

**COCINAS LIMPIAS. MÉTODOS DE ENSAYO**

NTN 15 014 – 15

NORMA TÉCNICA NICARAGÜENSE**DESCRIPTORES:** método de ensayo, equipo doméstico, cocinas, eficiencia energéticas**Derecho de reproducción reservado**

Contenido

INFORME	4
1. OBJETO	5
2. CAMPO DE APLICACIÓN	5
3. REFERENCIAS NORMATIVAS	5
4. DEFINICIONES	5
5. ASPECTOS GENERALES.....	5
6. DETERMINACIÓN DE VALOR REFERENCIAL DE USO DE ENERGÍA	6
6.1. Instrumental.....	6
6.2. Accesorios	6
6.3. Materiales	6
6.4. Material Combustible seco (leña).....	7
6.4.1. Características del material combustible	7
6.5. Recinto de ensayo.....	7
6.6. Aspectos Preliminares del ensayo	8
6.7. Procedimiento WBT.....	9
6.7.1. Primera fase - Poder calorífico alto, Potencia alta (inicio en frío o cold start)	9
6.7.2. Segunda fase - Potencia alta (inicio en caliente o hot start).....	10
6.7.3. Tercera fase - Potencia baja (hervor a fuego lento)	11
6.8. Procesamiento de datos y evaluación	11
6.9. Toma de datos y cálculos	12
6.10. Prueba de potencia alta, inicio en frío y en caliente.....	13
6.10.1. Cálculos.....	14
6.10.1.1. Combustible consumido - húmedo (f_{cm}).....	14
6.10.1.2. Cambio neto en carbón durante la fase de la prueba (ΔC_c).....	14
6.10.1.3. Equivalente de combustible seco consumido (f_{cd}).....	14
6.10.1.4. Agua evaporada (W_{cv})	15
6.10.1.5. Agua remanente al final de la prueba (W_{cr}).....	15
6.10.1.6. Tiempo de hervor (Δt_c).....	15
6.10.1.7. Eficiencia térmica (h_c).....	16
6.10.1.8. Rango de combustible consumido (r_{cb}).....	16
6.10.1.9. Consumo específico de combustible (SC_c).....	16
6.10.1.10. Temperatura corregida por el consumo de combustible específico ($SCCT$)	16
6.10.1.11. Potencia del fuego (FP_c)	16
6.10.2. Cálculos.....	17
6.10.2.1. Cambio neto en el trabajo por horas durante la fase de la prueba (ΔC_s).....	17
6.10.2.2. Rango de rechazo,	18

6.10.3. Cálculos finales considerando las tres (3) fases	18
6.10.3.1. Consumo de combustible (<i>BF</i>).....	18
6.10.3.2. Consumo energético (<i>BE</i>)	18
7. DETERMINACIÓN DE LA REDUCCIÓN RELATIVA DE CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	18
7.1. Instrumental.....	19
7.2. Accesorios	19
7.3. Materiales	19
7.4. Recintode ensayo.....	19
7.5. Aspectos preliminares del ensayo	19
7.6. Procedimiento.....	20
7.7. Procesamiento de datos y evaluación	20
8. DETERMINACIÓN DE REDUCCIÓN RELATIVA DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 2,5 MICRÓMETROS.....	21
8.1. Material particulado menor a 2,5 micrómetros	22
8.2. Tasa de ventilación.....	22
8.3. Instrumental.....	22
8.4. Accesorios	22
8.5. Materiales	22
8.6. Recinto de ensayo.....	23
8.7. Aspectos preliminares del ensayo	23
8.8. Procedimiento.....	23
8.9. Procesamiento de datos y evaluación	24
9. EVALUACIÓN DE COCINAS LIMPIAS - CONDICIONES DE SEGURIDAD	25
9.1. Bordes y zonas agudas	25
9.2. Inclinación de la cocina.....	25
9.3. Probabilidad de expulsión de combustible ardiente	27
9.4. Obstrucciones cercanas a la superficie de la cocina	28
9.5. Temperatura de la superficie de la cocina	29
9.6. Transmisión de calor a los alrededores.....	30
9.7. Aislamiento térmico de la chimenea	32
9.8. Llamas circundantes a la olla.....	33
9.9. Llamas y/o combustible que salen de la cámara de combustión	35
ANEXO A	36
(Informativo).....	36
ANEXO B.....	37
(Informativo).....	37

INFORME

El Comité Técnico a cargo de la revisión de la Norma Técnica Nicaragüense denominada: **NTN 15 014 – 15 Cocinas Limpias: Métodos de Ensayo**, estuvo integrado por representantes de las siguientes instituciones:

Universidad Nacional de ingeniería (UNI)	María Castillo Rayo
Universidad Nacional de ingeniería (UNI)	Carlos Rosales Robles
Universidad Centro Americana (UCA)	Claudio Wheelock H
Asociación para el Fomento Dendroenergético de Nicaragua (PROLEÑA)	Leonardo Mayorga García
Asociación para el Fomento Dendroenergético de Nicaragua (PROLEÑA)	Marlyng Buitrago
Cocinas MI FOGON León	Santamaria
Fundación Red de Energía BUN-CA	Juan Gutiérrez Rivas
Ministerio de Energía y Minas (MEM)	Félix Rodríguez Peralta
Ministerio de Energía y Minas (MEM)	Julio Pérez Aguilar
Ministerio de Energía y Minas (MEM)	Marlon Díaz Robleto
Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales(MARENA)	Rubén Urbina Juárez
Ministerio de Salud (MINS)	Aníbal González Zúniga
Ministerio de la Mujer (MINIM)	Maritza Obando Salazar
Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC)	Heilyng Karina Sequeira
	Sílfida Miranda González

Esta Norma fue aprobada por el Comité Técnico de Normalización en la sesión de trabajo del día viernes 29 de julio del 2016, luego de revisados los comentarios de consulta pública.

1. OBJETO

Establecer los métodos de ensayo para la evaluación de cocinas limpias que utilicen leña para la cocción de alimentos respecto a eficiencia energética, emisiones intra-domiciliarias y seguridad.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Es aplicable a los laboratorios que realizan los ensayos para la evaluación de las cocinas limpias.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

NTN 10 003 - 15 Cocinas Limpias. Especificaciones de Producto

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma, aplican los términos y definiciones proporcionadas en la NTN 10 003 - 15 Cocinas Limpias. Especificaciones de Producto, además de las siguientes:

4.1 Partes por millón en volumen (ppmv). Unidades de medida usadas para expresar la concentración de gases.

5. ASPECTOS GENERALES

Las condiciones de evaluación requieren como mínimo:

1. Un ambiente cerrado con un volumen y una tasa de ventilación conocidos con espacio suficiente para la operación de la(s) cocina(s) limpia(s) y manejo de combustible.
2. Equipamiento mínimo para medición de temperaturas, masas, tiempos y concentraciones de monóxido de carbono (CO) y PM-2,5.
3. Equipos de protección personal para las/los participantes en la evaluación: mascarillas de protección para gases y material particulado, gafas de seguridad, guantes, botas, ropa de trabajo, etc.
4. Ambiente para almacenamiento de combustible (leña) que permita proteger la misma de condiciones ambientales externas.
5. Condiciones mínimas de seguridad contra incendio (extintores tipo ABC, acceso a un punto de hidrante y/o fuente de agua continua).

La cocina a ser evaluada, debe contar con un documento descriptivo provisto por el o la fabricante donde se incluye como mínimo: nombre comercial, diagrama esquemático de la cocina con dimensiones internas y externas en vista de planta y lateral, descripción de los materiales que componen la cocina, recomendaciones de operación e instalación y peso neto de la cocina.

6. DETERMINACIÓN DE VALOR REFERENCIAL DE USO DE ENERGÍA

En el presente capítulo se establecen los procedimientos a seguir para determinar el rendimiento energético de la cocina a través del Valor referencial de uso de energía - Prueba de hervor de agua (WBT).

Estos procedimientos se aplican a cocinas de uso domiciliario tanto portátiles como fijas ya sea de una o varias ollas así como cocinas tipo “plancha” o mixtas (plancha y olla) y de usos productivos.

6.1. Instrumental

- balanza electrónica con una capacidad mayor a 6 kg y precisión de ± 1 g;
- termómetro digital con precisión de $1/10$ °C que incluye sonda de inmersión en líquidos y termocupla de ambiente tipo K;
- cronómetro;
- medidor de humedad potenciométrico para madera de (6 - 40)% con $\pm 0,1$ % de error.

6.2. Accesorios

- ollas estándar con capacidad mínima de 7,5 L;
- en el caso de cocinas tipo “plancha” o mixtas se requieren recipientes rectangulares contruidos de Mylar¹o film de aluminio;
- 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;
- equipos de protección personal para las/los participantes en la evaluación: mascarillas de protección para gases y material particulado, gafas de seguridad, guantes, botas, ropa de trabajo, etc.

6.3. Materiales

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

¹Nombre comercial de una película de plástico PET (tereftalato de polietileno) resistente al calor que se adecua a la superficie de contacto de la cocina tipo “plancha”.

- encendedor (fósforos y otros).

6.4. Material Combustible seco (leña)

Las especies a utilizar recomendadas en los ensayos son las siguientes:

- a) **Quebracho (Nombre científico *Lysiloma spp*).** Otros nombres comunes son frijolillo, Jigüe, Zalam. Familia: Mimosaceae.
- b) **Madero Negro (Nombre científico: *Gliricidia sepium*).** Otros nombres comunes son Madre Cacao, Madero, Mata Ratón. Familia: Fabáceas.

Se puede utilizar uno u otro exclusivamente. Hay que determinar su poder calorífico base seca a nivel de laboratorio y contenido de cenizas.

6.4.1. Características del material combustible

a) Físicas

- Contenido de humedad entre (10 - 12) %, se prefiere como medición de humedad el método gravimétrico.
- Secado al aire o en estufa de secado.
- Si se utiliza para la medición equipos con conductímetros deben ser calibrados con múltiples ensayos contra el método gravimétrico.

b) Parámetros de dimensiones

- Las piezas de madera para cocinas de uso doméstico deben tener de (2,5 x 1,5 x 40) cm de dimensiones.
- Las piezas de madera para cocinas de uso productivo debe tener de (3,5 x 2,5 x 50) cm de dimensiones.
- Las piezas deben ser aserradas, sin cáscaras y ser usadas solamente para ensayos.

6.5. Recinto de ensayo

La realización de la prueba de hervor de agua del (WBT) y la toma de registros se realiza en el interior de un recinto de prueba con un espacio que albergue la cocina y permita la adecuada realización del ensayo.

6.6. Aspectos Preliminares del ensayo

Previo a la realización de la prueba, se debe determinar en laboratorio el poder calorífico superior del combustible (HHV) de la siguiente manera:

- 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.
- Determinar las dimensiones promedio de las piezas del combustible a utilizar.
- Usar combustible en piezas similares para reducir variaciones de las condiciones de la prueba.
- Registrar la temperatura del ambiente al inicio de la prueba.
- La olla u ollas utilizadas en la evaluación de las cocinas de uso productivo deben tener un volumen no menor de 15 L en total y un peso con que están construidas no mayor del 20 % del peso del agua durante la prueba.

Antes de la realización de la prueba de hervor de agua (WBT) se requiere determinar el punto de ebullición local del agua, de la siguiente manera:

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

Se usarán tantas ollas como hornillas tenga la cocina. Si la cocina es tipo “plancha”, se debe cubrir por lo menos el 70% del área disponible con uno o dos recipientes construidos con material Mylar o lámina de aluminio. El volumen de los recipientes debe ser por lo menos de 5L.

En el caso de cocinas mixtas (ollas y plancha), se debe usar tanto la(s) olla(s) requeridas como los recipientes de Mylar o lámina de aluminio necesarios para cubrir la sección de la plancha.

6.7. Procedimiento WBT

La prueba incluye tres (3) fases.

6.7.1. Primera fase - Poder calorífico alto, Potencia alta (inicio en frío o cold start)

La primera fase se inicia cuando la cocina esta fría, realizando las siguientes actividades:

1. si se usa más de una olla, registrar el peso de cada una de ellas² (pesar la olla vacía);
2. pesar el contenedor vacío (destinado para pesar el combustible y el carbón);
3. pesar el primer lote de combustible en el contenedor;
4. llenar las ollas con 5 L de agua limpia a temperatura del ambiente;
5. registrar la temperatura inicial del agua en cada olla con el termómetro digital sumergible;
6. 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;
7. pesar el material de ignición que será utilizado para encender el fuego, no más de 30 g;
8. una vez que el fuego se ha iniciado, registrar la hora de inicio;
9. 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;
10. 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;
11. inmediatamente pesar cada olla con el agua, en el caso de recipientes tipo Mylar o de aluminio tener precaución de levantar el mismo sobre una base de refuerzo;
12. 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;
13. pesar inmediatamente el combustible retirado de la cocina juntamente con el combustible restante del primer lote previamente pesado;

²Incluye recipientes de Mylar o aluminio si la cocina es tipo “plancha”

14. 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;
15. 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 primera fase y el encendido de la cocina en la segunda fase, no supere los 5 minutos.

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

6.7.2. Segunda fase - Potencia alta (inicio en caliente o hot start)

La segunda fase de la prueba, se inicia inmediatamente después de la primera fase con la cocina aún caliente tomando en cuenta los siguientes procedimientos:

1. tomar el peso de la olla vacía, si se usa más de una olla, registrar el peso de cada una de ellas;
2. si se usa más de una olla, registrar el peso de cada una de ellas³ (pesar la olla vacía);
3. llenar las ollas con 5 L de agua fría;
4. utilizar el segundo lote de combustible y material de ignición previamente pesados y designados para esta prueba;
5. encender nuevamente el fuego;
6. registrar la hora de inicio;
7. 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;
8. 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;
9. pesar cada una de las ollas con el agua considerando la recomendación para recipientes tipo Mylar o de aluminio para cocinas tipo plancha;
10. 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);
11. quitar el combustible de la cocina sacudiendo el carbón dentro de la cámara de

Autorizado de DNM para: BLP Abogados/Pavio Batres 2020-01-14
Referencia: GIC-AC 226
Licencia de Usuario Unico, Prohibido Copiar y Compartir en Redes

³Incluye recipientes de Mylar o aluminio si la cocina es tipo “plancha”

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 tercer fase- Potencia baja (hervor a fuego lento).

NOTA. Se debe procurar que el tiempo utilizado en realizar el procedimiento desde el hervido de la primera olla en la segunda fase y el encendido de la cocina en la tercera fase, no supere los 5 minutos. Estos 5 minutos contemplan el pesado de las ollas, así como el pesado del combustible.

6.7.3. Tercera fase - Potencia baja (hervor a 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, tomando en cuenta los siguientes procedimientos:

1. empezar con los datos finales de la prueba de inicio caliente de poder calorífico alto (segunda fase: peso del agua final, peso de la leña final, la temperatura del agua);
2. utilizando el mismo combustible, mantener la potencia de la llama para que continúe “hirviendo” el agua durante 45 minutos adicionales manteniendo el agua a una temperatura de 3 °C inferior a la temperatura de ebullición. La prueba se invalidará si la temperatura del agua en la olla baja más de 6 °C de la temperatura de ebullición;
3. transcurridos los 45 minutos, 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;
4. inmediatamente pesar cada olla con el agua;
5. 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;
6. pesar inmediatamente el combustible retirado de la cocina junto con el combustible restante del segundo lote previamente pesado;
7. 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;
8. desechar la ceniza sobrante.

La prueba de hervor de agua (WBT) debe realizarse tres (3) veces por cada tipo de cocina, la misma debe estar fría antes de iniciar la secuencia de pruebas. La evaluación del WBT para cocinas de uso productivo debe de realizarse con 15 L de agua distribuido en una o más ollas. Una vez introducidos los datos, la planilla de cálculo WBT 4.2.2 o mayor, mostrará resultados equivalentes a hervir 5 L de agua.

6.8. Procesamiento de datos y evaluación

Para el procesamiento de datos se debe utilizar la planilla de cálculo de la prueba de hervor de agua (WBT) versión 4.2.2 o mayor. De la pestaña de resultados se procede a determinar el consumo energético para hervir 5 L de agua.

De acuerdo a los resultados obtenidos se evaluará en referencia a la tabla siguiente:

Tabla No.1			
Evaluación del estándar de cumplimiento para consumo de energía			
Consumo de energía para completar el WBT para 5 L de agua en kJ/L	Tipo de Cocina Limpia	Valor de Referencia*	Evaluación
(Valor proveniente de planilla WBT)	Cocina de una o dos ollas con o sin chimenea	$BE \leq 27\ 500$	SI / NO
(Valor proveniente de planilla WBT)	Cocina tipo plancha o plancha con una olla con o sin chimenea	$BE \leq 40\ 000$	SI / NO
(Valor proveniente de planilla WBT)	Cocina de uso comercial con una olla	$BE \leq 25\ 000$	SI / NO
(Valor proveniente de planilla WBT)	Cocina de uso productivo tipo plancha	$BE \leq 30\ 000$	SI / NO

*Los valores pueden ser modificados regularmente de acuerdo a los avances en las tecnologías y el resultado de pruebas con mayor respaldo experimental.

6.9. Toma de datos y cálculos

Tabla No. 2			
Datos que se consideran constante a lo largo de la prueba			
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	g	P	Determinado antes de la prueba
Peso del recipiente vacío para carbón y cenizas	g	K	Determinado antes de la prueba
Punto de ebullición local del agua	° C	T _b	Determinado antes de la prueba

El valor calorífico efectivo del combustible que representa la energía requerida para calentar y evaporar la humedad, se calcula a partir de la siguiente fórmula:

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

donde,

Elaborado por: DNI para el MP Abogado Javier Batres 2020-01-14
Referencia: GIC-AC 226
Licencia de Usuario Unico, Prohibido Copiar y Compartir en Redes

- C_{eff} valor calorífico efectivo;
 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 T_b .

6.10. Prueba de potencia alta, inicio en frío y en caliente

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.

NOTA. El subíndice “c” corresponde al inicio en frío (cold), el subíndice “h” corresponde al inicio en caliente (hot).

Tabla No. 3		
Variables y unidades de 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
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}

Tabla No. 4		
Variables y unidades de 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_{cc}
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 _h ^T
Potencia del fuego	W	FP _c
Consumo de combustible	g/L	BF
Consumo energético	kJ/L	BE

6.10.1. Cálculos⁴

6.10.1.1. 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 y restante al final de la fase de la prueba, se calcula a partir de la siguiente fórmula:

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

6.10.1.2. 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) pesando el carbón con el recipiente, se sustrae las dos (2) masas, se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\Delta Cc = Cc - k$$

6.10.1.3. Equivalente de combustible seco consumido (f_{cd})

Éste es un cálculo que ajusta la cantidad de combustible que fue quemado para responder a dos (2) factores:

1. la energía que fue necesaria para quitar la humedad en el combustible y;
2. la cantidad de carbón restante, no quemado.

⁴Los cálculos que se detallan se aplican tanto a cocinas de ollas o cocinas tipo “plancha”

El cálculo se hace de la siguiente manera:

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

6.10.1.4. Agua evaporada (W_{cv})

Ésta es la medida de la cantidad de agua perdida a través de la evaporación durante la prueba, calculada por la sustracción simple del peso inicial de las ollas con agua menos el peso final de las ollas y el agua remanente.

Considerando hasta cuatro (4) ollas, calculado de la siguiente manera:

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

6.10.1.5. Agua remanente al final de la prueba (W_{cr})

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

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

donde,

j corresponde al número de ollas en la cocina.

6.10.1.6. Tiempo de hervido (Δt_c)

Éste es el tiempo tomado para realizar la prueba, es una simple diferencia de tiempo, calculado de la siguiente manera:

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

La corrección de temperatura para el tiempo de hervido de la primera olla, calculado de la siguiente manera:

$$\Delta t_c = \frac{\Delta t_c \cdot 75}{(T_b - T_{1_{ci}})}$$

Autorizado por DNM, Cía: BLP Abogados/Favio Batres 2020-01-14
Referencia: GIC-AC 226
Licencia de Usuario Unico, Prohibido Copiar y Compartir en Redes

6.10.1.7. Eficiencia térmica (h_c)

Ésta es la cantidad de energía utilizada para calentar y evaporar el agua por unidad de energía de combustible quemado. Se calcula de la siguiente manera de acuerdo al número de ollas de la cocina, calculado de la siguiente manera:

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

6.10.1.8. Rango de combustible consumido (r_{cb})

Ésta es una medida de la proporción de consumo de combustible mientras se lleva el agua a ebullición.

Se calcula dividiendo el equivalente del combustible seco consumido entre el tiempo que tarda la prueba, calculado de la siguiente manera:

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

6.10.1.9. Consumo específico de combustible (SC_c)

Debe ser considerado como el combustible requerido para calcular el rendimiento de la unidad. En el caso de la primera fase de la prueba (inicio en frío), es una medida de la cantidad de combustible requerido para llevar 1L de agua a ebullición, con la cocina fría, calculado de la siguiente manera:

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

6.10.1.10. Temperatura corregida por el consumo de combustible específico (SC_c^T)

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 cambio de temperatura “normal” de 75 °C, de (25 a 100) °C, calculado de la siguiente manera:

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

6.10.1.11. Potencia del fuego (FP_c)

Es la energía obtenida del combustible consumido por la cocina por unidad de tiempo, calculado de la siguiente manera:

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

a) Prueba de potencia baja (hervido a fuego lento)

Tabla No. 5		
Variables y unidades de 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	h	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}

Tabla No. 6		
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	h	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
Potencia del fuego	W	FP _s
Rango de rechazo	---	TDR

6.10.2. 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:

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

El Cambio neto en el trabajo por horas durante la fase de la prueba, es calculado de la siguiente manera:

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

6.10.2.2. Rango de rechazo,

El Rango de rechazo es calculado de la siguiente manera:

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

NOTA. Todas las anteriores fórmulas han sido desarrolladas en base a trabajos de 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, consultar: <http://www.cleancookstoves.org/> o <http://www.aprovecho.org/lab/pubs/testing>

6.10.3. Cálculos finales considerando las tres (3) fases

Para obtener los datos finales de evaluación de la cocina de acuerdo al criterio del punto de la tabla 1 se realizan los cálculos considerando las tres (3) fases de la prueba de hervor de agua (WBT).

6.10.3.1. Consumo de combustible (BF)

Es el promedio del consumo específico (BF) de combustible de cada fase que ayuda a completar la prueba de hervor de agua (WBT), calculado de la siguiente manera:

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

6.10.3.2. Consumo energético (BE)

El consumo energético (BE) es el gasto total de energía en un proceso determinado, calculado de la siguiente manera:

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

7. DETERMINACIÓN DE LA REDUCCIÓN RELATIVA DE CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

Este capítulo establece el procedimiento a seguir para determinar la reducción relativa de la concentración de monóxido de carbono (CO) generado por una cocina limpia en funcionamiento, en el interior de un recinto de prueba.

7.1. Instrumental

- equipo de medición de concentración de monóxido de carbono (CO);
- termómetro digital con 0,1 °C de precisión tipo K;
- cronómetro;
- balanza electrónica digital de 1 g de precisión y 30 kg de capacidad;
- medidor de humedad de (6 - 40) % con ± 1 % de error;
- extractor de aire o medidor de velocidad del aire para calcular la tasa de renovación.

7.2. Accesorios

- ollas (de capacidad mayor a 5 L);
- flexómetro;
- recipiente para el combustible;
- equipos de protección personal para las/los participantes en la evaluación: mascarillas de protección para gases y material particulado, gafas de seguridad, guantes, botas, ropa de trabajo, etc.

7.3. Materiales

- un lote de combustible seco de (5-7) kg;
- 5 L de agua por cada olla;
- material de ignición (30 g);
- fósforos.

7.4. Recinto de ensayo

Los registros de concentración de monóxido de carbono (CO) se realizan en el interior de un recinto de prueba con un espacio que albergue la cocina y permita la adecuada realización del ensayo, para esto es necesario conocer la tasa de ventilación del recinto.

7.5. Aspectos preliminares del ensayo

En pruebas preliminares se determinará las características de operación del equipo a utilizar para la medición de monóxido de carbono (CO) intradomiciliar.

Si es que así lo requiere el equipo de medición, verificar su adecuada calibración y

funcionamiento.

Para la realización de la prueba, las baterías deben estar cargadas.

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. El lote de combustible necesario para la prueba debe estar pesado y ubicado en el ambiente de testeo. Todo esto de acuerdo al protocolo de la prueba de hervor de agua (WBT).

La realización de la prueba estará a cargo de personal previamente capacitado.

Se deben realizar tres (3) prueba de hervor de agua (WBT), asegurándose que la cocina se encuentre fría y el ambiente se encuentre ventilado antes del inicio de cada prueba.

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

7.6. Procedimiento

1. Colocar el equipo de medición de monóxido de carbono (CO) a la altura de la entrada de alimentación 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 y la estatura promedio de las/los usuarios de la cocina). En el caso de que se use un sistema de mezcla forzada en el ambiente (abanico de techo) el equipamiento debe encontrarse a una altura de (1,8 - 2,0) m con preferencia en el centro de la habitación.
2. Iniciar el proceso de medición de monóxido de carbono (CO) según lo indicado en el manual de operación del equipo.
3. La prueba se inicia con el encendido de la cocina, manteniendo el equipo de medición activado durante todo el tiempo de duración de la prueba de hervor de agua (WBT) incluida la tercera fase.
4. Una vez concluido el tiempo de prueba apagar la cocina y paralelamente el equipo de medición de monóxido de carbono (CO), registrando la hora exacta de conclusión de la prueba.

7.7. Procesamiento de datos y evaluación

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:
 - a) media aritmética de la concentración de monóxido de carbono (CO) para toda la prueba de hervor de agua (WBT);
 - b) concentración máxima de monóxido (CO) durante la prueba;

Autorizado de DNM para: BLP Abogados/Favio Batres 2020-01-14
Referencia: GIC-AC-226

Prohibido su uso, reproducción, modificación y Compartir en Redes

- c) mayor concentración de monóxido (CO) en 15 minutos;
 - d) menor concentración de monóxido (CO) en 15 minutos.
2. Se calculará la media aritmética final utilizando el promedio obtenido en cada una de las tres (3) fases de la prueba de hervor de agua (WBT). Del mismo modo se calculará la desviación estándar (s) y el coeficiente de variación (COV) de las tres (3) pruebas. Si el coeficiente de variación (COV) resulta mayor a 25 % se debe incrementar el número de pruebas para disminuir el mismo.
 3. Se tomará como resultado de la prueba la comparación entre el valor obtenido en el numeral 7.7 (inciso 2) frente a una referencia establecida en la NTN 10 003 – 15 Cocinas Limpias. Especificaciones de Producto (numeral 6.3). Este resultado será la disminución relativa de la concentración de monóxido (CO) obtenida para una cocina mejorada frente a la concentración de monóxido (CO) obtenida para una cocina tradicional (estándar establecido), el cual es calculado de la siguiente manera:

$$RCO = \frac{C_b - C_p}{C_b} \times 100$$

donde,

RCO reducción relativa de la concentración de monóxido (CO);

C_b concentración base ambiente en ppm o µg/m³;

C_p concentración de la prueba en ppm o µg/m³.

De acuerdo al resultado anterior se evaluará en referencia a la tabla siguiente:

Tabla No. 7		
Evaluación del estándar de cumplimiento para reducción relativa de monóxido (CO), en %		
Reducción relativa de monóxido (CO), en %	Reducción relativa referencial de monóxido (CO), en %	Resultado de Evaluación
(Valor obtenido en la prueba)	≥ 85	SI
(Valor obtenido en la prueba)	< 85	NO

8. DETERMINACIÓN DE REDUCCIÓN RELATIVA DE MATERIAL PARTICULADO MENOR A 2,5 MICRÓMETROS

Establecer el procedimiento a seguir para determinar la reducción relativa de la concentración de material particulado menor a 2,5 micrómetro generado por una cocina limpia en funcionamiento, en el interior de un recinto de prueba.

8.1. Material particulado menor a 2,5 micrómetros

Es aquel material sólido o líquido finamente dividido, cuyo diámetro aerodinámico es menor a 2,5 μm (PM-2,5) y considerado como fracción respirable.

8.2. Tasa de ventilación

Valore del número de renovaciones del volumen de aire de un recinto por hora mediante el movimiento natural y/o forzado del aire.

8.3. Instrumental

- equipo de medición de concentración de material particulado PM-2,5;
- termómetro digital con 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;
- extractor de aire o medidor de velocidad del aire para calcular la tasa de renovación.

8.4. Accesorios

- ollas de capacidad mayor a 5 L;
- flexómetro;
- recipiente para el combustible;
- equipos de protección personal para las/los participantes en la evaluación: mascarillas de protección para gases y material particulado, gafas de seguridad, guantes, botas, ropa de trabajo, etc.

8.5. Materiales

- un lote de combustible seco de (5 - 7) kg;
- 5 L de agua por cada olla;
- material de ignición (30 g);
- fósforos.

8.6. Recinto de ensayo

Los registros de concentración de monóxido (CO) se realizan en el interior de un recinto de prueba con un espacio que albergue la cocina y permita la adecuada realización del ensayo. Es necesario conocer la tasa de ventilación del recinto.

8.7. Aspectos preliminares del ensayo

- En pruebas preliminares se determinará las características de operación del equipo a utilizar para la medición de PM-2,5 intradomiciliar.
- Verificar la adecuada calibración y funcionamiento del equipo de medición si lo requiere. Para la realización de la prueba, las baterías deben estar cargadas.
- 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. El lote de combustible necesario para la prueba debe estar pesado y ubicado en el ambiente de testeo. Todo esto de acuerdo al protocolo de prueba de hervor de agua (WBT).
- La realización de la prueba estará a cargo de personal previamente capacitado.
- Se deben realizar tres (3) pruebas de hervor de agua (WBT), asegurándose que la cocina se encuentre fría y el ambiente se encuentre ventilado antes del inicio de la prueba.
- En función del tipo de equipo de medición a utilizar, se debe medir la concentración de fondo de material particulado en el aire ambiente, antes de iniciar la prueba, por un lapso mínimo de 20 minutos.

8.8. Procedimiento

1. Colocar el equipo de medición de material particulado a la altura de la entrada de alimentación 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 y la estatura promedio de las/los usuarios de la cocina). En el caso de que se use un sistema de mezcla forzada en el ambiente (abanico de techo) el equipamiento debe encontrarse a una altura de (1,8-2,0) m con preferencia en el centro de la habitación.
2. Iniciar el proceso de medición de material particulado según lo indicado en el manual de operación del equipo.
3. La prueba se inicia con el encendido de la cocina, manteniendo el equipo de medición activado durante todo el tiempo de duración de la prueba de hervor de agua (WBT) incluida la tercera fase.
4. 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.

8.9. Procesamiento de datos y evaluación

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 toda prueba de hervor de agua (WBT);
 - concentración máxima de PM-2,5 durante la prueba;
 - mayor concentración de PM-2,5 en 15 minutos;
 - menor concentración de PM-2,5 en 15 minutos.

2. Se calculará la media aritmética final utilizando el promedio obtenido en cada una de las tres (3) prueba de hervor de agua (WBT). Del mismo modo se calculará la desviación estándar (s) y el coeficiente de variación (COV) de las tres (3) pruebas. Si el coeficiente de variación (COV) resulta mayor a 25 % se debe incrementar el número de pruebas para disminuir el mismo.

3. Se tomará como resultado de la prueba la comparación entre el valor obtenido en el numeral 8.9 (inciso 2) frente a una referencia establecida de acuerdo a la NTN 10 003 - 15 Cocinas Limpias. Especificaciones de Producto (numeral 6.4). Este resultado será la disminución relativa de la concentración de material particulado obtenida para una cocina limpia frente a la concentración de material particulado obtenida para una cocina tradicional (estándar establecido), calculado de la siguiente manera:

$$RPM = \frac{C_b - C_p}{C_b} \times 100$$

donde:

RPM reducción relativa de la concentración de PM-2,5;

C_b concentración base ambiente en µg/m³;

C_p concentración de la prueba en µg/m³.

De acuerdo al resultado anterior se evaluará en referencia a la tabla siguiente:

Tabla No. 8		
Evaluación del estándar de cumplimiento para reducción relativa referencial de PM-2,5 en %		
Reducción relativa de PM-2,5 en %	Reducción relativa referencial de PM-2,5 en %	Resultado de Evaluación
(Valor obtenido en la prueba)	≥ 85	SI
(Valor obtenido en la prueba)	< 85	NO

9. EVALUACIÓN DE COCINAS LIMPIAS - CONDICIONES DE SEGURIDAD

9.1. Bordes y zonas agudas

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

a) Materiales

- Un trozo de paño o trapo.

b) Procedimiento

1. Para la realización de la presente prueba, la cocina deberá estar apagada.
2. Pasar el paño por todos los bordes y zonas agudas (exceptuando la espera de acople de la chimenea si la tuviera), tratando de localizar las zonas en las que éste pueda engancharse, rasgarse u ocasionar el volteo de la cocina o rasguños en la piel de las/los usuarios en un total de 10 intentos.
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.

c) Resultados de la prueba

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

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

Tabla No. 9	
Bordes y zonas agudas	
Nº de enganches del paño (n)	Valor asignado
n = 1	4
n ≤ 3	3
n = 4	2
n ≥ 5	1

9.2. Inclinación de la cocina limpia

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 las/los usuarios.

a) Materiales

- Flexómetro

b) Procedimiento

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.
2. La prueba se realizará con la cocina apagada.
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.

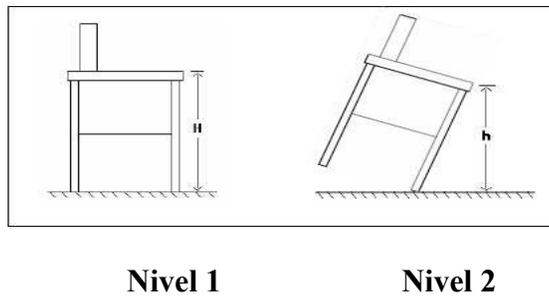


Figura No.1

4. Medir la altura H desde el piso hasta la superficie de la cocina (nivel 1).
5. Inclinarse la cocina hacia adelante, medir la altura h desde el suelo hasta el nivel dos (2) de la superficie. El nivel dos (2) corresponde al punto en el que la cocina pierde su capacidad de retornar a su posición inicial y tiende al volteo hacia adelante.
6. Se debe tener en cuenta que, por lo general, la diferencia entre H y h es mínima.
7. Determinar el cociente a través de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{h}{H}$$

NOTA: Hacer ensayos con porra conteniendo 5 L de agua.

c) Resultados de la prueba

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

Tabla No. 10	
Inclinación de la cocina limpia	
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

9.3. Probabilidad de expulsión de combustible ardiente

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.

a) Materiales

- Flexómetro

b) Procedimiento

1. Colocar la olla en la hornilla, la cocina permanecerá apagada durante la prueba.
2. Mediante inspección visual, se debe detectar el área donde el combustible pueda ser expelido alrededor de las ollas (hornillas) y/o a través de la cámara de combustión hacia el exterior.
3. Determinar mediante aproximación de formas rectangulares y circulares, el área de las aberturas detectadas.

c) Resultados de la prueba

- La sumatoria de las áreas abiertas constituye el valor del área expuesta (cm^2).
- Al resultado del área obtenida se le asignará un valor de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla No. 11 Probabilidad de expulsión de combustible ardiente	
Área expuesta “A”, en cm^2	Valor asignado
$A < 100$	4
$100 \leq A < 200$	3
$200 \leq A < 300$	2
$A \geq 300$	1

Autorizado de DNM para: BLP Abogados/Favio Batres 2020-01-14
Referencia: GIC-AC-126
Licencia de Usuario Único, Prohibido Copiar y Compartir en Redes

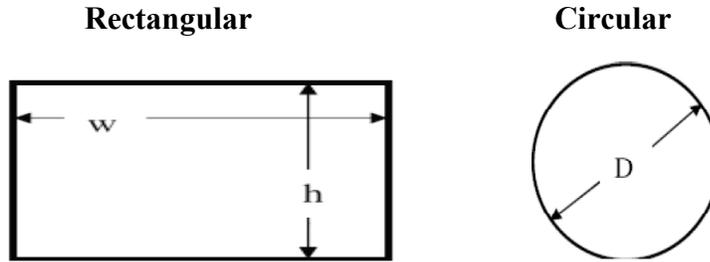


Figura No.2

9.4. Obstrucciones cercanas a la superficie de la cocina limpia

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.

a) Materiales

- Flexómetro.

b) Procedimiento

Medir la altura de los elementos que sobresalen del nivel de la superficie de la cocina, exceptuando la espera de acople de la chimenea si la tuviera.

c) Resultados de la prueba

Se considerará la medida del elemento de mayor altura que sobresalga del nivel de la superficie de la cocina.

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

Tabla No. 12	
Evaluación de condiciones de seguridad-Obstrucciones cercanas a la superficie de la cocina limpia	
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

9.5. Temperatura de la superficie de la cocina limpia

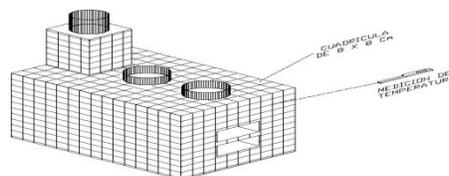
Determinar el nivel de riesgo de quemaduras por contacto accidental con la superficie de la cocina.

a) Equipo y materiales

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

b) Procedimiento

1. Trazar una cuadrícula (8 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/as), y hasta 1,5 m (personas adultas).
2. Colocar las ollas con agua en las hornillas. Colocar el combustible en la cocina y encenderla.
3. Mantener la cocina en funcionamiento, a fuego alto, durante 30 minutos.
4. Medir la temperatura del ambiente.
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 (h_1) y a más de 0,90 m, hasta 1,0 m; tomando como punto de partida el piso.
6. Diferenciar, asimismo, los registros de temperatura en elementos metálicos y no metálicos.



c) Resultados de la prueba

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

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

Tabla No. 13				
Evaluación de condiciones de seguridad -Temperatura de la superficie de la cocina limpia				
Diferencia de temperatura ΔT, en ° C				Valor asignado
Diferencia de la temperatura ambiente y del punto registrado				
$h_1 \leq 0,90m$		$h_1 > 0,90m$		
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

9.6. Transmisión de calor a los alrededores

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.

a) Equipo y materiales

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

b) Procedimiento

1. Trazar la proyección de la cocina en piso y paredes (posterior y lateral), considerando que está ubicada en una posición común de trabajo.
2. Trazar una cuadrícula (8 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 (dos cuadrículas adicionales), tratando de cubrir toda el área que probablemente pueda ser afectada por el calor de la cocina.

3. Colocar la cocina en la ubicación de trabajo (teniendo en cuenta las proyecciones de la misma ya marcadas en piso y paredes).
4. Colocar las ollas con agua en las hornillas respectivamente.
5. Encender la cocina y esperar que alcance la máxima temperatura (aproximadamente 30 minutos).
6. Medir la temperatura del ambiente.
7. Medir la temperatura de la cuadrícula utilizando el termómetro portátil infrarrojo en cada línea de intersección.
8. 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 de la cocina y registrar inmediatamente 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 minuto.
- 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.

c) Resultados de la prueba

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

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

Autorizado de DNM para: BLP Abogados/Favio Batres 2020-01-14
Referencia: CIC-AC 226
Licencia de Usuario Único, Prohibido Copiar y Compartir en Redes

Tabla No. 14

Evaluación de condiciones de seguridad-Transmisión de calor a los alrededores		
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

9.7. Aislamiento térmico de la chimenea

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

a) Equipo y materiales

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

b) Procedimiento

- Colocar las ollas con agua en las hornallas.
- Colocar el combustible en la cocina y encenderla.
- Mantener la cocina en funcionamiento a fuego alto durante 30 minutos.
- Medir la temperatura del ambiente.
- 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.
- Se determinará, asimismo, la temperatura en puntos de cruce chimenea-cubierta de la edificación.

- 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.
- 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.

c) Resultados de la prueba

Para chimeneas con aislamiento.

Se considerará el valor de los puntos de mayor temperatura.

A los resultados obtenidos de la temperatura se le asignarán valores de acuerdo a la tabla de temperaturas del numeral 9.5.

Para chimeneas con protección no térmica.

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

Tabla No. 15	
Evaluación de condiciones de seguridad-Aislamiento térmico de la chimenea	
Área expuesta de las rendijas de la barrera de protección “A”, en cm²	Valor asignado
A < 2	4
2 ≤ A < 6.5	3
6.5 ≤ A < 25	2
A ≥ 25	1

La separación entre la superficie de la chimenea y la protección debe ser mínimo de 3cm. No se aceptaran cocinas limpias con chimeneas sin protección.

9.8. Llamas circundantes a la olla

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

a) Equipo y materiales

- Combustible;
- ollas;
- agua;
- flexómetro;
- fósforos.

b) Procedimiento

- Colocar las ollas con agua, en las hornillas.
- Colocar el combustible en la cocina y encenderla.
- Mantener la cocina en funcionamiento, a fuego alto, durante 30 minutos.
- Observar y medir la altura de las llamas que sobresalen alrededor de la olla.

c) Resultados de la prueba

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

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

Tabla No. 16	
Evaluación de condiciones de seguridad-Llamas circundantes a la olla	
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

9.9. Llamas y/o combustible que salen de la cámara de combustión

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

a) Equipo y materiales

- combustible;
- ollas;
- agua;
- fósforos.

b) Procedimiento

1. Colocar las ollas con agua, en las hornillas.
2. Colocar el combustible en la cocina y encenderla.
3. Mantener la cocina en funcionamiento, a fuego alto, durante 30 minutos.
4. Observar si las llamas y/o combustible sobresalen de la cámara de combustión en su funcionamiento habitual.

c) Resultados de la prueba

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

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

Tabla No. 17	
Evaluación de condiciones de seguridad- Llamas y/o combustible que salen de la cámara de combustión	
Llamas/combustibles salientes de la cámara de combustión	Valor asignado
Llamas/combustible contenidos	4
Llamas/combustible salientes	1

ANEXO A
(Informativo)

No aplica

Referencia a Normas Internacionales adoptadas como NTN para el caso de esta Norma		
Nombre de la Norma	Código Internacional	Código Nacional

ANEXO B
(Informativo)

No aplica

Matriz-Cambios Editoriales

Página	Texto Original	Cambios	Justificación

-ÚLTIMA LÍNEA-