

**Cocinas mejoradas -
Condiciones técnicas
mínimas de instalación,
funcionamiento y de
rendimiento**

ICS 27.060.10 Quemadores de combustible líquido y sólido

Diciembre 2010

INDICE

0 INTRODUCCIÓN

1 OBJETO

2 CAMPO DE APLICACIÓN

3 REFERENCIAS

4 DEFINICIONES

4.1 Ambiente

4.2 Biomasa

4.3 Cámara de combustión

4.4 Cocina mejorada

4.5 Elementos de operación de la cocina

4.6 Elementos de manipulación de la olla

4.7 Superficie externa de a cocina

5 CONDICIONES TECNICAS

5.1 Condiciones de seguridad

5.1.1 Bordes y zonas agudas

5.1.2 Inclinación de la cocina portátil

5.1.3 Probabilidad de expulsión de combustible ardiente

5.1.4 Obstrucciones cercanas a la superficie de la cocina

5.1.5 Temperatura de la superficie de la cocina

5.1.6 Transmisión de calor a los alrededores

5.1.7 Temperatura de los elementos de operación de la cocina

5.1.8 Aislamiento térmico de la chimenea

5.1.9 Llamas circundantes a la olla

5.1.10 Llamas y/o combustible que salen de la cámara de combustión

5.2 Condiciones de salud (mediciones al interior del ambiente de la cocina)

5.2.1 Concentración relativa máxima de monóxido de carbono CO

5.2.2 Concentración relativa máxima de material particulado PM_{2,5}

5.3 Condiciones de rendimiento

5.3.1 Consumo energético

5.3.2 Tiempo de hervido

6 BIBLIOGRAFIA

7 ANEXOS

Cocinas mejoradas - Condiciones técnicas mínimas de instalación, funcionamiento y de rendimiento

0 INTRODUCCIÓN

La biomasa es la principal fuente energética para la cocción de alimentos en el ámbito rural. Su uso inadecuado ocasiona impactos negativos en el ambiente y sobre todo en la salud de las personas.

Debido a los contaminantes que emite (partículas y gases tóxicos), la cocina tradicional que funciona bajo esta fuente de energía puede producir muchos daños a la salud, entre los que se pueden resaltar las infecciones respiratorias agudas, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, cáncer al pulmón, al tracto nasofaríngeo y de laringe, consecuencias adversas en el embarazo, enfermedades asociadas al corazón, problemas oculares y a la piel, así como también síntomas de intoxicación por monóxido de carbono. Asimismo, la quema de biomasa libera al ambiente, gases de efecto invernadero y dioxinas y furanos, entre otras sustancias químicas contaminantes del ambiente.

Las cocinas mejoradas que cumplen las condiciones técnicas mínimas establecidas en el presente documento, son tecnologías apropiadas que contribuyen a la protección de la salud de las personas y el medio ambiente adecuándose a la dinámica social de la población.

1 OBJETO

Esta norma establece las condiciones técnicas mínimas de instalación, funcionamiento y rendimiento que debe cumplir la cocina que utilice biomasa para la cocción de alimentos, entre otros usos, a fin de que sea considerada como "cocina mejorada".

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica a la instalación, funcionamiento y rendimiento de cocinas mejoradas, en todo ambiente o edificación.

3 REFERENCIAS NORMATIVAS

Esta Especificación Técnica Disponible no requiere de ningún otro documento para su utilización.

4 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se aplicarán los siguientes conceptos:

4.1 Ambiente

Lugar donde se ubica la cocina y se realizan periódicamente las tareas de cocinado de alimentos y almacenamiento de combustible.

4.2 Biomasa

Materia orgánica originada en un proceso biológico, natural o provocado, utilizable como fuente de energía. La materia orgánica más utilizada para la cocción de alimentos en zonas rurales es la leña, la bosta y otros tipos de biomasa.

4.3 Cámara de combustión

Espacio de la cocina donde se realiza el proceso de combustión (o quemado de la biomasa).

4.4 Cocina mejorada

Tipo de cocina construida o instalada en una edificación que cumple cuatro (4) condiciones:

- utiliza biomasa para la cocción de alimentos u otros usos;
- cumple con las condiciones técnicas establecidas en el numeral 5;
- cuenta con una chimenea o ducto para la evacuación de gases al exterior;
- cuenta con el certificado de validación emitido por las entidades legalmente acreditadas.

Existen dos (2) tipos de cocinas mejoradas: fijas y portátiles.

4.5 Elementos de operación de la cocina

Piezas y/o accesorios de la cocina para su utilización (puertas, manijas, asas, rejillas, etc.).

4.6 Elementos de manipulación de la olla

Asas y manijas de la misma.

4.7 Superficie externa de la cocina

Son las caras exteriores de la cocina que pueden tener contacto directo con el usuario.

5 CONDICIONES TÉCNICAS

No se deben utilizar materiales peligrosos para la salud en la construcción de cocinas o de cualquiera de sus partes adosadas.

Las condiciones técnicas mínimas que debe cumplir una cocina, para que sea considerada "cocina mejorada", son las siguientes:

5.1 Condiciones de seguridad

Se determinará el grado total de seguridad como la suma S de los puntajes parciales obtenidos en las pruebas de seguridad según los numerales 5.1.1 al 5.1.10. El puntaje que se le asigne a la cocina en evaluación por el grado total de seguridad estará de acuerdo a las siguientes tablas:

Prueba	Valor obtenido	Factor	Total
5.1.1		x 1,5	
5.1.2		x 3	
5.1.3		x 2,5	
5.1.4		x 2	
5.1.5		x 2	
5.1.6		x 2,5	
5.1.7		x 2	
5.1.8		x 2,5	
5.1.9		x 3	
5.1.10		x 4	
Suma total			

Rango global	Total de puntos marcados
Mejor	$93 \leq S \leq 100$
Bueno	$84 \leq S \leq 92$
Regular	$76 \leq S \leq 83$
Malo	$25 \leq S \leq 75$

Con la sumatoria de todos los valores obtenidos en las diferentes pruebas de seguridad se obtendrá la evaluación de conformidad de acuerdo al cumplimiento de lo indicado en la siguiente tabla.

Nivel de seguridad obtenido en la prueba	Valor mínimo de aceptabilidad	Evaluación de conformidad
(Valor total obtenido S)	$S \geq 84/100$	SI / NO

Las pruebas de seguridad pueden ser desarrolladas en una sola sesión de protocolo.

Dentro de las condiciones de seguridad se exige la comprobación de los siguientes requisitos:

5.1.1 Bordes y zonas agudas

Los bordes y zonas agudas presentes en una cocina pueden rasgar la piel o enredar las ropas y volcar la cocina. Por lo tanto, la cocina no debe contar con bordes y zonas agudas, los cuales pueden causar accidentes o daños a los usuarios.

Para la determinación del valor de seguridad de este requisito, véase Anexo B.

5.1.2 Inclinación de la cocina portátil

Es importante que una cocina portátil sea bastante estable y mantenga una orientación vertical durante su funcionamiento; caso contrario el contenido de los recipientes podría derramarse sobre personas o materiales adyacentes. Por lo tanto, las cocinas después de ser inclinadas levemente deben volver a su posición inicial

Para la determinación del valor de seguridad de este requisito, véase Anexo C.

5.1.3 Probabilidad de expulsión de combustible ardiente

El combustible ardiente se puede expeler o derramar de una cámara de combustión cuando una cocina se vuelca. Esto puede causar quemaduras en los ojos/piel y también puede crear fuego en los materiales o construcciones circundantes. Por lo tanto, el combustible encendido debe caer raramente de la cocina cuando se vuelca y las brasas que se queman del combustible deben tener poca ocasión de ser expelidas de la cámara de combustión.

Para la determinación del valor de seguridad de este requisito véase Anexo D.

5.1.4 Obstrucciones cercanas a la superficie de la cocina

Las obstrucciones cercanas a la superficie de la cocina incluyen las manijas perpendiculares a la plancha que se utilizan para quitar la superficie de la cocina durante su mantenimiento, estos pueden ser elementos relativamente pequeños pero rígidos, ubicados por encima del nivel de la superficie de la cocina y próximos al área de operación del usuario. Por lo tanto, las áreas que rodean la superficie de la cocina deben ser planas de modo que las ollas que sean movidas desde la cocina no choquen con los componentes que resaltan y no vuelquen el contenido que hierve sobre las manos o personas próximas.

Para la determinación del valor de seguridad de este requisito véase Anexo E.

5.1.5 Temperatura de la superficie de la cocina

Los niños y las mujeres tienen mayor probabilidad de entrar en contacto con la superficie caliente de la cocina. Por lo tanto, no deben ocurrir quemaduras si se toca la superficie de la cocina durante su funcionamiento en un periodo corto.

Para la determinación del valor de seguridad de este requisito véase Anexo F.

5.1.6 Transmisión de calor a los alrededores

La transmisión del calor dirigida hacia los alrededores, puede encender combustibles o materiales cercanos al área de la cocina. Por lo tanto, las cocinas no deben originar temperaturas elevadas en superficies circundantes en el ambiente.

Para la determinación del valor de seguridad de este requisito véase Anexo G.

5.1.7 Temperatura de los elementos de operación de la cocina

Los componentes donde puedan alcanzarse temperaturas excesivas y que necesitan ser manipulados durante su uso habitual incluyen las puertas para las cámaras, manijas y asas de la cocina. Por lo tanto, las partes de una cocina que necesiten ser tocadas durante la operación habitual de cocinado no deben alcanzar un nivel de temperatura donde su uso pueda causar daño directa o indirectamente.

Para la determinación del valor de seguridad de este requisito véase Anexo H.

5.1.8 Aislamiento térmico de la chimenea

Las chimeneas pueden llegar a ser extremadamente calientes durante su uso y causar fácilmente quemaduras. Las temperaturas presentes en una chimenea son de la producción de humos calientes que deja la cocina, siendo éstas las más altas que en cualquier otro lado

de la cocina. Por lo tanto, las chimeneas deben contar con un aislamiento térmico o blindaje que proteja a las personas de quemaduras por contacto directo, de por lo menos 50 cm de alto.

Para la determinación del valor de seguridad de este requisito véase Anexo J.

5.1.9 Llamas circundantes a la olla

Las llamas no deben circundar ningún elemento de soporte o manipulación de la olla que puedan entrar en contacto con la piel o la ropa.

Para la determinación del valor de seguridad de este requisito véase Anexo K.

5.1.10 Llamas y/o combustible que salen de la cámara de combustión

En ningún caso las llamas y/o combustible deben salir fuera de la cámara de combustión durante su uso habitual.

Para la determinación del valor de seguridad de este requisito véase Anexo L.

5.2 Condiciones de salud (mediciones al interior del ambiente de la cocina)

Las condiciones de salud se basan en la medición de concentración al interior del ambiente de la cocina para monóxido de carbono y material particulado PM-2.5. Los valores referenciales indicados en los Anexos M y N, donde se encuentran los procedimientos respectivos de testeo de emisiones han sido obtenidos con un equipo de medición de contaminación de aire intradomiciliario (Indoor Air Pollution IAP Meter); sin embargo, se podrán utilizar otros equipos de monitoreo de CO y PM-2.5, estableciendo previamente la equivalencia y calibración correspondientes.

NOTA

IAP Indoor Air Pollution - Desarrollado por: Aprovecho Research Center

5.2.1 Concentración relativa máxima de monóxido de carbono CO

Las concentraciones de gas monóxido de carbono (CO) en grandes cantidades pueden causar la muerte cuando se respira por un tiempo prolongado. Éste es producto de la combustión incompleta de materiales combustibles como gas metano, gasolina, kerosén, petróleo, madera y otros. Por lo tanto, durante su uso cotidiano una cocina mejorada no debe generar altas concentraciones de CO intradomiciliario.

Para la determinación de la concentración de CO, véase Anexo M.

5.2.2 Concentración relativa máxima de material particulado PM-2.5

En general es más frecuente analizar la cantidad de material particulado (PM) respecto a su concentración en masa o la distribución de su concentración en masa, en función de su tamaño, por los diversos procesos que generan su producción, como ser procesos de combustión, abrasión o molienda, suspensión de partículas y condensación de sustancias volátiles; calculando así la fracción y cantidad de material particulado que puede ser inhalada por una persona durante un tiempo prolongado produciendo enfermedades graves del tracto respiratorio. En el caso del uso cotidiano de una cocina mejorada, esta no debe generar elevadas concentraciones de PM intradomiciliario. Para su evaluación, se utiliza la fracción respirable de PM en tamaños menores a 2.5 micras, PM-2.5.

Para la determinación de la concentración de valor particulado, véase Anexo N.

5.3 Condiciones de rendimiento energético

Para la determinación de las condiciones de rendimiento energético se desarrollará la prueba de hervor de agua WBT (por sus siglas en inglés), que es una simulación del proceso de cocción que ayuda a entender a diseñadores de cocinas mejoradas con qué grado de eficiencia se transfiere la energía generada por el combustible utilizado

5.3.1 Consumo energético

Una cocina mejorada debe optimizar el uso de la energía generada por el combustible durante la prueba de hervor de agua, en sus tres fases: inicio en frío, inicio en caliente y hervor a fuego lento.

Para la determinación del valor de consumo energético, véase Anexo P.

5.3.2 Tiempo de hervido

Una cocina mejorada debe disminuir el tiempo de hervor de agua y por lo tanto de cocción de los alimentos, en relación a una cocina tradicional.

Para la determinación del tiempo de hervido, véase Anexo P.

6 BIBLIOGRAFÍA

Proyecto de Reglamento Nacional de Construcciones.

Proyecto de Reglamento para la Evaluación y Certificación de Cocinas Mejoradas.

Ley 1333 y su reglamento en materia de contaminación atmosférica.

[1] N.G. Johnson “Análisis de riesgo y evaluación de seguridad de cocinas domésticas en países en vías de desarrollo” (Tesis de maestría 2005, Universidad del Estado de Iowa).

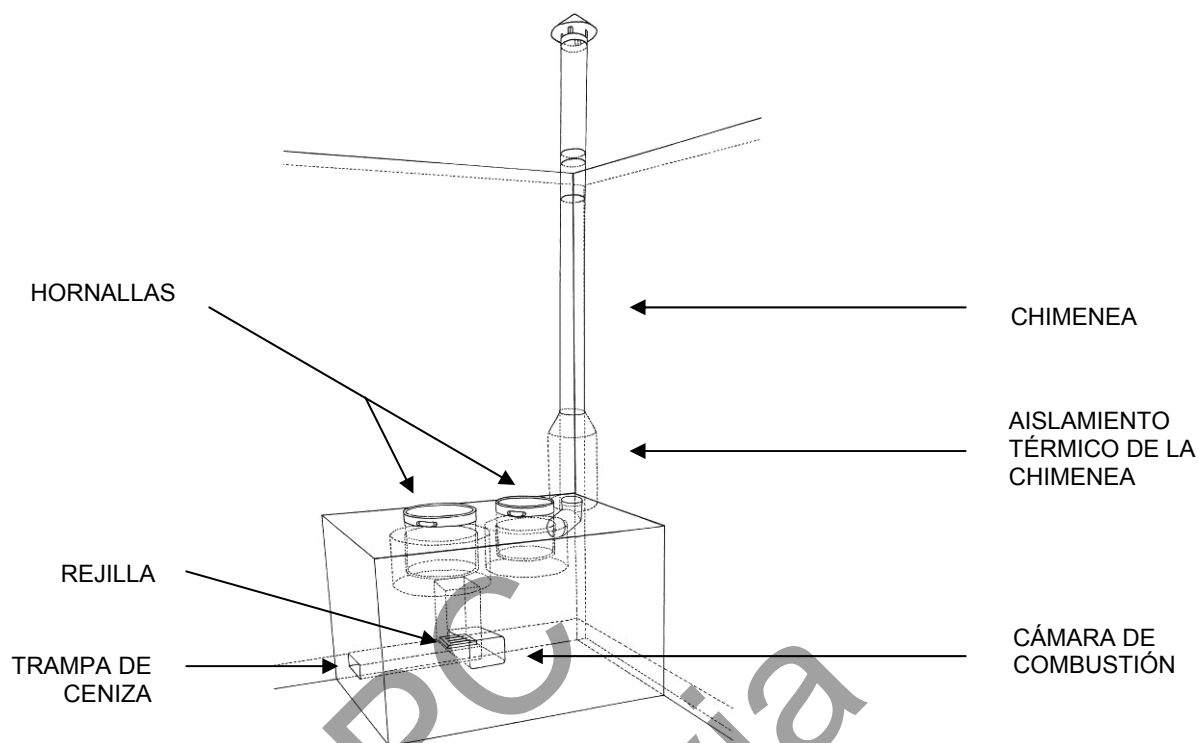
[2] Centro de pruebas de Cocinas, perteneciente a la GTZ “Protocolo estándar de toma de emisión de gases intradomiciliarios” (Octubre 2009)

[3] Water Boiling Test (WBT) propuesta para el Centro de Energía y programa de Salud, Fundación Shell, desarrollado por APROVECHO Research Center.

Anexo A (Informativo)

A.1 PARTES DE UNA COCINA MEJORADA FIJA

Modelo referencial:



A.2 RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE COCINAS MEJORADAS

- Considerar una distancia mínima libre para circulación y operación de 0,80 m, medida desde el frente de la cocina a la pared más próxima con el fin de no obstaculizar la circulación de personas.
- No instalar la cocina mejorada en el lugar donde duerme la familia.
- Sólo se debe instalar una cocina mejorada en el exterior de la vivienda cuando esté protegida por un techo o cobertura.
- Procurar el aislamiento del tubo de la chimenea a fin de evitar quemaduras por contacto y para el caso de chimeneas que atraviesan techos contruidos con material inflamable, recubrir adicionalmente el área de contacto (con material cerámico, barro, etc.).
- No instalar una cocina mejorada en la cercanía de almacenamiento de combustibles, como por ejemplo, combustibles líquidos altamente inflamables, cercanía a gasoductos o almacenamientos grandes de madera.
- Por motivos de sismoresistencia, no levantar la chimenea más de 1,5 mts (midiendo desde el suelo) utilizando materiales pesados como por ejemplo, adobe, ladrillo o bloques de concreto; pasando esta altura se debe utilizar tubos livianos de plancha metálica.

Anexo B (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de seguridad - Bordes y zonas agudas

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre el trabajo establecido en [1].

B.1 OBJETO

Determinar el nivel de riesgo que representan los bordes y zonas agudas de una cocina a la posibilidad de engancharse, rasgadura de ropa o la piel.

B.2 MATERIALES

Un trozo de paño, trapo o ropa vieja.

B.3 PROCEDIMIENTO

B.3.1 Para la realización de la presente prueba, la cocina deberá estar apagada.

B.3.2 Pasar el paño por todos los bordes y zonas agudas, tratando de localizar las zonas en las que éste pueda engancharse o rasgarse y/o ocasionar el volteo de la cocina o rasguños en la piel de los usuarios en un total de 10.

B.3.3 Las cocinas de piedra o arcilla pueden ofrecer resistencia al paso del paño, pero ello no significa que el resultado de la prueba sea insatisfactorio, a menos que la cocina se mueva o el paño se enganche totalmente.

B.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA

B.4.1 Se registrará el número de veces que el paño se enganche al pasarlo por todos los bordes y zonas agudas de la cocina.

B.4.2 Al número total de enganches del paño se asignará un valor dado en la siguiente tabla.

Nº de enganches del paño (n)	Valor asignado
$n = 0$	4
$n \leq 2$	3
$n = 3$	2
$n \geq 4$	1

Anexo C (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de seguridad - Inclinação de la cocina

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre el trabajo establecido en [1].

C.1 OBJETO

Determinar el nivel de riesgo de inclinación de la cocina que pueda ocasionar volteo de ollas u otros utensilios, con el consecuente riesgo de quemaduras u otros accidentes a los usuarios.

C.2 MATERIALES

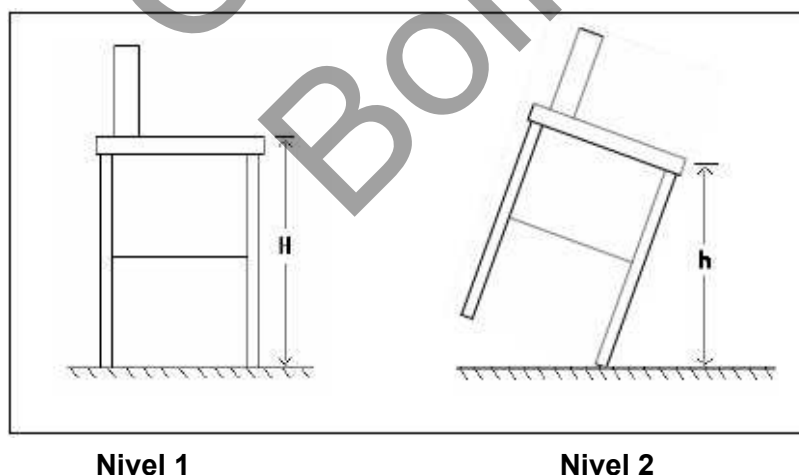
Flexómetro.

C.3 PROCEDIMIENTO

C.3.1 Esta prueba se realiza únicamente en cocinas portátiles y móviles. Las cocinas construidas in situ por lo general están sujetas al suelo o pared y/o tienen el suficiente peso para imposibilitar cualquier inclinación de las mismas, por lo tanto no serán sometidas a esta prueba, considerándose un resultado satisfactorio de la misma.

C.3.2 La prueba se realizará con la cocina apagada.

C.3.3 Se definen las posibles direcciones de inclinación de la cocina. Para el caso de cocinas con cuatro patas se presenta la posibilidad de inclinación de la cocina hacia adelante.



C.3.4 Medir la altura H desde el piso hasta la superficie de la cocina (nivel 1).

C.3.5 Inclinarse la cocina hacia adelante, medir la altura h desde el suelo hasta el nivel 2 de la superficie. El nivel 2 corresponde al punto en el que la cocina pierde su capacidad de retornar a su posición inicial y tiende al volteo hacia adelante.

C.3.6 Se deberá tener en cuenta que, por lo general, la diferencia entre H y h es mínima.

C.3.7 Determinar el cociente $R=h/H$

C.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA

C.4.1 Al resultado obtenido de la relación R, se le asignará un valor de acuerdo a la siguiente tabla:

Relación "R", entre altura inicial y altura inclinada	Valor asignado
$R < 0,940$	4
$0,940 \leq R < 0,961$	3
$0,961 \leq R < 0,978$	2
$R \geq 0,978$	1

CPC
Bolivia

Anexo D (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de seguridad - Probabilidad de expulsión de combustible ardiente

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre la base del trabajo establecido en [1].

D.1 OBJETO

Determinar el nivel de riesgo de expulsión de combustible ardiente proveniente del alrededor de las ollas o de la cámara de combustión de la cocina, con la consecuente posibilidad de quemaduras de los operadores de la misma.

D.2 MATERIALES

Flexómetro.

D.3 PROCEDIMIENTO

D.3.1 Colocar la olla en la hornalla. La cocina permanecerá apagada durante la prueba.

D.3.2 Mediante inspección visual se debe detectar el área donde el combustible pueda ser expelido alrededor de las ollas (hornallas) y/o a través de la cámara de combustión hacia el exterior.

D.3.3 Determinar mediante aproximación de formas rectangulares y circulares, el área de las aberturas detectadas.

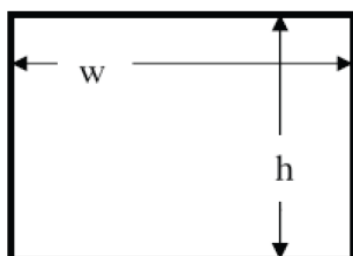
D.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA

D.4.1 La sumatoria de las áreas abiertas constituye el valor del área expuesta (cm^2).

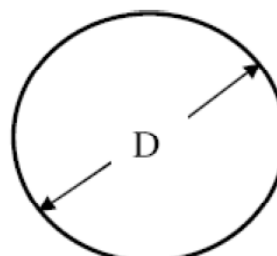
D.4.2 Al resultado del área obtenida se le asignará un valor de acuerdo a la siguiente tabla:

Área expuesta "A", en cm^2	Valor asignado
$A < 50$	4
$50 \leq A < 150$	3
$150 \leq A < 250$	2
$A \geq 250$	1

Rectangular:



Circular:



Anexo E (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de seguridad - Obstrucciones cercanas a la superficie de la cocina

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre la base del trabajo establecido en [1].

E.1 OBJETO

Determinar el nivel de riesgo de choque o atascado de las ollas u otros utensilios, con elementos sobresalientes de la superficie de la cocina, cercanos al área de operación del usuario, que puedan ser la causa del volteo de los recipientes con la consecuente posibilidad de ocasionar quemaduras u otros accidentes.

E.2 MATERIALES

Flexómetro

E.3 PROCEDIMIENTO

Medir la altura de los elementos que sobresalen por encima del nivel de la superficie de la cocina.

E.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA

E.4.1 Se considerará la medida del elemento de mayor altura que sobresalga por encima del nivel de la superficie de la cocina.

E.4.2 Al resultado obtenido se le asignará un valor de acuerdo a la siguiente tabla:

Altura de elementos sobre la superficie "D", en cm	Valor asignado
$D < 1$	4
$1 \leq D < 2,5$	3
$2,5 \leq D < 4$	2
$D \geq 4$	1

Anexo F (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de seguridad - Temperatura de la superficie de la cocina

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre la base del trabajo establecido en [1].

F.1 OBJETO

Determinar el nivel de riesgo de quemaduras por contacto accidental con la superficie de la cocina.

F.2 EQUIPO Y MATERIALES

- termómetro para medir la temperatura del ambiente
- termómetro portátil infrarrojo
- combustible
- tiza
- ollas
- agua
- fósforos

F.3 PROCEDIMIENTO

F.3.1 Trazar una cuadrícula (8 cm x 8 cm) en la superficie de la cocina, diferenciando las zonas probables de contacto accidental, a menos de 0,90 m de altura (niños), y hasta 1,5 m (adultos) (véase Figura F1).

F.3.2 Colocar las ollas con agua en las hornallas. Colocar el combustible en la cocina y encenderla.

F.3.3 Mantener la cocina en funcionamiento, a fuego alto, durante 30 minutos.

F.3.4 Medir la temperatura del ambiente.

F.3.5 Medir la temperatura de la superficie de la cocina en puntos referenciales de cruce de la cuadrícula marcada. Registrar la temperatura en puntos ubicados a menos de 0,90 m y a más de 0,90 m, hasta 1.50 m.

F.3.6 Diferenciar, asimismo, los registros de temperatura en elementos metálicos y no metálicos.

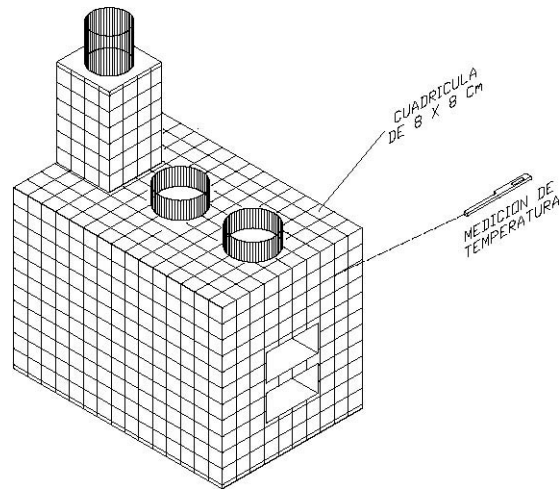


Figura F1

F.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA

F.4.1 Se considerará el valor del punto de máxima temperatura en cualquiera de las superficies.

F.4.2 Al resultado obtenido se le asignará un valor de acuerdo a la siguiente tabla:

Diferencia de temperatura ΔT , en ° C				Valor asignado
Diferencia de la temperatura ambiente y del punto registrado				
$h \leq 0,90m$		$h > 0,90m$		
Metálico	No metálico	Metálico	No metálico	
$\Delta T < 38$	$\Delta T < 46$	$\Delta T < 54$	$\Delta T < 62$	4
$38 \leq \Delta T < 44$	$46 \leq \Delta T < 52$	$54 \leq \Delta T < 60$	$62 \leq \Delta T < 68$	3
$44 \leq \Delta T < 50$	$52 \leq \Delta T < 58$	$60 \leq \Delta T < 66$	$68 \leq \Delta T < 74$	2
$\Delta T \geq 50$	$\Delta T \geq 58$	$\Delta T \geq 66$	$\Delta T \geq 74$	1

Anexo G (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de seguridad - Transmisión de calor a los alrededores

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre la base del trabajo establecido en [1].

G.1 OBJETO

Determinar el nivel de riesgo de incendio provocado por elevadas temperaturas en los alrededores de la cocina, que pueden activar combustibles u otros materiales inflamables existentes.

G.2 EQUIPO Y MATERIALES

- termómetro para medir la temperatura del ambiente
- termómetro portátil infrarrojo
- combustible
- tiza
- ollas
- agua
- fósforos

G.3 PROCEDIMIENTO

G.3.1 Trazar la proyección de la cocina en piso y paredes (posterior y lateral), considerando que está ubicada en una posición común de trabajo.

G.3.2 Trazar una cuadrícula (8 cm x 8 cm) sobre las proyecciones de la cocina, en piso y paredes. La cuadrícula debe extenderse a una altura de alrededor de 16 cm mayor a la de la cocina y con 16 cm más de ancho que ésta (dos cuadrículas adicionales), tratando de cubrir toda el área que probablemente pueda ser afectada por el calor de la cocina.

G.3.3 Colocar la cocina en la ubicación de trabajo (teniendo en cuenta las proyecciones de la misma ya marcadas en piso y paredes).

G.3.4 Colocar las ollas con agua en las hornallas respectivas. Encender la cocina y esperar que alcance la máxima temperatura (aproximadamente 30 min).

G.3.5 Medir la temperatura del ambiente.

G.3.6 Medir la temperatura de la cuadrícula utilizando el termómetro portátil infrarrojo en cada línea de intersección.

G.3.7 Diferenciar los puntos registrados en piso y pared.

NOTA

Excepcionalmente cuando las cocinas móviles cuentan con patas demasiado cortas que no permitan la medición correcta de la temperatura de la cuadrícula se debe realizar el procedimiento siguiente:

- Retirar rápidamente las ollas. Retirar, asimismo, la cocina y registrar rápidamente la temperatura en un punto de la cuadrícula previamente marcada. Volver a colocar la cocina en su posición original. Colocar los accesorios. El registro de la temperatura en los puntos de la cuadrícula debe realizarse en un tiempo no mayor de 1 min.
- Mantener la cocina en funcionamiento, por lo menos durante 5 minutos antes de repetir la operación indicada para tomar la temperatura en otro punto de la cuadrícula.

Esta prueba también es aplicable al caso de cocinas móviles que puedan ser colocadas a 10 cm del combustible, asimismo, para el caso de cocinas con cámaras de combustión ubicadas a niveles inferiores a los 5 cm del piso.

G.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA

G.4.1 Se considerará el valor del punto de máxima temperatura en cualquiera de las superficies.

G.4.2 Al resultado obtenido se le asignará un valor de acuerdo a la siguiente tabla:

Diferencia de temperatura ΔT, en ° C Diferencia de la temperatura ambiente y del punto registrado		Valor asignado
Suelo – Ambiente	Paredes - Ambiente	
$\Delta T < 45$	$\Delta T < 60$	4
$45 \leq \Delta T < 55$	$60 \leq \Delta T < 70$	3
$55 \leq \Delta T < 65$	$70 \leq \Delta T < 80$	2
$\Delta T \geq 65$	$\Delta T \geq 80$	1

CPC
Bolivia

Anexo H (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de seguridad - Temperatura de los elementos de operación de la cocina

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre la base del trabajo establecido en [1].

H.1 OBJETO

Determinar el nivel de riesgo de quemaduras por contacto del usuario con elementos de operación de la cocina.

H.2 EQUIPO Y MATERIALES

- termómetro para medir la temperatura del ambiente
- termómetro portátil infrarrojo
- combustible
- ollas
- agua
- fósforos

H.3 PROCEDIMIENTO

H.3.1 Colocar las ollas con agua en las hornallas.

H.3.2 Colocar el combustible en la cocina y encenderla.

H.3.3 Mantener la cocina en funcionamiento durante 30 min.

H.3.4 Tomar los registros de temperatura en los puntos de operación de la cocina (puertas de cámara de combustión, manijas, etc.), diferenciando si se trata de elementos metálicos o no metálicos.

H.3.5 La prueba podrá ser realizada conjuntamente con las pruebas indicadas en los Anexos F y G.

H.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA

H.4.1 Se considerará el valor del punto de mayor temperatura.

H.4.2 Al resultado obtenido se le asignará un valor de acuerdo a la siguiente tabla:

Diferencia de temperatura ΔT , en $^{\circ}\text{C}$ Diferencia de la temperatura ambiente y del punto registrado		Valor asignado
Metálico	No metálico	
$\Delta T < 20$	$\Delta T < 32$	4
$20 \leq \Delta T < 26$	$32 \leq \Delta T < 38$	3
$26 \leq \Delta T < 32$	$38 \leq \Delta T < 44$	2
$\Delta T \geq 32$	$\Delta T \geq 44$	1

Anexo J (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de seguridad - Aislamiento térmico de la chimenea

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre la base del trabajo establecido en [1].

J.1 OBJETO

Determinar el nivel de riesgo de quemaduras, por contacto accidental del usuario con la chimenea de la cocina, cuando ésta se encuentra en funcionamiento.

J.2 EQUIPO Y MATERIALES

- termómetro para medir la temperatura del ambiente
- termómetro portátil infrarrojo
- combustible
- ollas
- agua
- flexómetro
- fósforos

J.3 PROCEDIMIENTO

J.3.1 Colocar las ollas con agua en las hornallas. Colocar el combustible en la cocina y encenderla.

J.3.2 Mantener la cocina en funcionamiento a fuego alto durante 30 min.

J.3.3 Medir la temperatura del ambiente.

J.3.4 Medir la temperatura superficial de la chimenea (con o sin aislamiento) de la cocina, registrando la temperatura en puntos ubicados a menos de 0,90 m y a más de 0,90 m.

J.3.5 Se determinará, asimismo, la temperatura en puntos de cruce chimenea-cubierta de la edificación.

J.3.6 En caso de chimeneas metálicas, en las que no es posible tomar registros reales de temperatura por su superficie brillante, se marcarán con pintura puntos específicos opacos sobre la chimenea a fin de facilitar la toma de registros.

J.3.7 Si el prototipo incluye protecciones de la chimenea (no aislantes térmicos), se medirá el área de las rendijas de protección expuesta al contacto con los usuarios.

J.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA

Para chimeneas con aislamiento

J.4.1 Se considerará el valor de los puntos de mayor temperatura.

J.4.2 A los resultados obtenidos de la temperatura se le asignarán valores de acuerdo a la tabla de temperaturas del Anexo F

Para chimeneas con protección no térmica

J.4.3 Al resultado obtenido del área expuesta de las rendijas se le asignará un valor de acuerdo a la siguiente tabla:

Área expuesta de las rendijas de la barrera de protección "A", en cm ²	Valor asignado
$A < 10$	4
$10 \leq A < 100$	3
$100 \leq A < 300$	2
$A \geq 300$	1

CPC
Bolivia

Anexo K (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de seguridad - Llamas circundantes a la olla

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre la base del trabajo establecido en [1].

K.1 OBJETO

Determinar el nivel de riesgo de contacto del operador con llamas circundantes a la olla y cerca de las asas de la misma.

K.2 EQUIPO Y MATERIALES

- combustible
- ollas
- agua
- flexómetro
- fósforos

K.3 PROCEDIMIENTO

K.3.1 Colocar las ollas con agua, en las hornallas.

K.3.2 Colocar el combustible en la cocina y encenderla.

K.3.3 Mantener la cocina en funcionamiento, a fuego alto, durante 30 minutos.

K.3.4 Observar y medir la altura de las llamas que sobresalen alrededor de la olla.

K.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA

K.4.1 Se considerará la altura máxima de las llamas que sobresalen alrededor de las ollas durante la prueba.

K.4.2. Al resultado obtenido se le asignará un valor de acuerdo a la siguiente tabla.

Llamas circundantes	Valor asignado
Ninguno	4
Llamas cubren menos de 4 cm de la altura de la olla, no manijas	3
Llamas cubren casi la totalidad de las paredes laterales de la olla, no manijas	2
Olla entera y/o manijas	1

Anexo L (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de seguridad - Llamas y/o combustible que salen de la cámara de combustión

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre la base del trabajo establecido en [1].

L.1 OBJETO

Determinar el nivel de riesgo de expulsión de combustible y/o llamas que sobresalen de la cámara de combustión.

L.2 EQUIPO Y MATERIALES

- combustible
- ollas
- agua
- fósforos

L.3 PROCEDIMIENTO

L.3.1 Colocar las ollas con agua, en las hornallas.

L.3.2 Colocar el combustible en la cocina y encenderla.

L.3.3 Mantener la cocina en funcionamiento, a fuego alto, durante 30 minutos.

L.3.4 Observar si las llamas y/o combustible sobresalen de la cámara de combustión en su funcionamiento habitual.

L.4 RESULTADOS DE LA PRUEBA

L.4.1 Se considerará si el combustible y/o las llamas sobresalen de la cámara de combustión.

L.4.2 Al resultado obtenido se le asignará un valor de acuerdo a la siguiente tabla.

Llamas/combustibles salientes de la cámara de combustión	Valor asignado
Llamas/combustible contenidos	4
Llamas/combustible salientes	1

Anexo M (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de salud - Determinación de la concentración de monóxido de carbono

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre la base del trabajo establecido en [2].

M.1 OBJETO

Establecer el procedimiento a seguir para determinar la concentración de monóxido de carbono (CO), generado por una cocina mejorada en funcionamiento, al interior de un recinto de prueba.

M.2 DEFINICIONES

M.2.1 Monóxido de carbono (CO)

Gas inodoro, incoloro e insípido, ligeramente menos denso que el aire, cuya estructura molecular está conformada por un átomo de carbono y uno de oxígeno. El CO es producto de la combustión incompleta de materiales combustibles como gas, gasolina, kerosén, petróleo, madera y otras biomásas combustibles..

M.2.2 Partes por millón en volumen (ppmv)

Unidades de medida usadas para expresar la concentración de gases.

M.3 INSTRUMENTAL

- equipo de medición de monóxido de carbono CO
- termómetro digital de $\pm 0,1$ °C de precisión
- cronómetro
- balanza electrónica digital de 1 g de precisión y 30 kg de capacidad
- medidor de humedad de 6 – 40 % con ± 1 % de error

M.4 ACCESORIOS

- ollas estándar con tapas (de capacidad mayor a 5 L)
- flexómetro
- recipiente para el combustible
- material de seguridad (guantes, lentes de protección, máscaras y guardapolvos)

M.5 MATERIALES

- un lote de combustible seco de 5 kg de peso
- 5 L de agua por cada olla
- material de ignición (30 g)
- fósforos

M.6 RECINTO DE ENSAYO

Los registros de concentración de CO se realizan en el interior de un recinto de prueba (ambiente de adobe de 2,1 m x 2,3 m y 2,3 m de altura, con cobertura liviana, sin cielo raso), con puerta y ventana cerradas (no hermético).

M.7 ASPECTOS PRELIMINARES

M.7.1 En pruebas preliminares se determinará la cantidad de combustible necesaria para hervir 5 L de agua y mantenerla en ebullición en un tiempo total de 60 minutos, que es el tiempo de duración de la prueba.

M.7.2 Asimismo, se determinarán previamente las dimensiones promedio de las piezas de combustible a utilizar. En lo posible se debe usar combustible en piezas similares para reducir variaciones de las condiciones de la prueba.

M.7.3 Si es que así lo requiere el equipo, verificar su funcionamiento correcto y que las baterías del mismo estén cargadas para la realización de la prueba.

M.7.4 Prever que los materiales estén listos, las ollas pesadas con el agua necesaria en la cocina y el material de ignición colocado en la cámara de combustión para el momento del encendido. Asimismo, el lote de combustible necesario para la prueba debe estar pesado y ubicado en el ambiente de testeo.

M.7.5 La realización de la prueba estará a cargo de personal capacitado.

M.7.6 Se deben realizar tres (3) pruebas, una por día, asegurándose que la cocina se encuentre fría antes del inicio de la prueba.

M.7.7 En función del tipo de equipo de medición a utilizar, se deberá medir la concentración de fondo del monóxido de carbono en el aire ambiente antes de iniciar la prueba por un lapso mínimo de 20 minutos.

M.8 PROCEDIMIENTO

M.8.1 La prueba se realizará una vez por día, en 3 días consecutivos.

M.8.2 Colocar el equipo de medición de monóxido de carbono a la altura de la puerta de la cámara de combustión de la cocina y a 1,30 m del nivel del piso (la ubicación del equipo de medición de contaminación, se ha determinado teniendo en cuenta el espacio real útil y la estatura promedio de los usuarios de la cocina). En el caso de que se use un sistema de muestreo con cámara de mezcla exterior, el punto de muestreo del aire interior debe estar a una altura de 1,30 m.

M.8.3 Iniciar el proceso de medición de monóxido de carbono según lo indicado en el manual de operación del equipo. En el caso de utilizar cámara de mezcla encender el sistema de muestreo junto con el equipo de medición.

M.8.4 La prueba se inicia con el encendido de la cocina, manteniendo el equipo de medición activado durante todo el tiempo requerido para la misma, el cual tendrá una duración de 60 min.

M.8.5 Mantener la llama del fuego lo más constante posible, de modo que el calor entregado a la olla se mantenga estable, considerar que una vez que el agua inicie su hervor, se debe mantener éste hasta la finalización de la prueba.

M.8.6 Una vez concluido el tiempo de prueba apagar la cocina y paralelamente el equipo de medición de monóxido de carbono, registrando la hora exacta de conclusión de la prueba.

M.9 PROCESAMIENTO DE DATOS

M.9.1 En base a los datos obtenidos en cada prueba, se pueden calcular algunos de los siguientes valores dependiendo de la frecuencia de medición del equipo usado:

- media aritmética de la concentración de CO para 60 min
- concentración máxima de CO en 60 min
- mayor concentración de CO en 15 min
- menor concentración de CO en 15 min

M.9.2 Se calculará el promedio aritmético final (\bar{x}) utilizando el valor obtenido correspondiente a cada una de las tres (3) pruebas. Del mismo modo se calculará la desviación estándar (s) de las tres pruebas y el coeficiente de variación (CoV) de las tres pruebas. Si el coeficiente de variación resulta mayor a 25% se debe incrementar el número de pruebas para disminuir el mismo.

M.9.3 Se tomará como resultado de la prueba la comparación entre el valor obtenido en el inciso M.9.2 frente a un estándar establecido. Este resultado será la disminución relativa de la concentración de CO obtenida para una cocina mejorada frente a la concentración de CO obtenida para una cocina tradicional (estándar establecido).

Reducción relativa de CO = $\frac{\text{Concentración base} - \text{Concentración de la prueba}}{\text{Concentración base}}$

Concentración base

×100

M.9.4 De acuerdo al resultado anterior se evaluará si la cocina cumple o no la conformidad asignada, en base a la siguiente tabla:

Reducción relativa de CO, en %	Reducción relativa referencial de CO, en %	Evaluación de conformidad
(Valor obtenido en la prueba)	≥ 85	SI / NO

Anexo N (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de salud - Determinación de la concentración de material particulado

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre la base del trabajo establecido en [2].

N.1 OBJETO

Establecer el procedimiento a seguir para determinar la concentración de material particulado (PM), generado por una cocina mejorada, en funcionamiento al interior de un recinto de prueba.

N.2 DEFINICIONES

N.2.1 Material particulado (PM)

Es aquel material sólido o líquido finamente dividido, cuyo diámetro aerodinámico es inferior de 100 μm , parte del cual corresponde a una fracción de partículas respirables (de diámetro aerodinámico igual o menor a 10 μm). En este documento se considera como tamaño representativo el material particulado menor a 2,5 μm (PM-2,5).

N.2.2 Microgramo por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Unidades de medida usadas para expresar la concentración de material particulado (PM).

N.3 INSTRUMENTAL

- equipo de medición de material particulado PM-2,5
- termómetro digital de $\pm 0,1$ °C de precisión
- cronómetro
- balanza electrónica digital de 1 g de precisión y 30 kg de capacidad
- medidor de humedad de 6 – 40 % y ± 1 % de error

N.4 ACCESORIOS

- ollas estándar con tapas (de capacidad mayor a 5 L)
- flexómetro
- recipiente para el combustible
- material de seguridad (guantes, lentes de protección, máscaras y guardapolvos)

N.5 MATERIALES

- un lote de combustible seco de 5 kg de peso
- 5 L de agua por cada olla
- material de ignición (30 g)

- fósforos

N.6 RECINTO DE ENSAYO

Los registros de concentración de PM se realizan en el interior de un recinto de prueba (ambiente de adobe de 2,1 m x 2,3 m y 2,3 m de altura, con cobertura liviana, sin cielo raso), con puerta y ventana cerradas (no hermético).

N.7 ASPECTOS PRELIMINARES

N.7.1 En pruebas preliminares se determinará la cantidad de combustible necesaria para hervir 5 L de agua y mantenerla en ebullición en un tiempo total de 60 min, que es el tiempo de duración de la prueba.

N.7.2 Asimismo, se determinarán previamente las dimensiones promedio de las piezas de combustible a utilizar. En lo posible se debe usar combustible en piezas similares para reducir variaciones de las condiciones de la prueba.

N.7.3 Si es que así lo requiere el equipo, verificar su funcionamiento correcto y que las baterías del mismo estén cargadas para la realización de la prueba.

N.7.4 Prever que los materiales estén listos, las ollas pesadas con el agua necesaria en la cocina y el material de ignición colocado en la cámara de combustión para el momento del encendido. Asimismo, el lote de combustible necesario para la prueba debe estar pesado y ubicado en el ambiente de testeo.

N.7.5 La realización de la prueba estará a cargo de personal capacitado.

N.7.6 Se deben realizar tres (3) pruebas, una por día, asegurándose que la cocina se encuentre fría antes del inicio de la prueba.

N.7.7 En función del tipo de equipo de medición a utilizar, en el caso de óptico se deberá medir la concentración de fondo material particulado PM-2,5 en el aire ambiente antes de iniciar la prueba por un lapso mínimo de 20 minutos. En el caso de equipos gravimétricos, medir dicha concentración por un lapso de 24 hrs.

N.8 PROCEDIMIENTO

N.8.1 La prueba se realizará una vez por día, en 3 días consecutivos.

N.8.2 Colocar el equipo de medición de material particulado a la altura de la puerta de la cámara de combustión de la cocina a 1,30 m del nivel del piso (la ubicación del equipo de medición de contaminación, se ha determinado teniendo en cuenta el espacio real útil y la estatura promedio de los usuarios de la cocina). En el caso de que se use un sistema de muestreo con cámara de mezcla exterior, el punto de muestreo del aire interior debe estar a una altura de 1,30 m.

N.8.3 Iniciar el proceso de medición de material particulado según lo indicado en el manual de operación del equipo. En el caso de usar cámara de mezcla, encender el sistema de muestreo junto con el equipo de medición.

N.8.4 La prueba se inicia con el encendido de la cocina, manteniendo el equipo de medición activado durante todo el tiempo requerido para la misma, el cual tendrá una duración de 60 min.

N.8.5 Mantener la llama del fuego lo más constante posible, de modo que el calor entregado a la olla se mantenga estable, considerar que una vez que el agua inicie su hervor, se debe mantener éste hasta la finalización de la prueba.

N.8.6 Una vez concluido el tiempo de prueba apagar la cocina y paralelamente el equipo de medición de material particulado, registrando la hora exacta de conclusión de la prueba.

N.9 PROCESAMIENTO DE DATOS

N.9.1 En base a los datos obtenidos en cada prueba, se pueden calcular algunos de los siguientes valores dependiendo de la frecuencia de medición del equipo usado:

- media aritmética de la concentración de PM-2,5 para 60 min
- media geométrica de la concentración de PM-2,5 para 60 min
-
- concentración de PM-2,5 en 60 min
- mayor concentración de PM-2,5 en 15 min
- menor concentración de PM-2,5 en 15 min

N.9.2 Se calculará el promedio aritmético final (\bar{x}) utilizando el valor obtenido, correspondiente cada una de las tres (3) pruebas. Del mismo modo se calculará la desviación estandar (s) de las tres pruebas y el coeficiente de variación (CoV) de las tres pruebas. Si el coeficiente de variación resulta mayor a 25% se debe incrementar el número de pruebas para disminuir el mismo. En el caso de equipos de medición por gravimetría el valor obtenido se considera como la concentración promedio de PM-2,5 en 60 minutos.

N.9.3 Se tomará como resultado de la prueba la comparación entre el valor obtenido en el inciso N.9.2 frente a un estándar establecido. Este resultado será la disminución relativa de la concentración de PM-2,5 obtenida para una cocina mejorada frente a la concentración de PM-2,5 obtenida para una cocina tradicional (estándar establecido).

N.9.4 De acuerdo al resultado anterior se evaluará si la cocina cumple o no la conformidad asignada, en base a la siguiente tabla:

Reducción relativa de PM-2,5, en %	Reducción relativa referencial de PM-2,5, en %	Evaluación de conformidad
(Valor obtenido)	≥ 85	SI / NO

Anexo P (Normativo)

Evaluación de cocinas mejoradas - Condiciones de rendimiento energético - Prueba de hervor de agua

NOTA

Esta prueba se ha planteado sobre la base del trabajo establecido en [3].

P.1 OBJETO

El presente anexo establece los procedimientos a seguir para determinar el rendimiento energético de la cocina a través de la eficiencia térmica, el consumo de combustible, el consumo energético para completar la prueba y el tiempo necesario para hervir 5 L de agua.

P.2 DEFINICIONES

P.2.1 Eficiencia térmica

Es la cantidad de trabajo necesario para calentar agua con la energía generada del combustible quemado.

P.2.2 Consumo energético

Es la cantidad necesaria de energía para llevar 5 L de agua al punto de ebullición en cada prueba.

P.2.3 Tiempo

Es el tiempo necesario para llevar a ebullición 5 L de agua.

P.3 INSTRUMENTAL

- balanza eléctrica con una capacidad mayor a 6 kg y precisión de ± 1 g
- termómetro digital, con precisión de $1/10$ °C, con termocupla de inmersión en líquidos y termocupla de ambiente.
- Cronómetro
- Medidor de humedad de 6 – 40% con $\pm 0,1$ % de error

P.4 ACCESORIOS

- ollas estándar sin tapa de capacidad mayor a 5 L
- removedor de cenizas - tenazas para manejar el carbón
- contenedor de metal para pesar el combustible y el carbón residual
- tamiz para separar la ceniza del carbón restante de un diámetro de malla de 1 mm
- material de seguridad (guantes, lentes de protección, máscaras y guardapolvos)

P.5 MATERIALES

- agua limpia a temperatura ambiente, suficiente para cada prueba.
- 2 lotes de combustible seco de 3 kg a 7 kg, para cada prueba.
- 2 lotes de material de ignición, no mayor a 30 g cada uno
- encendedor (fósforos y otros)

P.6 CONDICIONES DEL RECINTO DE ENSAYO

La prueba se realizará en un ambiente de adobe, cerrado (no herméticamente), de dimensiones 2,1 m x 2,3 m x 2,30 m de altura libre. Las características de los muros y de la cobertura deben ser cercanas a las condiciones habitacionales del área rural.

P.7 ASPECTOS PRELIMINARES

P.7.1 Previamente a la realización de la prueba, se debe determinar en laboratorio el poder calorífico mayor del combustible según norma técnica correspondiente.

P.7.2 Registrar el contenido de humedad del combustible, utilizando un medidor de humedad adecuado para madera. El combustible debe ser acondicionado de modo que se garantice una humedad constante bajo las condiciones ambiente de las pruebas. Para este efecto, es recomendable apilar de manera uniforme el combustible a fin de que exista una adecuada ventilación natural entre las piezas del mismo.

P.7.3 Determinar las dimensiones promedio de las piezas del combustible a utilizar. En lo posible se debe usar combustible en piezas similares para reducir variaciones de las condiciones de la prueba.

P.7.4 Registrar la temperatura del ambiente al inicio de la prueba.

P.7.5 Asimismo, antes de la realización de la prueba se requiere determinar el punto de ebullición local del agua, de la siguiente manera:

- hervir agua en una olla (5 L); cuando se produzca la ebullición y ésta se mantenga por unos 5 min, medir la temperatura del agua con el termómetro digital colocado a 5 cm del fondo de la olla. Se registrará la temperatura mínima y máxima, durante los 5 min señalados. La temperatura de ebullición corresponderá al promedio de las temperaturas mínima y máxima registradas.

P.7.6 Se usarán tantas ollas como hornallas tenga la cocina.

P.8 PROCEDIMIENTO

La prueba incluye tres (3) fases:

P.8.1 Primera fase: Poder calorífico alto potencia alta (inicio frío)

- pesar la olla vacía. Si se usa más de una olla, registrar el peso de cada una de ellas
- pesar el contenedor vacío (destinado para pesar el combustible y el carbón)
- pesar el primer lote de combustible en el contenedor
- llenar las ollas con 5 L de agua limpia a temperatura del ambiente
- registrar la temperatura inicial del agua en cada olla con el termómetro digital sumergible
- colocar un termómetro digital sumergible, en cada olla, sujetándolo con piezas de madera u otros, de forma tal, que sea posible medir la temperatura del agua en el centro de la olla, a 5 cm del fondo de la misma

- pesar el material de ignición que será utilizado para encender el fuego, no más de 30 g
- una vez que el fuego se ha iniciado, registrar la hora de inicio
- durante la prueba se debe mantener la llama del fuego estable manteniendo en lo posible una cantidad uniforme de combustible dentro de la cámara de combustión
- cuando el agua en la primera olla alcanza la temperatura de ebullición local, inmediatamente registrar la hora de culminación de la prueba y la temperatura del agua en cada una de las ollas utilizadas
- inmediatamente pesar cada olla con el agua
- rápidamente retirar todo el combustible de la cocina, extinguiendo las llamas del combustible (no usar agua para extinguir las llamas). Sacudir dentro de la cámara de combustión todo el carbón suelto de los extremos del combustible que aún no se haya consumido
- pesar inmediatamente el combustible retirado de la cocina juntamente con el combustible restante del primer lote previamente pesado
- tamizar todo el carbón y la ceniza sobrantes dentro de la cámara de combustión. Colocar el carbón residual en el contenedor, pesar y registrar este dato.
- desechar la ceniza sobrante

NOTA

Se debe procurar que el tiempo utilizado en realizar el procedimiento desde el hervido de la primera olla en la 1ª fase y el encendido de la cocina en la 2ª fase, no supere los 5 min.

Estos 5 min contemplan el pesado y llenado de las ollas, así como el pesado del combustible y material de ignición para iniciar la segunda fase.

P.8.2 Segunda fase; Potencia alta (inicio caliente)

- la segunda fase de la prueba se inicia inmediatamente después de la primera fase con la cocina aún caliente.
- tomar el peso de la olla vacía. Si se usa más de una olla, registrar el peso de cada una de ellas.
- llenar las ollas (5 L) con agua fría.
- utilizar el segundo lote de combustible y material de ignición previamente pesados y designados para esta prueba.
- encender nuevamente el fuego.
- registrar la hora de inicio.
- similarmente a lo efectuado en la primera fase, se debe mantener la llama del fuego estable manteniendo en lo posible una cantidad uniforme de combustible dentro de la cámara de combustión.
- cuando el agua en la primera olla alcanza la temperatura de ebullición local, inmediatamente registrar la hora de culminación de la prueba y la temperatura del agua en cada una de las ollas utilizadas.
- pesar cada una de las ollas con el agua
- inmediatamente coloque cada una de las ollas en la cocina (debiendo mantener la temperatura del agua hervida lo más estable como sea posible para permitir proceder directamente con la siguiente prueba a fuego lento).
- Quitar el combustible de la cocina sacudiendo el carbón dentro de la cámara de combustión y pesar juntamente con el combustible restante del segundo lote. Volver a colocar en la cámara de combustión el combustible retirado y proceder inmediatamente con la prueba de poder calorífico bajo.

NOTA

Se debe procurar que el tiempo utilizado en realizar el procedimiento desde el hervido de la primera olla en la 2ª fase y el encendido de la cocina en la 3ª fase, no supere los 5 min.

Estos 5 min contemplan el pesado de las ollas, así como el pesado del combustible.

P.8.3 Tercera fase: Potencia baja (fuego lento)

Esta fase de la prueba está diseñada para probar la capacidad de la cocina para hervir agua utilizando una cantidad mínima de combustible.

- empezar con los datos finales de la prueba de inicio caliente de poder calorífico alto, para entonces continuar reduciendo la llama e “hirviendo” el agua durante 45 min adicionales
- reducir la llama hasta mantener el agua a una temperatura de 3 °C inferior a la temperatura de ebullición, durante 45 min. La prueba se invalidará si la temperatura del agua en la olla varía más de 6 °C de la temperatura de ebullición
- transcurridos los 45 min, registrar la hora de culminación de la prueba y la temperatura del agua que debe ser todavía 3 °C inferior a la temperatura de ebullición
- inmediatamente pesar cada olla con el agua
- rápidamente retirar todo el combustible de la cocina, extinguiendo las llamas (no usar agua para extinguir las llamas). Sacudir dentro de la cámara de combustión todo el carbón suelto de los extremos del combustible que aún no se haya consumido
- pesar inmediatamente el combustible retirado de la cocina juntamente con el combustible restante del segundo lote previamente pesado
- tamizar todo el carbón y la ceniza sobrantes dentro de la cámara de combustión. Colocar el carbón residual en el contenedor, pesar y registrar este dato
- desechar la ceniza sobrante

La prueba de hervor de agua debe realizarse tres (3) veces por cada tipo de cocina, la misma debe estar fría antes de iniciar la secuencia de pruebas.

P.9 PROCESAMIENTO DE DATOS

P.9.1 Mediante las ecuaciones incluidas en la hoja de cálculo del presente Anexo, se determinará:

- consumo energético en 5 L de agua
- tiempo requerido para hervir 5 L de agua

P.9.2 De acuerdo a los resultados obtenidos se evaluará si la cocina cumple o no las conformidades asignadas, de acuerdo a las siguientes tablas:

Consumo energético para completar el WBT con 5L de agua, en kJ/L	Valor referencial	Evaluación de conformidad
(Valor obtenido)	$BE \leq 20\,000 \text{ kJ/5L}$	SI / NO

Tiempo de hervido de 5 L de agua en la prueba, en min	Valor referencial	Evaluación de conformidad
(Valor obtenido)	$\Delta t_c \leq 30 \text{ min.}$	SI / NO

*Estos valores serán modificables de acuerdo a las actualizaciones en la tecnología, en los foros Internacionales de expertos en la materia.

P.10 TOMA DE DATOS Y CÁLCULOS

P.10.1 Datos que se consideran constantes a lo largo de la prueba:

Dato a tomar	Unidad	Símbolo	Observaciones
--------------	--------	---------	---------------

Dato a tomar	Unidad	Símbolo	Observaciones
Valor calorífico mayor (combustible seco)	MJ/kg	HHV	Determinado en laboratorio
Valor calorífico menor (combustible seco)	MJ/kg	LHV	Cálculo obtenido mediante hoja electrónica
Contenido de humedad en el combustible	(% - base húmeda)	m	Determinado en laboratorio o con medidor portátil de humedad
Valor calorífico efectivo (de acuerdo al contenido de humedad del combustible)	MJ/kg	C_{eff}	Cálculo obtenido mediante hoja electrónica
Peso de la olla vacía	Gramos	P	Determinado antes de la prueba
Peso del recipiente vacío para carbón y cenizas	Gramos	K	Determinado antes de la prueba
Punto de ebullición local del agua	° C	T _b	Determinado antes de la prueba

Donde:

$$C_{eff} = LHV(1 - m) - (m((T_b - T_a) * C_{agua} + \lambda_{agua}))$$

C_{eff} .: Este es el valor calorífico efectivo del combustible que representa la energía requerida para calentar y evaporar la humedad presente

LHV: Valor Calorífico Inferior.

m: contenido de humedad en el combustible en % de base húmeda.

T_b: Es el punto local de ebullición del agua

T_a: Es la temperatura ambiente.

C_{agua}: Es el calor específico del agua.

λ_{agua} : Es el valor del calor latente del agua a la T_b

P.10.2 Prueba de Potencia alta de Inicio Frío y Caliente

NOTA

El subíndice "c" corresponde al inicio frío (cold), el subíndice "h" corresponde al inicio caliente (hot).

Las ecuaciones presentadas a continuación para el inicio en frío se aplican del mismo modo para el inicio en caliente considerando solamente el cambio del subíndice.

Variables medidas antes y después de la prueba

Dato a tomar	Unidad	Símbolo
Peso del combustible antes de la prueba	g	f _{ci}
Peso de la olla con agua antes de la prueba	g	P _{ci}
Temperatura del agua antes de la prueba	°C	T _{ci}
Hora de inicio de la prueba	h:min	t _{ci}
Peso del combustible después de la prueba	g	f _{cf}
Peso del recipiente con carbón después de la prueba	g	C _c

Dato a tomar	Unidad	Símbolo
Peso del combustible antes de la prueba	g	f_{ci}
Peso de la olla con agua antes de la prueba	g	P_{ci}
Temperatura del agua antes de la prueba	°C	T_{ci}
Hora de inicio de la prueba	h:min	t_{ci}
Peso del combustible después de la prueba	g	f_{cf}
Peso del recipiente con carbón después de la prueba	g	C_c
Peso de la olla con agua después de la prueba	g	P_{cf}
Temperatura del agua después de la prueba	°C	T_{cf}
Hora de finalización de la prueba	h:min	t_{cf}

Variables que son calculadas

Dato a calcular	Unidad	Símbolo
Combustible consumido, húmedo	g	f_{cm}
Cambio en carbón durante la fase de prueba	g	ΔC_c
Equivalente de combustible seco consumido	g	f_{cd}
Agua evaporada	g	W_{cv}
Agua restante al final de la prueba	g	W_{cr}
Tiempo de hervido	min	Δt_c
Eficiencia térmica	%	h_c
Rango de combustible consumido	g/min	r_{cb}
Consumo específico del combustible	g de combustible / g de agua	SC_c
Temperatura corregida por el consumo de combustible específico	g de combustible / g de agua	$SC_{T_h}^T$
Potencia del fuego	W	FP_c
Consumo de combustible	g/L	BF
Consumo energético	kJ/L	BE

P.10.2.1 Cálculos

Combustible consumido (húmedo) (f_{cm})

Ésta es la cantidad de combustible que fue usado para llevar el agua a su ebullición, tomando la diferencia del lote inicial de combustible y el combustible que permanece al final de la fase de la prueba:

$$f_{cm} = f_{ci} - f_{cf}$$

Cambio neto en carbón durante la fase de la prueba (ΔCc)

Esta es la cantidad de carbón creada durante la prueba menos el carbón remanente de la cocina al final de la fase de la prueba. Debido a su alta temperatura, el carbón se pondrá en un recipiente pre-pesado vacío de masa k (que será proporcionado por los técnicos verificadores) y pesando el carbón con el recipiente, se sustrae las dos masas.

$$\Delta Cc = Cc - k$$

Equivalente de combustible seco consumido (f_{cd})

Éste es un cálculo que ajusta la cantidad de combustible que fue quemado para responder a dos factores: (1) la energía que fue necesaria para quitar la humedad en el combustible y (2) la cantidad de carbón restante no quemado. El cálculo se hace de la siguiente manera:

$$f_{cd} = f_{cm} \cdot (1 - m) - \frac{m \cdot f_{cm} \cdot [C_{agua} \cdot (T_b - T_a) + \lambda_{agua}]}{LHV}$$

Agua evaporada (W_{cv})

Ésta es la medida de la cantidad de agua perdida a través de la evaporación durante la prueba. Es calculado por la sustracción simple de peso inicial de las ollas con agua menos el peso final de las ollas y el agua remanente. Considerando hasta cuatro ollas, se tiene,

$$W_{cv} = \sum_{j=1}^4 (P_{j_{ci}} - P_{j_{cf}})$$

Agua que permanece al final de la prueba (W_{cr})

Esta es la medida de la cantidad de agua calentada para hervir. Es calculado por la sustracción simple del peso final de la olla con agua y menos el peso inicial de la olla vacía, con una corrección para el agua en las ollas adicionales que no llegaron a hervir ($j=2$):

$$W_{cr} = \sum_{j=1}^4 \left[(P_{j_{cf}} - P_j) \cdot \left(\frac{T_{j_{cf}} - T_{j_{ci}}}{T_b - T_{j_{ci}}} \right) \right]$$

Donde j corresponde al número de ollas en la cocina.

Tiempo de hervido (Δt_c)

Éste simplemente es el tiempo tomado para realizar la prueba. Es una diferencia del reloj simple:

$$\Delta t_c = t_{cf} - t_{ci}$$

la corrección de temperatura para el tiempo de hervido de la primera olla es:

$$\Delta t_c = \frac{\Delta t_c \cdot 75}{(T_b - T1_{ci})}$$

Eficiencia térmica (h_c)

Ésta es una cantidad del trabajo realizado calentando y evaporando el agua respecto a la energía consumida por unidad de combustible quemado. Se calcula de la siguiente manera de acuerdo al número de ollas de la cocina:

$$h_c = \frac{\left[C_{agua} \cdot \sum_{j=1}^4 (P_{j_{ci}} - P_j) \cdot (T_{j_{cf}} - T_{j_{ci}}) \right] + \lambda_{agua} \cdot W_{cv}}{f_{cd} \cdot LHV}$$

Rango de combustible consumido (r_{cb})

Ésta es una medida de la proporción de consumo de combustible mientras se trae el agua a ebullición. Es calculado dividiendo el equivalente del combustible seco consumido con el tiempo que tarda la prueba.

$$r_{cb} = \frac{f_{cd}}{\Delta t_c}$$

Consumo específico de combustible (SC_c)

Debe ser considerado como “el combustible exigido para producir el rendimiento de la unidad” si el rendimiento es el agua hervida, frijoles cocinados, o barras de pan. En el caso de la primera fase de la prueba (inicio frío), es una medida de la cantidad de combustible exigido para producir un litro (o kilo) de agua hervida que empieza con la cocina fría. Es calculado de la siguiente manera:

$$SC_c = \frac{1000 \cdot f_{cd}}{W_{cr}}$$

Temperatura corregida por el consumo de combustible específico (SC^T_c)

Esto corrige el consumo específico para responder las diferencias en las temperaturas del agua inicial. La corrección es un factor simple que “normaliza” el cambio de temperatura observado en las condiciones de la prueba a un “normal” cambio de temperatura de 75 °C (de 25 °C a 100 °C). Es calculado de la siguiente manera:

$$SC_c^T = SC_c \cdot \frac{75}{T_b - T1_{ci}}$$

Potencia del fuego (FP_c)

Ésta es una proporción de la energía del combustible consumido por la cocina por tiempo de la unidad. Dícese el rendimiento medio de poder de la cocina (en Vatios) durante la prueba de potencia alta.

$$FP_c = \frac{f_{cd} \cdot LHV}{(\Delta t_c \cdot 60)}$$

P.10.3 Prueba de Potencia baja (Hervido a fuego lento)

Variables que son directamente medidas

Dato a tomar	Unidad	Símbolo
Peso del combustible no utilizado cuando el agua llega a hervir	g	f_{si}
Peso de la olla con agua cuando ésta llega a hervir	g	P_{si}
Temperatura del agua a ebullición ($T_{si} = T_b$)	°C	T_{si}
Tiempo de inicio de la fase de prueba de hervido	hrs	t_{si}
Peso restante del combustible no quemado después de la prueba	g	f_{sf}
Peso del recipiente con carbón después de la prueba	g	C_s
Peso de la olla con agua después de la prueba	g	P_{sf}
Temperatura del agua al final de la prueba	°C	T_{sf}

Variables que son calculadas

Dato a tomar	Unidad	Símbolo
Combustible consumido, húmedo	G	f_{cm}
Cambio neto en carbón durante la fase de prueba	G	C_s
Equivalente de combustible seco consumido	G	f_{sd}
Agua vaporizada	g	W_{sv}
Agua restante al final de la prueba	g	W_{sr}
Tiempo de hervido	hrs	t_s
Eficiencia térmica	%	h_s
Rango de combustible consumido	g/min	r_{sb}
Consumo específico de combustible	g de combustible / g de agua	SC_s

Dato a tomar	Unidad	Símbolo
Potencia del fuego	W	FP _s
Rango de rechazo	---	TDR

P.10.3.1 Cálculos

Los cálculos son similares a los de la prueba de potencia alta, excepto que se utiliza un subíndice “s” para todas las variables del sistema. Para el caso de potencia baja, sin embargo, se tienen los siguientes cálculos específicos:

Cambio neto en el trabajo por horas durante la fase de la prueba (ΔC_s)

$$\Delta C_s = (C_s - k) - \Delta C_c$$

Rango de rechazo

$$TDR = \frac{FP_c}{FP_s}$$

NOTA

Todas las anteriores fórmulas han sido desarrolladas por Aprovecho Research Center y su cálculo ha sido automatizado en hoja electrónica para la prueba de hervor de agua (WBT). Para obtener las hojas de cálculo oficiales y sus diferentes versiones así como información de apoyo, visitar: <http://www.aprovecho.org/lab/pubs/testing>

P.10.4 Cálculos finales considerando las tres fases

Para obtener los datos finales de evaluación de la cocina de acuerdo al criterio del punto P9.2, se realizan los cálculos considerando las tres fases de la prueba de hervor de agua.

Consumo de combustible (BF)

Es el promedio del consumo específico de combustible de cada fase que ayuda a completar la prueba de hervor de de agua WBT

$$BF = 5 \times \left[\frac{(SC_c^T + SC_h^T)}{2} + SC_s \right]$$

Consumo energético (BE)

Es la cantidad de energía necesaria, generada por el combustible quemado y dirigida directamente a las ollas con agua, para completar las tres (3) fases de la prueba WBT.

$$BE = \left(\frac{BF}{1000} \right) \cdot LHV$$