 8, 9, 14,
24; (II-49) 8, 9,
LUMAR, S.B.S. (III-19) 41, 43, 55,
61

MAA, P.D. (D-25) 179, 181,
MAKHIJANI, À. (II-52) 8
MALAN, D.H. (D-17) 179, 181,
MASSEY, F.J. (G-4) 205
HATALON, M. (D-41) 183
MAYINGER, F. (E-2) 187
MEDYNSKI, T. (V-22) 83
MENON, P. (II-108) 20
MEYERS, N. (II-85) 18
HICUTA, W. (III-38) 64
MILNE, T. (D-29) 181
MINTZ, Y. (II-100) 19
MISHIMA, H. (LENGUAJE C-13) 173
MNZAVA, E.M. (II-39) 8, 9, 22,;
(II-59) 8, 9, 17,
MODAK, A.T. (LENGUAJE C-11,12) 173
MOHIUDDIN, G. (D-35) 183
MOREIRA, J.R. (II-157/133) 25
MORGAN, R.P. (II-57) 8, 63,
MORGAN, W.B. (II-12) 6, 18, 23,
Morse, R. (II-30) 8
El musgo, P.A. (II-20) 7, 8, 231, 251-254,;
(II-54) 8
El musgo, R.P. (II-12) 6, 18,
MOUNDLIC, J. (II-157/139) 25
MUKUNDA, H.S. (III-18,19) 41, 43,
55, 61, 62; (D-57) 177.

MUNSLOW, B. (II-32) 8
MURRAY, F.E. (D-44) 185
MWANDOSYA, M.J. (II-47) 8, 9, 14,
24; (II-49) 8, 9,

NAGARAJU, S.M. (II-50) 8
La Academia nacional de Ciencias (II-90)
18; (II-102) 19, 23, 24,;
(II-124) 23, 127; (V-15) 101;
(D-6) 175
Las naciones, J. (II-86) 18
NEGRETE, M.A.M. (II-44) 8
NELSON, M.A. (D-28) 181, 182,
NEWALL, A.J. (LENGUAJE C-6) 171
NKONOKI, S. (II-21) 8, 17, 253,;
(V-24) 101
NORONHA, R. (II-125) 23, 24,
NOVIKOFF, G. (II-103,104) 19
NYSSONEN, Å. (II-17) 7

O'KEEFE, P. (II-24) 8, 11, 12, 14,
17; (II-31) 8, 12, 19; (II-32)
8; (II-95) 18
OPENSHAW, K. (II-18) 7
OSTERLE, J.F. (B-26) 156, 157,
OTA (II-5) 5, 18, 23, 24, 231,
OUEDRAOGO, YO. (III-20) 54, 61, 90,
151; (III-34) 60, 61, 90, 151,
OZISIK, M.N. (Un-4) 137, 140; (LENGUAJE C-2)
167, 169, 170, 173,

PALMIERI, M. (II-76) 16, 22,
PANDEY, U. (II-22) 8, 20, 253,
Jadee, M.M. (II-127) 24
PARKHURST, D. (II-32) 8
PERLEE, H.E. (D-26) 129, 181,
PERLIN, J. (II-3) 5

Los Pedros, N. (D-35) 183
Los Felipes, P. (II-32) 8
POLLACK, J. (II-1) 5, 18, 19,
POOLE, A. (II-52) 8
POSTEL, S. (II-82) 17
POULSEN, G. (II-128) 24
Los poderes, T.A.M. (III-11) 40
PRAKASH, C.B. (D-44) 185
PRASAD, K.K. (II-63) 10; (II-115)
20, 24; (III-5) 27, 29, 49,;
(III-7) 28; (III-21) 54; (III-27)
56, 58; (III-33) 58, 151,
171; (B-11) 150, 151; (D-45)
185, 186,
PRASAD, S.S.R. (II-147B) 253
El Pratt, D.J. (II-89) 18
El Pratt, G.H. (III-32) 56
PURVIS, M.R.I. (B-19) 151
PYLE, D.L. (D-3) 175, 181, 182,

RAMAKRISHNA, J. (II-108) 20
El Ramsay, W. (II-9) 6, 8, 9; (II-36)
8, 22,
RAO, N.P. (II-147B) 253
RASKIN, P. (II-24) 8, 11, 12, 14,
17
RAVINDRANATH, N.H. (II-50) 8; (II-153)
26; (III-16,17) 41, 43,;
V-24) 101
RAZNJEVICH, K. (E-7) 191
REDDY, A.K.N. (II-45) 8, 9; (II-50)
8; (II-51) 8; (V-24) 101
REDDY, B.S. (II-45) 8, 9,
REIF, F. (UN-2) 129
REVELLE, R. (II-23) 8
RISWAN, S. (II-92) 18
RIVERA S. (II-157/135) 25

ROACHE, P.J. (B-23) 156
Roberts, A.F. (D-9) 176, 181, 182,;
(D-27) 181
Roberts, O.C. (D-34) 183
ROHSENOW, W.M. (B-9) 150, 153,
Rose, A.B. (II-73) 14

SALATI, E. (II-87) 18
Salem, B.B. (II-129) 24
SAMOOTSAKORN, P. (III-4) 27, 30,
115
SANDELS, À. (III-26) 55; (D-3) 175
SANGEN, E. (III-5) 27, 29, 49,;
(III-27) 56, 58; (III-33) 58,
151, 171; (B-18) 151, 185,
SANOGO, C. (III-14) 41, 43, 54,
60, 90, 91,
SAVOIE, M. (V-17) 101
SELKER, J.S. (IV-3) 78
SENTLE, J. (III-11) 40
SEPP, C. (V-11,12) 99, 100,
SERNAS, V. (B-27) 156, 157,
SERVIN, J.C. (II-44) 8
SHAH, R.K. (B-10) 153, 164,
SHAIKH, DE LA MAÑANA (II-157/138) 25
SHAILAJA, R. (III-16,17) 41, 43,
SHANAHAN, Y.N. (YO-2) 1
SHAW, R.K. (E-1) 187
SHELTON, J. (III-31) 56
SHERMAN, M. (VI-7) 115
SHIH, T.M. (B-24) 156; (B-25) 156;
(D-54) 186
SHIRWA, Z.C. (V-17) 101
SHRESTHA, K.L. (II-46) 8
SHRINIVASA, U. (III-18,19) 41, 43,
55, 61, 62,
SHUKLA, J.C. (II-157) 25; (III-23)

54

SHUKLA, J. (II-100) 19
SIBULKIN, M. (LENGUAJE C-8) 171
SIDIBE, Y. (III-14) 41, 43, 54,
60, 90, 91,
SIEGEL, R. (LENGUAJE C-3) 167, 170,
SIMONIS, P. (II-80) 17, 27, 29,
66, 90-93,
SINGH, J.S. (II-22) 8, 20, 253,;
(V-24) 101
SINGH, N.T. (II-117) 22
SKOURI, M. (II-103) 19
SLIEPCEVICH, C.M. (D-55) 186
SMALE, M. (V-17) 101
SMIL, V. (II-81) 18
Smith, J.W. (D-34) 183
Smith, K.R. (II-107 a 112) 20,
21, 28, 186; (III-29) 56
Smith, N.J.H. (II-96) 18
SOESASTRO, M.H. (II-30) 8
SOMASHEKAR, H.I. (II-50) 8
SORENSEN, B. (II-21) 8, 17, 253,;
(V-24) 101
Las lanzas, J. (II-98) 19, 20,
SRISOM, B. (VI-7) 115
STEINLIN, H.J. (II-84) 18
Stevens, W.C. (III-32) 56
Mayordomo, W. (VI-7) 115
Stewart, W. (YO-2) 1
Stevens, N.F. (II-74) 15
STORKE, L. (II-82) 17
STRASFOGEL, S. (II-119) 23; (II-121)
23, 91, 93, 99; (III-14)
41, 43, 54, 60, 90, 91,
SULILATU, W.F. (II-157) 25
TABOREH, J. (E-5) 187
TARIQ, A.S. (B-19) 151

El Gobierno de tailandés, los Productos del Bosque,
La División (II-72) 14, 22; (IV-2)
78, 115,
THUESEN, G.J. (F-3) 197
TIEN, C.L. (LENGUAJE C-7,10) 171
TIMBERLAKE, L. (II-116) 20, 24,
TIWARI, A.K. (II-22) 8, 20, 253,;
(V-24) 101
TIWARI, K.M. (II-53) 8
TOON, O.B. (II01) 5, 18, 19,
TOONG, T.Y. (D-16) 179, 180, 185,
186

UBHAYAKAR, S.K. (D-36) 183
ONU (II-6) 6, 12, 23, 251; (II-65)
18, 254,
PNUD (II-154) 23
UNFAO (II-4) 5, 8; (II-19) 7; (V-14)
101
UHART, E. (II-68) 14

el carro de mudanzas Buren, À. (II-77) 17
el carro de mudanzas Gelder, À. (II-140) 24
Van Nao, T. (II-129) 24
VAYDA (II-92) 18
VIDYARTHI, V. (II-118) 22
VISSER, P. (III-7) 28; (III-27)
56; (III-33) 58, 151, 171; (B-11)
150, 151; (D-45) 185, 186,
VITA (V-1) 82; (V-2) 82
VOSE, P.B. (II-87) 18

Wagner, H.G. (D-52) 186
Alambrista, G. (E-4) 187
WARDLE, P. (II-76) 17, 22,
WARTLUFT, J. (II-71) 14, 22,

WEBER, F. (II-78) 17
WEGNER, K.F. (II-16) 7
WELKER, J.R. (D-24) 179, 181; (D-55)
186
WESSON, H.R. (D-55) 186
WESTBROOK, C.K. (D-47) 182, 183,
185
Blanco, S. (II-71) 14
WILLIAMS, F. (D-32) 181; (D-33)
181, 182,
WILLIAMS, R.H. (II-64) 10; (II-136)
26; (II-157/136) 25
WOLFE, E. (II-82) 17
Madera, T.S. 5, (II-70) 14; (II-150)
14; (III-36) 62; (V-19) 104
El Banco Mundial (II-154) 23; (II-126)
23; (II-147C) 254
El Centro de Ambiente Mundial (J-2) 231

YACCARINO, P. (D-51) 186
YAMEOGO, G. (II-80) 17, 27, 29,
66, 90-93; (III-20) 54, 61, 90,
151; (III-34) 60, 61, 90, 151,
Joven, P.J. (III-3) 78
YUSSUF, H. (II-105) 19
ZAROR, C.A. (D-3) 175, 181, 182,
ZHU, H. (II-57) 8, 63,

INDEX, POR EL ASUNTO,

Absorptivity, vea el emissivity
La aceptabilidad inspecciona, 103
Los respiraderos, 61, 73-74, 80,
El cambiador de calor 125-127 aire a aire,
187-191
La altitud, los efectos en el testing, 85
El Estiércol animal, 7, 19, 20, 22, 252,

La Arrhenius rate ley, 180-181,
La producción artesanal, 49, 50, 65,
ASTRA, 43, 65,
Promedie, 92, 199-200,

Las confusiones, 61, 86, 185,
Equilibre, 83, 117-118, 221,
Bangladesh, 6,
Los prejuicios, en los estudios del campo, 102
El cuerpo negro, 50-52, 167-172,
La biomasa, 2, 6-13, 17-18, 23-25,
El consumo de , 6, 8-13, 17-18,
Los recursos de , 7,8,
Bombardee calorímetro, 175, 222,
La aproximación de Boussiness, 156,
La capa isoterma, 42, 43, 160-162,
Briquetted alimenta, 60, 177,

Los valor caloríficos, 55-57, 175, 178,
179
El anhídrido carbónico, 59, 182-186,
El monóxido de carbono, 59, 182-186,
en las estufas del carbón de leña, 17, 122,
en los gasificadores, 63
en las estufas de la boquilla, 43
Celuloso, 56, 58, 176, 182,
Las estufas cerámicas, 66, 78-80, 90, 100,
Encauce dimensiones, 42, 123, 125,
La eficacia de , 45-48, 85,
Encauce estufas, 42-50, 65, 80, 90,
93, 99, 151-166,
La longitud característica, 157,
El carbón de leña, 13-18, 182-185,
el valor calorífico, 7, 176, 179,
La combustión de , 182-185,
La conversión eficacia, 14-15,
exigen, 17-18

La densidad de , 7,
los usos industriales, 17-18, 125-127,
Los hornos de , 13-14,
transportan, 14-17
EL VOLATILES DE , 7, 176,
Las estufas del carbón de leña, 115-125,
El energía Balance, 30,
Las fundiciones de , vea las fundiciones
La actuación de , 122-125, 219-220,
Las chimeneas, 68, 71, 86,
El coeficiente de variación, 202-203,
La combustión, 55-61, 175-186,
La eficacia de , 31,
Las pérdidas de , 28-30,
La geometría de la cámara de combustión, 61,
185
La variación residual Común, 214,
Cuájese, 66
La conducción, 2, 31-41, 129-147,
de madera en un fuego, 59
La conductibilidad, 33-35 132, 154, 163,
179, 180,
Los márgenes de confianza, 204-205,
La región de confianza, 208-210, 212-213,
Los contaminantes, efectúe en la pirólisis,
181
Controle eficacia 31, 62-64, 260-262,
Los grupos del mando en los estudios del campo,
105-106
Las pruebas cocción controladas, 91-96,
La transmisión, 3, 32, 41-50, 149-166,
Las Pérdidas de , 28-30,
La energía cocción, 8-11 27-28,
La eficacia del proceso cocción, 31,
Cookstoves, 2,
El coeficiente de correlación, 208, 218,
Los Residuos de la cosecha, 6-7, 10, 19,

Los apagadores, 62,
El análisis del datos, 86,
El espacio de aire muerto, 38-40, 139,
La deforestación, 5, 6, 18, 19,
Los grados de libertad, 201, 206,
La densidad, 33, 129, 132, 163,
El flujo desarrollado, 157,
Los errores dimensionales, 3, 66-68, 70,
156
El uso de energía doméstico, 8-10,
Las puertas, 41, 60-62, 74, 86,
Las paredes dobles, 38-40, 66-67,
La base seca, 56-57,
El conducto flujo 150-157
El estiércol, vea el estiércol animal

Este a oeste el Centro, 20, 101,
E/DI, 115,
La economía, 20, 22-23, 92, 193-198,
La eficacia factoriza, 31
Electroplateando, 66,
Las emisiones, 19-21, 93, 151, 185-186,
de estufa de la boquilla, 43,
Emissivity, 38-40, 51, 167, 169-173,
Los balances de energía, 28-30,
La demanda de energía, 8-13, 17-18,
El almacenamiento de energía, 35, 135,
El ambiente, 18-20,
Los errores en las dimensiones, 3, 66-68,
70, 156,
Los errores en el equipo del testing,
el análisis de, 222-223
La corrosión, 18-19,
El aire excesivo, 60-61, 155,

El F-distribución, 209, 211,

El poder del entusiasta, 125, 127, 190,
El factor de fricción abanicando, 159, 153,
La prueba del campo, 101-112,
El análisis Financiero, 193-198,
La arcilla disparada--vea el cerámica
La potencia de fuego, 84, 86, 89, 118, 155,
186
Las llamas, 150, 151, 171, 185, 186,
La prensa del volante, 78,
Forrajeando, 20-22, 249,
La transmisión 160-161 forzada
Arbole, 5, 6, 18-19, 251,
Las forjas, 125-127,
Los combustibles fósiles, 22-23, 25, 178,
Las fundiciones, vea las forjas
El factor de fricción, vea el abaniqueo
El combustible, vea el woodfuel
Los hornos, vea las forjas
El valor futuro, 195-198,
Abra boquete en, 42
Gasee análisis, 222,
Los gasificadores, 62,
Número de Grashof 157, 159-162,
Enreje a la altura de la olla, 51-54, 85,
Las rejjas, 60, 75, 77, 80,
El ponche, 66,
El poder calorífico elevado, 55, 257,
El fogón de Haybox, 36, 64,
Los cambiadores de calor, 125-127, 187-191,
Caliente recuperación, 36, 38, 39,
también ven los cambiadores de calor
Caliente almacenamiento, 32, 135,
Las correlaciones de la transferencia de calor, 159-162,
164
El rate calorífico, 48-49, 136-140,
Hemicellulose 56, 58, 178,
Superior el valor de la calefacción, 55, 257,

La fase de poder alta, 83, 89,
La humedad, el pariente, 56,
El diámetro hidráulico, vea la característica
La longitud de , 159,
Las prensas hidráulicas, 78,

La ley de gas ideal, 157,
El uso de energía de Industria, 9, 11, 12, 17,
El ataque del insecto de madera, 17,
Las instituciones, 231-239,
Insulants, 34, 86, 132,
Interese rate, 193-198,
Los moldes internos, 78,
El rate interior de retorno, 197-198,
Las normas del testing Internacionales,
82
ITDG, 115,

KENGO, 115,
Kenya, 11, 12,
Los hornos para la madera secante, 222
Los hornos para el carbón de leña productor, 13-15
KREDP, 115,

Los ensayos de laboratorio, 81-91,
Los parámetros de ser probado, 85-86,
119, 122,
Las precauciones de , 85,
El procedimiento de , 82-84, 116-119,
Laminar, 115, 158, 159-162,
Nivelado de confianza, 201, 203, 206,
Las estufas ligeras, 35-41, 65, 90,
Lignin, 56, 58, 176,
Las regresiones lineales, 207-220,
El más bajo valor de la calefacción, 55, 257,
La fase de poder baja, 83, 89,

Malgache, 90, 123, 124,
Las pruebas comercializando, 113-114,
Las estufas macizas, 29-30, 34-37, 65-66,
90, 93, 100,
El estado higrométrico, 56-57, 259,
El metro de humedad, 222,
Las estufas de Multipot, 65-66, 90, 93,
100
controlan, 62
El balance de energía de , 29-30,

La transmisión natural, 161, 162,
El precio neto el valor calorífico, 55, 257,
El fluido de Newtonian, 158,
La distribución normal, 199, 201,
La boquilla estufas 42-44, 55, 65, 151,
Las técnicas numéricas, 137-140,
El número de Nusselt, 151, 158, 159-162,

Observables, 111,
La observación aberrante, 204,

Peclet numeran, 158
PHU, el calor por ciento utilizó, 51,
82, 84, 89, 92, 119, 122-124,
Las plantaciones, 23-24,
La cámara de tranquilización, 125-126,
Emplume, 150-151
La desviación de la muestra agrupada, 205,
La variación residual agrupada, 212,
El t-value agrupado, 214,
La población
cocinando el combustible, 10, 12,
La olla, 31, 34-35, 64, 68,
La eficacia de , 31, 34-35, 64,
apoya, 41, 74, 77, 80, 86,
Alfareros rodan, 78

Impulse consumo, 8,
Número de Prandtl 153, 158, 163,
El aire precalentando, 61, 125-127,
El valor presente, 195-198,
Presione fogones, 64,
La caída de la presión, 153, 164, 190,
La producción prueba, 97-100
La promoción, 113,
El análisis inmediato, 175-176,
Las demostraciones públicas, 113,
La pirólisis, 179-182, 185-186,

La radiación, 28-30, 38-41, 50-55,
77, 138-139, 167-173,
en las estufas del carbón de leña, 116-117
El papel de en la combustión de madera, 58
El número de Rayleigh, 158,
La recuperación, vea la recuperación de calor
La regresión, vea la regresión lineal
La humedad relativa, 56,
Las réplicas mordaz, 13-15,
El número de Reynolds, 153, 158-162,
Los rodillos, metal en plancha, 76,

Probe desviación, 200-202, 204,
El tamaño de la muestra requirió, 207
Los factores de escala, 96, 157, 164,
Los anotadores, 93, 95-96,
El aire secundario, 61, 122,
Las solas estufas de la olla, 62-63, 65-67,
90
La construcción del sitio, 49-50,
Fume, vea las emisiones
Las tierras, 19,
El hollín, vea las emisiones
Los espaciadores, centrar la olla, 75,
El consumo específico, 82, 84, 89,

92, 94, 119, 123-124, 264,
El consumo diario específico, 110,
El calor específico, 33, 35, 129, 132,
154, 163,
El punto de remanso, 150-151, 160-162,
La desviación Normal, 92, 200-201,
La comida Normal, 91,
Número de Stanton 158
La pérdida de calor del régimen estacionario, 129-136,
Acere, 17, 25-26, 66,
La ley de Stefan-Boltzmann, 167,
Los novillos castrados, 7,
Stoichiometric airean, 59, 155, 178,
La eficacia de la estufa, 31,
Las estufas
Los accesorios de , 68, 70,
ajustable a la olla, 50
La construcción de , 65-70,
La producción de , 76-80,
forma, 67-69
teclea, 42
Sumatra, el oeste, 9,
La capa isoterma de la superficie, vea
La capa isoterma de
La pérdida de calor de la superficie, vea viento, 139,
Los Boletín del FMI, vea las pruebas del campo
Arremolínese, 61, 185,

el t-mesa, 203,
el t-prueba, 92, 205-207,
La medida de la cinta, 221,
El gradiente de temperatura, 67, 136,
El plan de la plantilla, 72-75,
Las pruebas, 3, 81-114, 116-122,
controló cocina, 81, 91-96,
presentan, 81, 101-112,
El laboratorio de , 81-91, 116-122,

El comercializando, 82, 113-114,
La producción de , 76-80, 81, 97-100,
resulta, 90, 93, 98-100, 123,
124
La conductibilidad térmica, 31-41, 129-147,
La difusión termal, 129, 158, 163,
El rendimiento térmico, 31,
La inercia termal, 35,
La masa termal, 35,
El almacenamiento termal, 32, 35,
Los termopares, 221,
Los termómetros, 83, 117-118, 221,
Las estufas tradicionales, 8-13, 17-18,
20, 22, 25, 29, 66, 90, 93,,
123, 124,
El balance de energía de , 29,
La conducción de calor transeúnte en madera,
180-181
La pérdida de calor transeúnte, 136-140,
La energía del transporte, 14-18,
La corriente turbulenta, 158, 160-162,

El análisis último, 175, 177, 179,
Umeme, 123,
Ungra, 8,
Las Unidades, 7, 9, 225-230,
La variación, vea la desviación cuadrática media
La variación de residuos, 208, 212,
Vendedores, 113,
El factor de vista, 51-54, 170-173,
La viscosidad, 154, 158, 163,
Volátiles
El carbón de leña de , 7, 182,
Madera de , 57-59, 179-182, 185-186,
El coeficiente de dilatación de volumen,
158

El motor de reacción de la pared, 150-151,
 Las pérdidas de la pared, 28-30, 35-41, 129-147,
 Las temperaturas de la pared, 40,
 Las paredes, 35-41, 66-80,
 doblan, 37-40, 66-67,
 disparó arcilla, 37, 39, 40, 41, 66-69,
 78-80
 aisló, 37, 39-41,
 El peso ligero de , 37-41, 65-66,
 macizo, 36, 65-66,
 singularizan, 37-40, 66-77,
 La garantía, 113,
 Soldando, 77,
 La base húmeda, 56-57,
 Enrolle, 34, 85, 131,
 Madera los estudios económicos, 103-105,
 Woodfuel, 6-12,
 El consumo de , 8-12,
 Los déficits de , por la población, 12
 El forrajeando, 20,
 Los recursos de , 7,

==
 ==