Capítulo 3: Mediciones del sistema de calefacción

3.1 Sistemas de calefacción

Este capítulo cubre las mejoras para los sistemas de calefacción. Las mejoras incluyen el reemplazo o modificación y reparación del dispositivo. Realiza la prueba de seguridad de combustión de todos los sistemas y la prueba de eficiencia de estado constante (SSE) de los sistemas de calefacción por gas y aceite. Todo el trabajo del sistema de calefacción deberá estar a cargo de profesionales calificados.

3.2 Reemplazo general del sistema de calefacción

Todos los reemplazos de los sistemas de calefacción, excepto los calentadores de ambientes a madera deben cumplir con las normas de eficiencia mínimas, según se especifica en el Manual del programa de climatización para Wisconsin y según se establece en el Directorio de Productos con Rendimiento Certificado del AHRI. La instalación de los calentadores de madera debe cumplir con los requisitos de la NFPA 211. Observe las siguientes normas para el reemplazo del sistema de calefacción:

1. Desconecte las líneas de refrigerantes, conductos de plomería, sistema eléctrico, cables de control, ventilaciones y suministro de combustible, si fuera necesario.
2. Instale los sistemas de calefacción de acuerdo con las instrucciones del fabricante y con los códigos locales y estatales.
3. Use el sistema de distribución existente y la línea de suministro de combustible, siempre que sea posible.
4. Quite y deseche, adecuadamente, la unidad existente.
5. Deje un manual del propietario con los reemplazos del sistema de calefacción sobre o cerca del sistema de calefacción. El manual se deberá fijar a un dispositivo resistente que permite el acceso repetido del cliente.
6. Dimensione adecuadamente las unidades de los sistemas de calefacción de reemplazo con un análisis preciso, mediante REScheck, Manual J de ACCA o un procedimiento de calibración equivalente, aceptado por la industria.
    a. Al calibrar los sistemas de calderas, considere la capacidad de los dispositivos terminales existentes y si el agua caliente sanitaria se calentará con la caldera o no.
7. Instale tuberías de gas que estén protegidas y conectadas eléctricamente (si fuera necesario), de acuerdo con la NFPA-54 y el Código de vivienda uniforme de Wisconsin. Siga las especificaciones del fabricante para la instalación. Para obtener más información, consulte las normas NFPA-54 y SPS 323.16 de Wisconsin.
    a. Cuando la CSST ya está presente en el edificio, pero no está correctamente conectada, conecte el sistema de tubería de gas a tierra, de acuerdo con las normas NEC 250.94 y 250.104.

8. Los nuevos sistemas de calefacción requieren un circuito eléctrico dedicado para circuito o con fusible para hacer coincidir el amperaje de los requisitos del sistema para la protección contra la sobretensión. Está permitido que las bombas de condensado se encuentren en el mismo circuito.
9. Verifique y haga los ajustes necesarios para que el oxígeno de los gases de combustión, la temperatura de los gases de la chimenea y los niveles de monóxido de carbono se encuentren dentro de los valores especificados por el fabricante. Si no estuvieran disponibles las especificaciones del fabricante, consulte la *Tabla 3-2* o la *Tabla 3-5*.
10. Instale la tubería o cañería de condensado para alcanzar un drenaje adecuado. Utilice una rampa de protección de la manguera (cinta de recorrido) en lugar de una bomba de condensado, si fuera posible.
11. Si la tubería de condensado no drenara adecuadamente, instale una bomba de condensado a un drenaje adecuado o puede causar un peligro de tropiezo. Consulte *Drenaje de condensado, en el Capítulo 3 – Sección 3.8.2* para obtener más información sobre las bombas de condensado.
12. Selle las aperturas de las chimeneas cuando se quiten los dispositivos de corriente natural o asistidos por ventilador. Indique en un aviso por escrito en la chimenea, cuando se selle, que la chimenea está fuera de servicio.
13. Asegúrese de que todos los dispositivos de combustión restantes con ventilación natural, están tienen una corriente adecuada.
14. Pruebe los mecanismos de seguridad del sistema de calefacción para confirmar que funcionan correctamente y de acuerdo con las especificaciones del fabricante (por ejemplo, el interruptor de seguridad y el circuito de calefacción de emergencia del compartimiento del soplador funcionan, etc.).
15. Proporcione instrucciones de mantenimiento y funcionamiento in situ, incluida una revisión de las precauciones de seguridad para el cliente.
16. Adjunte una etiqueta que se destaque y que identifique a quién debe llamar el cliente para realizar mantenimiento a la unidad de calefacción. La información de la etiqueta debe contener el nombre, la dirección y el número de teléfono de la organización de mantenimiento, además de la fecha de instalación.
17. CUANDO EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN ESTÁ UBICADO EN EL ENTREPISO: Realice e inspeccione todo el trabajo de los sistemas de calefacción antes de tomar otras medidas en el entrepiso.

3.3 Reemplazo del horno de aire forzado

Siga las siguientes normas específicas para la instalación de un horno de aire forzado:

1. Seleccione la velocidad del ventilador y la entrada de combustible para la comodidad óptima del ocupante, dentro de los límites de aumento de temperatura del fabricante.

2. Realice todas las pruebas necesarias y documente los resultados.
3. Selle los orificios a través de la cubierta de la unidad de tratamiento del aire con masilla para rellenar o cinta de aluminio que cumpla las pruebas de UL181.

3.4 Distribución del aire del horno de aire forzado

Los sistemas de conductos del aire forzado presentan oportunidades para ahorrar energía en los hogares. Los conductos desechan energía a través de las fugas de aire, la falta de aislamiento y los problemas de flujo de aire cuando pasan a través de espacios no acondicionados. Esta sección aborda estos problemas de distribución del aire forzado.

3.4.1 Modificación del sistema de conductos

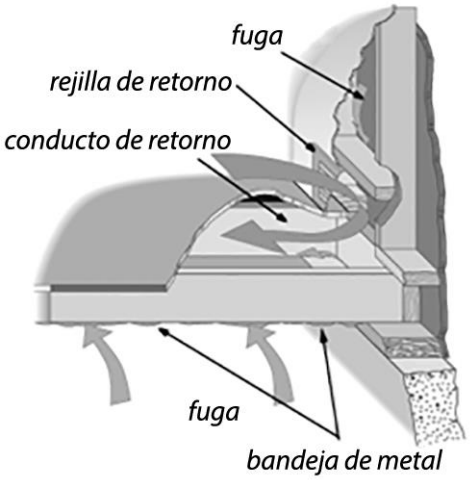
Si ajustar la velocidad del ventilador u otras pequeñas mejoras no elevan la temperatura dentro de los límites especificados por el fabricante, se debe considerar hacer modificaciones en el trabajo de los conductos.

Los tendidos de conductos instalados deben ser lo más cortos posibles para proporcionar calor a los espacios individuales. La colocación de una rejilla debe estar donde exista la menor posibilidad que un mueble u otro obstáculo la bloquee.

Si fuera posible, se debería proporcionar una única rejilla de retorno del aire con el menor tendido de conductos posible, hacia una ubicación central en la planta principal que se calefacciona. Si se calefacciona otra planta que se puede cerrar desde la planta principal, se puede instalar otra rejilla de aire de retorno, con el menor tendido de conductos posible hacia la ubicación central. Es posible que esto no corresponda al sótano, cuando existe contracorriente u otros riesgos de seguridad o salud, o problemas de eficiencia.

1. Diseñe nuevos conductos de acuerdo con el Manual D de ANSI/ACCA y con las especificaciones del fabricante.
2. Diseñe terminaciones de acuerdo con el Manual T de ANSI/ACCA y con las instrucciones del fabricante.
3. No agregue rejillas de suministro a la zona del dispositivo de combustión (CAZ), a menos que sea un espacio calefaccionado intencionalmente. Consulte con el cliente acerca de la remoción de las rejillas existentes en la CAZ. Si se quitan las rejillas, documente la consulta al cliente en el archivo.
4. Fije mecánicamente el suministro y los conductos de retorno con tornillos. Selle los conductos al gabinete del horno con masilla o cinta de tejido de malla, sellador u otro material aprobado por la lista UL 181, a fin de crear una conexión esencialmente hermética de todos los lados de las juntas.
5. No instale nuevos conductos en espacios no acondicionados, a menos que sea necesario. Si los conductos se encuentran ubicados en espacios no acondicionados, selle las juntas y aísle los conductos a un mínimo de R-11.

6. Conecte los nuevos conductos a la distribución existente. Instale un regulador de equilibrio en cada conducto de suministro de derivación nuevo. Instale las rejillas para terminar cada conducto de derivación de suministro o retorno nuevo.
7. No use los espacios de construcción, como sótanos o entrepiso, como conducto o plénum.



Viguetas del piso con bandejas: Estos conductos de retorno, por lo general, tienen muchas fugas y es posible que se deban quitar las bandejas para sellar la cavidad.

3.4.2 Fugas en conductos

Los conductos con fuga presentan dos problemas: pueden afectar la seguridad, la salud y la comodidad de los ocupantes, y el consumo de energía del hogar.

Selle todos los conductos de calefacción y refrigeración que se tienden por fuera del cerramiento calefaccionado de la vivienda. Estas fugas de los conductos desechan energía y presentan riesgos de seguridad y salud. Por ejemplo, los conductos de suministro con fugas pueden introducir humedad excesiva a los espacios no calefaccionados, y despresurizar el hogar. Cuando los conductos de retorno tienen fugas en los espacios no calefaccionados, pueden servir para extraer los contaminantes a la corriente de distribución del aire.

En la CAZ, las fugas en los conductos de retorno causan despresurización e incrementan la posibilidad de contracorriente de los dispositivos de corriente natural. Las fugas en el lado del suministro en las CAZ son menos propensas a causar contracorriente; sino más bien, pueden ayudar a la corriente natural de los dispositivos al agregar presión positiva a la habitación.

La fuga de los conductos que ocurre dentro del cerramiento calefaccionado es menos propensa a contribuir al consumo de energía incrementado. Sin embargo, las fugas pueden conducir a una distribución despareja y accidental del calor a lo largo de la casa, con menos distribución de aire caliente en las habitaciones donde los ocupantes pasan la mayor parte del tiempo.

Siga estas instrucciones al sellar los conductos:

1. Luego de completar los pasos 2 a 5, siga el Libro de trabajo de diagnóstico para obtener más instrucciones de sellado.
2. Si es necesario, prepare superficies de conductos de acuerdo con las especificaciones del fabricante del producto.
3. Selle todos los conductos ubicados fuera del límite térmico.
4. Selle la conexión entre la caldera y el plénum de suministro, así como la conexión entre el horno y el descenso de retorno.
5. Selle todos los orificios grandes en los conductos de retorno y suministro.

6. Considere retirar temporalmente las bandejas de las viguetas de todo el exterior del edificio para investigar la infiltración de aire en el sistema de conductos. Reemplace la bandeja de las viguetas cuando termine la investigación.
7. conductos flexibles: Lleve el revestimiento del conducto flexible por encima del conducto de metal, lo más lejos posible, antes de asegurar el revestimiento interior de la conexión de metal flexible. Fije la conexión con bandas de sujeción, usando una herramienta de tensión de bandas de sujeción o una banda mecánica.

Materiales para el sellado de aire de conductos

La masilla para conductos es el material de sellado de conductos preferido porque tiene una duración y una adhesión superior. Aplique cerca de $^{1}/_{16}$ pulgadas de espesor de masilla y use una malla de refuerzo o una cinta aprobada por UL 181 para todas las juntas que tengan un ancho superior a $^{1}/_{8}$ pulgadas o juntas que puedan experimentar movimiento. El sellador de látex acrílico siliconado o la silicona son aceptables para sellar juntas de madera en los espacios de las juntas con bandejas que funcionan como conductos de retorno.

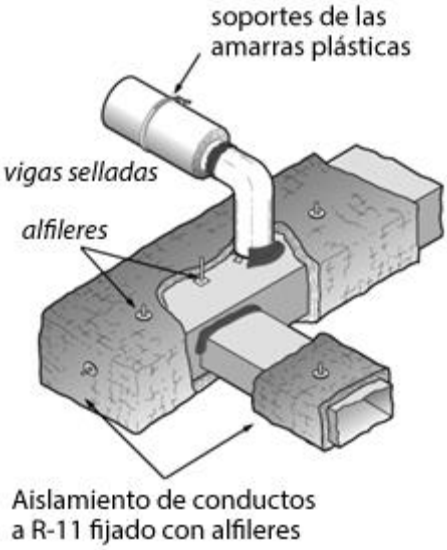
Las juntas deben descansar sobre sujetadores mecánicos para evitar el movimiento o la separación de las juntas. La cinta sola no mantendrá unidas las juntas, y no resistirá la fuerza del aislante compactado o el movimiento de las juntas. La cinta de aluminio o la cinta para conductos de tela no son buenos materiales para el sellado de conductos porque su adhesivo pierde su funcionalidad en poco tiempo.

3.4.3 Aislamiento de conductos

Aísle los conductos de aire forzado que se tienen a lo largo de áreas no acondicionadas con aislante para conducto con aluminio, con un valor mínimo de R-11. Los conductos pueden aislarse con productos de espuma de dos componentes que cumplan con las especificaciones federales para aislamiento de conductos. Si se utiliza espuma de dos componentes, los trabajadores deben asegurarse que todos los bordes estén sellados para asegurarse que el flujo de aire no entre en contacto con la espuma.

No aplique aislante para conductos a los conductos que estarán rodeados por aislante R-11 o de relleno más suelto. Antes de instalar el aislante de relleno suelto, asegúrese de sellar estos conductos.

No aísle los conductos que se tienden por las zonas acondicionadas, a menos que causen sobrecalentamiento en el invierno o condensación en el verano.



Aislamiento de conductos: Los conductos de aire forzado ubicados en áreas no calefaccionadas deben aislarse a un mínimo de R-11.

Siga estos pasos al instalar el aislante para conductos:

1. Realice el sellado de conductos necesario antes de aislar los conductos.
2. Aísle todos los conductos de aire forzado expuestos en las áreas no calefaccionadas para que ningún área importante o conducto descubierto quede sin aislamiento.
3. Ajuste el aislante mecánicamente, usando alfileres, cordel, correas de plástico u otro material adecuado. Pegue las juntas con cinta en el aislamiento para evitar la convección del aire y aplique masilla encima de la cinta para incrementar la longevidad de la cinta.

3.4.4 Sistema de medición del flujo de aire

El flujo de aire bajo es un problema común en los sistemas de conductos de aire forzado. El flujo de aire del horno afecta significativamente el aumento de la temperatura. El flujo de aire excesivo (baja temperatura del aire de suministro) puede causar problemas de comodidad al cliente. El flujo de aire insuficiente puede causar un ciclo corto o, en casos más graves, falla en el intercambiador de calor.

Las causas más comunes son los hornos demasiado grandes, un filtro sucio, una bobina “A” sucia, rejillas o tomas bloqueados, entrada de combustible demasiado alta, velocidad del ventilador demasiado alta o demasiado baja, conductos de suministro demasiado pequeños, y conductos de retorno inadecuados o restringidos. La *Tabla 3.1* muestra el flujo de aire mínimo recomendado para varios sistemas de aire forzado. Cuando el flujo de aire es más bajo que el mínimo recomendado, es posible que el sistema tenga un aumento de temperatura que sea mayor que el máximo especificado por el fabricante.

Tabla 3-1: Flujo de aire mínimo recomendado *(en el CFM)*

Tamaño del horno en kBtu	Corriente natural	Corriente asistida por ventilador	Combustión sellada
40	400	520	600
50	500	650	750
60	600	780	900
75	750	975	1125
100	1000	1300	1500
	Multiplicador		
kBtu x	10	13	15
Para calcular el flujo de aire mínimo estimado de un horno, multiplique el kBtu de entrada por el multiplicador del tipo de horno. (por ejemplo, 40 x 15 = 600 CFM)			

Preparación para la medición del flujo de aire

No se necesitan instrumentos de prueba sofisticados para descubrir que los filtros, bobinas del aire acondicionado (bobinas “A”) o los sopladores están cargados de suciedad o que el conducto de derivación a la habitación principal no está conectado. Diagnostique estos problemas antes de medir el flujo de aire del conducto. Los siguientes pasos deben realizarse antes de las mediciones del flujo de aire:

1. Pregunte al cliente acerca de los problemas de comodidad y las diferencias de temperatura en las diferentes partes de la casa.
2. En base a los comentarios del cliente, busque los conductos desconectados o restringidos.
3. Verifique si hay suciedad en los filtros, el ventilador del soplador o la bobina “A”. Límpielos, si fuera necesario. Si la bobina “A” no puede verse con facilidad, un ventilador del soplador sucio es un indicador razonable de que la bobina “A” también puede estar sucia.

Método de placa de intercambiador de calor para el sistema de medición del flujo de aire

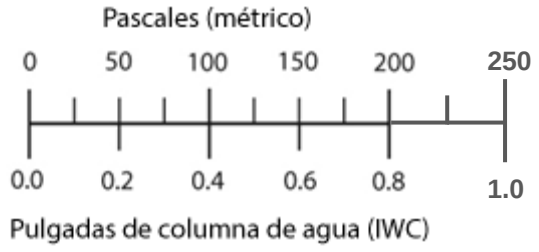
El medidor de placa del intercambiador de calor es una placa con orificios y tubos de muestra que funcionan en conjunto con un manómetro digital para medir la velocidad y las presiones estáticas dentro de los conductos. Luego, el manómetro convierte estos valores en una estimación del flujo de aire de distribución.

El medidor de la placa del intercambiador de calor contendrá las placas de medición que se pueden configurar para que encaje dentro de todas las ranuras de los filtros de tamaño estándar. Siempre que sea posible, asegúrese que la placa no sea más grande que el hueco para el retorno en el horno. Consulte el manual de instrucciones del medidor de la placa del intercambiador de calor para conocer las instrucciones específicas de uso.

Medición de la presión estática externa

Realice esta prueba si la elevación inicial de temperatura y CO, según las pruebas de medición, se encuentran fuera de las especificaciones de los fabricantes y si se necesita realizar una investigación adicional. La presión estática externa (ESP) es la diferencia entre las presiones en los conductos de suministro y de retorno.

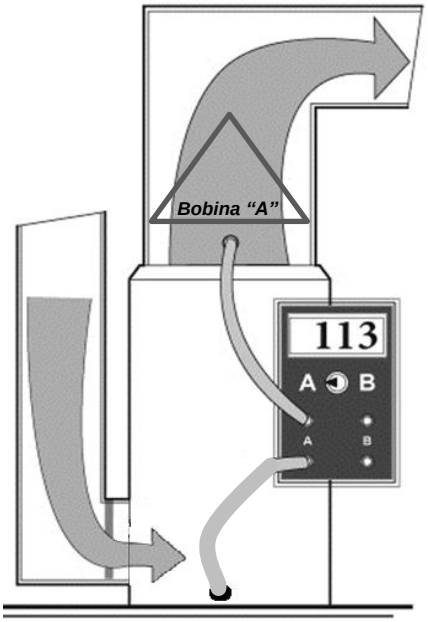
La ESP es la resistencia de flujo de aire causada por los elementos externos al gabinete del horno. La prueba de la ESP se puede usar para identificar los problemas con los conductos, tales como los conductos dimensionados escasamente o los retornos de aire frío obstruidos. La prueba de ESP también permite una estimación del flujo de aire si estuvieran disponibles las tablas de presión estática y el flujo de aire del ventilador del fabricante del horno.



Presión en los dos sistemas de medición: Los técnicos e ingenieros usan tanto los pascales (sistema métrico) como las pulgadas de columna de agua para medir las presiones de los conductos.

La ESP es igual a la suma de los valores absolutos de las presiones estáticas en los lados de suministro y de retorno. Por ejemplo, una presión estática del lado del suministro de +30 pascales y una presión estática del lado del retorno de -80 pascales indican una ESP de 110 pascales (80 + 30 = 110). La presión estática del lado del suministro siempre será una cifra positiva, mientras que la presión estática del lado de retorno siempre será una cifra negativa. Mientras más grande sea la ESP, menor será el flujo de aire a una determinada velocidad del ventilador.

La prueba de ESP requiere una sonda de presión estática, una manguera de presión y un manómetro digital. Siga estos pasos para probar la ESP de un sistema de calefacción de aire forzado:



Presión estática externa (ESP): Las presiones positiva y negativa creadas por la resistencia de los conductos de suministro y retorno produce la ESP. La medición mostrada aquí simplemente agrega las dos presiones estáticas sin tener en cuenta sus signos. A medida que aumenta la ESP, el flujo de aire disminuye. Las cifras que se muestran aquí son a modo de ejemplo, solamente.

Presión estática externa

ESP (IWC)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
CFM	995	945	895	840	760	670

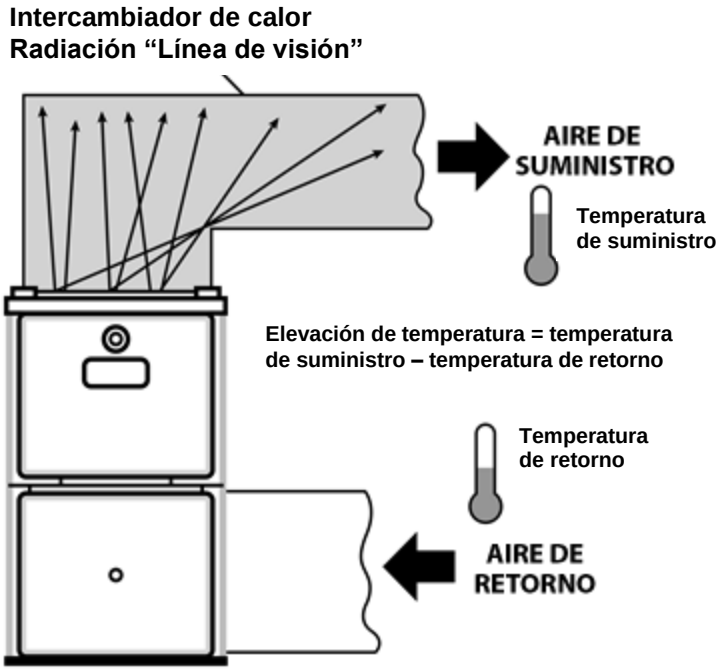
1. Instale un filtro de horno limpio en la ranura del filtro. Si no tiene uno disponible, quite el filtro del horno existente si está tapado o excesivamente sucio.
2. Haga un orificio en el plénum de suministro, encima del gabinete del horno y debajo de la bandeja de drenaje de la bobina "A" (si estuviera presente). El orificio debe ser lo suficientemente grande como para acomodar una sonda de presión estática. Si la bobina "A" está directamente montada en el horno, a fin de no hacer un orificio en la bobina o en la bandeja de drenaje, haga un orificio en la parte superior del gabinete del horno. Asegúrese de no perforar a través del deflector del horno o del intercambiador de calor. Asegúrese de que el orificio atraviese el aislante hacia adentro del gabinete del horno.
3. Haga un orificio en la parte trasera del gabinete del soplador. El orificio debe ser lo suficientemente grande como para acomodar una sonda de presión estática. Asegúrese de no perforar el cableado u otros objetos al quitar la puerta del gabinete del soplador para seleccionar visualmente la ubicación que esté libre de obstáculos. Asegúrese que el orificio atraviese el aislante hacia adentro del gabinete del soplador.
4. Establezca el manómetro digital en modo "PR/PR" y fije una manguera de presión en la llave de entrada del Canal A. (El botón "UNIDADES" puede usarse en el manómetro para medir Pulgadas de columna de agua).

5. Fije la sonda de presión estática a la manguera. Inserte la sonda en cada orificio y registre el resultado de la prueba de cada orificio.
6. Agregue los calores absolutos de los resultados de las dos pruebas, tratando cada resultado como si se tratase de un número positivo. Esta suma es la ESP del sistema de calefacción.
7. Mientras más alta sea la medición de la ESP, más bajo será el flujo de aire (suponiendo que no hubo ningún cambio en los ajustes de la velocidad de la unidad de tratamiento del aire). La ESP máxima recomendada por el fabricante, por lo general, es de 0,50 IWC para las unidades de tratamiento del aire estándares. A medida que la ESP aumenta por encima de 0,50 IWC, aumenta la posibilidad de un flujo de aire insuficiente. Una ESP demasiado alta (por encima de 1,0 IWC) puede indicar una caldera de gran tamaño, la presencia de conductos estrechos o insuficientes, una bobina “A” o filtro de horno tapado u otros problemas del sistema de distribución.

Use la prueba de ESP como guía junto con las conversaciones con el cliente y las pruebas de aumento de temperatura y el flujo de aire para determinar si el sistema de calefacción tiene suficiente flujo de aire.

3.4.5 Medición del aumento de la temperatura

La elevación de temperatura es la diferencia de temperatura entre el aire suministrado y el aire de retorno. Esta prueba es importante para determinar si el horno está correctamente configurado y en funcionamiento. Realice esta prueba luego de que el horno haya llegado al estado estable y que los conductos se hayan calentado.



Mida la temperatura de retorno al insertar el termómetro en el descenso de retorno antes del filtro. Mida la temperatura de suministro en un dicto principal dentro de los 6 pies del plénum de suministro, sin estar en la línea de visión del intercambiador de calor. Cuando haya varios conductos principales, mida la temperatura en cada derivación y use la lectura más alta.

3.4.6 Filtros

Observe las siguientes normas relacionadas con la instalación del filtro del horno.

1. Suministre al cliente filtros de horno con valores MERV 6 o superiores. Proporcionar:
   a. Seis filtros reemplazables de una a dos pulgadas (instalar uno de ellos en el horno), o
   b. un filtro lavable (instalado), o
   c. un filtro de pliegues profundos (instalado).
2. Confirme si los filtros están fijos en su lugar y ofrezca cobertura completa de entrada del soplador o toma de retorno.
3. Asegúrese que los filtros sean fáciles de reemplazar.
4. Confirme que el sistema de calefacción tenga una cubierta de filtro de sellado, e instale una nueva si no hay ninguna disponible. Construya la nueva cubierta para la ranura del filtro para que se pueda quitar fácil y seguramente. Confirme que se puede tener fácil acceso al filtro y que se puede reemplazar. Están permitidas las cubiertas de filtro magnético únicamente si proporcionan un sellado adecuado al conducto para evitar la fuga de aire.

3.5 Reemplazo de la caldera

Realice todas las pruebas en la lista de verificación de reemplazo de la caldera de agua caliente y documente los resultados.

Siga estas especificaciones al reemplazar las calderas:

1. Para dimensionar el sistema de reemplazo con precisión, considere la pérdida de calor de la temperatura del diseño de la casa, la pérdida de calor en todas las habitaciones y también la capacidad de radiación existente en el hogar. En los casos de capacidad de radiación insuficiente, el hogar puede necesitar más emisores de calor a fin de optimizar la nueva eficiencia del sistema y calefaccionar todas las habitaciones adecuadamente.
2. Enjuague el sistema de distribución existente de acuerdo con las instrucciones del fabricante o hasta que el agua salga limpia y libre de sedimentos. Verifique el pH adecuado y los valores del sedimento como lo establece el fabricante. Con un sistema de división por zonas, lave cada zona por separado.
3. Instale válvulas de aislamiento en puntos accesibles en las conexiones de tubería de suministro y retorno, y tan próximo a la caldera como sea conveniente y práctico

para permitir el drenaje de la caldera sin vaciar el sistema. Estas válvulas también pueden servir para rellenar el sistema y purgar el aire de las zonas separadas.

4. Ubique las nuevas válvulas de la zona o bombas de circulación de zona cerca de la caldera. Confirme que cada zona tenga su propia válvula de cierre.
5. Instale una válvula de alivio de presión (PRV) de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Confirme que el PRV tenga la cifra y el tamaño correcto para la entrada de BTU de la caldera y la presión de funcionamiento máxima.
6. Instale una válvula de llenado automática, si no hay una presente.
7. El lado de alimentación del agua (entrada) de la válvula de alimentación reductora de presión debe tener un bloqueador de retroflujo, con una válvula de cierre instalada contra la corriente del bloqueador de retroflujo, y el lado de la caldera (salida) de la válvula de alimentación reductora de presión también debe tener una válvula de cierre para permitir el mantenimiento o reemplazo sin drenar el sistema de caldera.
8. El drenaje del bloqueador de retroflujo debe mirar al suelo.
9. El sistema debe tener un tanque de expansión correctamente dimensionado del lado del suministro de la caldera. Instale un tanque de expansión o llene el tanque de expansión existente y el sistema al nivel correcto.
10. Instale la bomba de circulación cerca del lado de la corriente hacia abajo del tanque de expansión para prevenir que el lado de la succión de la bomba despresurice la tubería.
11. Verifique que la temperatura de retorno del agua sea la adecuada:
    a. Para las calderas de aceite, verifique que la temperatura del agua de retorno sea superior a los 150 °F.
    b. Para las calderas de gas sin condensación, verifique que la temperatura del agua de retorno sea superior a los 130 °F para evitar la condensación de ácidos dentro de la caldera.
12. Instale tuberías de derivación, válvulas de mezcla, tuberías primarias/secundarias u otras estrategias necesarias para evitar la condensación.
13. Para las calderas de condensación, instale una ventilación resistente a la condensación con drenajes de condensación diseñados en el sistema de ventilación, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
14. Aísle todas las tuberías en el bucle de circulación entre la caldera y un calentador de agua sanitaria indirecto.
15. Cuando se instale en un piso subterráneo, se deberá instalar una nueva caldera por encima de los niveles de inundación conocidos y lo más alto posible para evitar daños en caso de inundación.
16. Inspeccione la chimenea para detectar deterioros y el calibrado correcto. Repare y vuelva a revestir la chimenea, según sea necesario.

17. Con las calderas de rendimiento estándar, instale un amortiguador de ventilación eléctrico de cierre completo, siempre que sea posible.

3.5.1 Calderas de alto rendimiento (≥ 90 %+)

A menudo, las calderas de alto rendimiento presentan oportunidades de ahorro de energía importantes en comparación con las calderas de rendimiento estándar. Similares a los hornos eficientes de ≥ 90 %, las calderas de alto rendimiento pueden causar vapor de agua en los gases de escape para la condensación, lo que libera calor adicional y eleva su potencial de rendimiento por encima del 90 por ciento. (Los sistemas de alto rendimiento, a menudo, se denominan sistemas de “condensación”).

Para dimensionar el sistema de reemplazo con precisión, considere la pérdida de calor de la temperatura del diseño de la casa, la pérdida de calor en todas las habitaciones y también la capacidad de radiación existente en el hogar. En los casos de capacidad de radiación insuficiente, el hogar puede necesitar más emisores de calor a fin de optimizar la nueva eficiencia del sistema y calefaccionar todas las habitaciones adecuadamente.

Con una caldera de alto rendimiento, el agua de retorno funciona como refrigerante para los gases de escape. Mientras más baja sea el agua de retorno, más se enfriarán los gases de escape, lo que a su vez incrementará la cantidad de agua que se condensa en el escape y, de esta manera, se incrementa el rendimiento de la caldera. Por este motivo, las temperaturas bajas del agua de retorno se correlacionan con el incremento en el rendimiento.

Los sensores de temperatura del aire exterior se instalan con la caldera para permitir que los controles de la caldera detecten la temperatura real exterior. El restablecimiento exterior es una función de control que permite que la caldera ajuste la temperatura del agua de suministro a la mínima necesaria para calefaccionar el edificio a una determinada temperatura exterior. Cuando la caldera limita su salida de calor a la necesidad real de la vivienda, la temperatura más baja del agua de retorno incrementa la condensación y aumenta el rendimiento de la caldera.

Las calderas de alto rendimiento requieren un mantenimiento regular. Algunas calderas de alto rendimiento son especialmente vulnerables a los problemas de distribución del agua, especialmente, debido a la suciedad, los desechos, los sedimentos, el herrumbre en el agua y también debido a un nivel de pH inadecuado, lo cual puede crear un bloqueo en los intercambiadores

de calor y otros problemas. Eduque a los clientes y asegúrese de que entienden los requisitos de mantenimiento.

Siga estas instrucciones adicionales al instalar calderas de alto rendimiento:

1. Verifique que el porcentaje de los gases de combustión O_2 o CO_2 y ppm de CO se encuentren dentro del rango de fuego alto y bajo, de acuerdo con el fabricante.
2. Equipe la caldera con un sensor de temperatura del aire exterior instalado en una pared exterior que mire al norte. Determine la temperatura exterior por encima de la cual la caldera no debería funcionar y establezca una temperatura alta de apagado para que coincida.
3. Programe la curva de calefacción modulante de la caldera en concordancia con la pérdida de calor de la vivienda, las temperaturas de diseño exteriores y la capacidad de radiación.
4. Asegúrese que la composición química del agua de distribución cumpla con las especificaciones del fabricante. La prueba puede incluir pH, dureza/total de sólidos disueltos (TDS) o tratamiento con inhibidores.

3.6 Sistemas de distribución hidrónica

Los sistemas de distribución hidrónica consisten en tuberías de suministro y retorno, bomba de circulación, tanque de expansión, separador de aire, difusores de aire y emisores de calor. Un sistema de distribución hidrónica bien diseñado e instalado correctamente puede funcionar durante décadas. Sin embargo, muchos sistemas tienen falencias en la instalación o necesitan reparación.

Las tuberías y controles de la caldera presentan muchas opciones de distribución en zonas, ciclos de la caldera y otros controles de ahorro de energía. Dividir la casa en zonas, con termostatos separados, puede mejorar significativamente el rendimiento energético al funcionar en una sola zona. Los controles hidrónicos modernos pueden proporcionar agua caliente para calefaccionar diferentes zonas, en diferentes momentos, con diferentes cargas de calor en las zonas.

Siga estas instrucciones para los sistemas de distribución hidrónicos:

1. Inspeccione los radiadores. Repare o reemplace según sea necesario.
2. Purgue el aire de los radiadores y de todo el sistema.
3. Confirme que el sistema de distribución no tenga fugas.
4. Modifique el sistema de distribución, según sea necesario, para que funcione correctamente con la caldera de reemplazo.
5. El sistema debe tener válvulas de purga de aire manuales y automáticas para eliminar el aire de todos los puntos altos del sistema de tuberías de distribución.

6. Extienda las nuevas tuberías y los radiadores a las áreas acondicionadas, como las nuevas adiciones o sótanos acabados que actualmente se calefaccionan con calentadores de ambiente.
7. Instale válvulas de radiadores controlados termostáticamente en los radiadores principales, o controles de zonas, o restablecimiento exterior y controles de la caldera para ajustar la temperatura del agua de suministro de acuerdo con la temperatura exterior, si fuera posible, para el sistema de la caldera. Se pueden considerar bombas de modulación para los sistemas de zonas múltiples.

Válvulas de zonas: Un termostato separado controla cada válvula de zona. Cuando el termostato demanda calor, la caldera se enciende y se abre la válvula de la zona.

8. Aísle las tuberías de suministro fuera de los espacios condicionados. Para los sistemas de agua caliente, instale aislante de fibra de vidrio de 1½ pulgadas en todas las tuberías que tengan un diámetro menor o igual que 1½ pulgadas, y aislante de fibra de vidrio de 2 pulgadas en todas las tuberías que tengan un diámetro de 1½ pulgadas. Para los sistemas de vapor, instale aislante de fibra de vidrio de 1½ pulgadas en todas las tuberías que tengan un diámetro menor o igual que 1½ pulgadas, y aislante de fibra de vidrio de 3 pulgadas en todas las tuberías que tengan un diámetro de 1½ pulgadas.

3.7 Mantenimiento y rendimiento de las calderas

Las calderas pueden tener un buen funcionamiento y rendimiento durante años si se mantienen y ajustan regularmente. El funcionamiento y el rendimiento de la caldera mejoran luego de procedimientos de mantenimiento y ajuste efectivos.

Las calderas modernas de alto rendimiento requieren mantenimiento anual para alcanzar un funcionamiento óptimo y esperanza de vida. Para obtener más información sobre la instalación de la caldera, consulte *Reemplazo de calderas en el Capítulo 3 - Sección 3.5.*

El funcionamiento y el rendimiento de la caldera se deterioran en más maneras que los hornos de aire forzado. Estas son las siguientes:

1. Corrosión, escamas y suciedad en el lado del agua del intercambiador de calor.
2. Corrosión, polvo y suciedad en el lado del fuego del intercambiador de calor.
3. Exceso de aire durante la combustión debido a las fugas de aire y la mezcla incorrecta de aire y combustible,
4. Circulación del aire fuera de ciclo a través de la caja de combustión y el intercambiador de calor, que quita calor del agua almacenada.

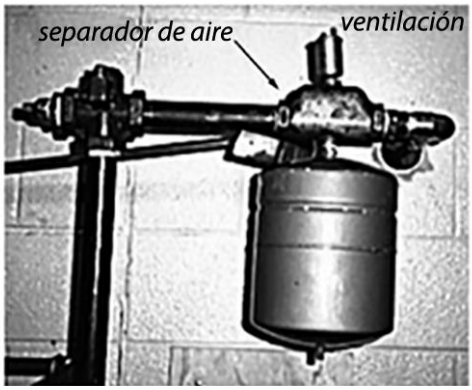
Considere las siguientes mejoras en el mantenimiento y rendimiento tanto para las calderas de agua caliente como para las de vapor:

1. Verifique las fugas en la caldera, alrededor de los accesorios y en cualquiera de las tuberías de distribución conectadas a la caldera.
2. En una caldera de vapor, verifique el vidrio del medidor de agua para detectar erosión, grietas o drenado. El vidrio del medidor dañado en la caldera debe reemplazarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Quite, limpie y reemplace el vidrio del medidor cuando haya una capa de suciedad o sedimentos y dificulte observar el nivel de agua de la caldera.
3. Limpie la suciedad visible del área del fuego del intercambiador de calor.
4. Verifique las puertas y cubiertas de bocas de limpieza para detectar fugas. Reemplace los tapones, puertas deformes o cubiertas de bocas de limpieza.
5. Drene el agua del drenaje de la caldera hasta que el agua fluya limpia.

Controles de seguridad y mejoras

1. Confirme la existencia de una válvula de alivio de presión de 30 psi. Reemplace la válvula en mal funcionamiento y agregue una en caso de que no exista. Verifique que no haya signos de fugas o descargas y examine por qué la válvula de alivio se descarga.
2. Asegúrese que el tanque de expansión no esté anegado ni que sea demasiado pequeño para el sistema. Esto podría causar la descarga de la válvula de alivio de presión. Verifique que la presión de aire del tanque de expansión sea aceptable: entre 12 y 22 psi.

   Nota: Una caldera de agua caliente es reconocida por su tanque de expansión, ubicado en algún lugar por encima de la caldera. El tanque de expansión proporciona un colchón de aire que permite que el agua del sistema se expanda y contraiga a medida que se calienta y se enfría sin crear una presión excesiva en la tubería de la caldera y sin descargarla a través de la válvula de alivio de presión.



Tanque de expansión, separador de aire y ventilación: Evitar la presión excesiva y eliminar el aire de los sistemas es importante para los sistemas de distribución hidrónica.

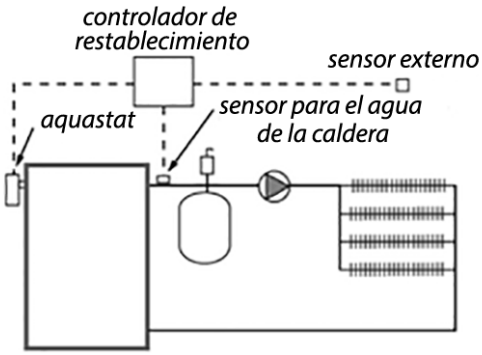
3. Si se observa herrumbre en la ventilación, verifique que la temperatura del agua de retorno esté por encima de los 130 °F para las calderas de gas e los 150 °F para las de aceite, para evitar la condensación de ácidos.
4. Verifique que el sistema no pase los ciclos a un límite alto.
5. Lubrique las bombas de circulación, si fuera necesario.

Mejoras en el rendimiento

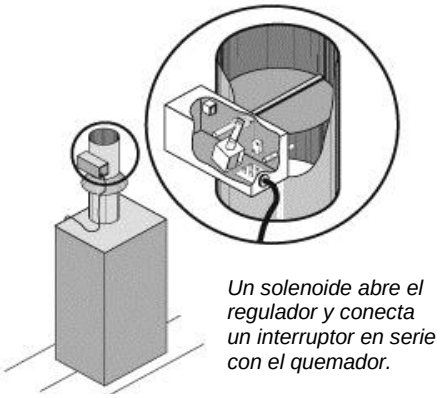
1. Repare las fugas de agua del sistema.
2. Elimine la corrosión, el polvo y la suciedad en el lado del fuego del intercambiador de calor.
3. Verifique el exceso de aire durante la combustión debido a las fugas de aire y la mezcla incorrecta de fuego y aire.
4. Confirme que la caldera no tenga un control de límite bajo para mantener una temperatura mínima del agua de la caldera, a menos que la caldera caliente agua sanitaria, además de la calefacción de los espacios.
5. Purgue el aire de los radiadores y tuberías a través de los difusores de aire en las tuberías y radiadores.

Purga del aire: El aire atrapado se acumula en las partes más altas del sistema de agua caliente. La purga del aire de los radiadores llena el radiador y brinda más área de superficie de calefacción.

6. Considere instalar controladores de restablecimiento exterior en calderas que no sean de alto rendimiento para regular la temperatura del agua, según la temperatura del exterior.
7. Luego de las mejoras de control, como los termostatos de dos etapas o los controles de restablecimiento, verifique que la temperatura del agua de retorno sea lo suficientemente alta como para evitar la condensación y la corrosión de la chimenea, como se destacó anteriormente.
8. Aspire y limpie las aletas en los convectores con tubos de aletas si hubiera suciedad y polvo.
9. Considere instalar reguladores de ventilación eléctricos de cierre completo en las calderas de gas de corriente natural y en las calderas de aceite de peso elevado.



Controlador de restablecimiento: la temperatura del agua de circulación es controlada por el controlador de restablecimiento de acuerdo con la temperatura exterior.



Reguladores de ventilación: Los reguladores de ventilación eléctricos cierran la chimenea cuando el quemador no está funcionando, y así evitan que el aire de circulación lleven el calor almacenado de la caldera hacia arriba de la chimenea.

3.8 Sistemas de calefacción alimentados por gas

3.8.1 Instalación de los sistemas de calefacción alimentados por gas

Se deben seguir los procedimientos generales descritos en *Reemplazo general del sistema de calefacción en el Capítulo 3 – Sección 3.2*. Realice todas las pruebas de la Lista de verificación de reemplazo de hornos de gas y documente los resultados.

Al reemplazar un sistema de calefacción alimentado por gas:

1. Confirme los espacios libres en los combustibles cercanos de la unidad de calefacción y que su conector de ventilación cumpla con la norma NFPA 54.
2. Registre el medidor de gas si fuera necesario para solucionar problemas de oxígeno, temperatura de los gases de combustión, monóxido de carbono o problemas de aumento de la temperatura, y para verificar las coincidencias reales de entrada de gas con la capacidad nominal de entrada de la placa de identificación. Ajuste la entrada de gas, si fuera necesario. Consulte *Mediciones de entrada de BTU en dispositivos de gas natural en el Capítulo 3 – Sección 3.8.3.*
3. Verifique la presión del gas de entrada en el horno cuando todos los dispositivos alimentados por gas estén encendidos en la casa para asegurar que no sea necesario el bajar la presión del gas. Si la entrada es muy diferente de la capacidad nominal que aparece en la placa de identificación, todas las demás variables que aparecen arriba pueden verse afectadas.
4. Mida la presión del gas del colector para asegurar que permanezca dentro del rango especificado por el fabricante. Ajuste la mezcla de aire y combustible a la menor salida de CO y máxima SSE.
5. Siga las instrucciones de ventilación del fabricante, junto con la norma NFPA 54 para establecer un sistema de ventilación adecuado.
6. Siga las instrucciones del fabricante para eliminar la condensación adecuadamente. Consulte *Drenaje de condensación en el Capítulo 3 - Sección 3.8.2*.
7. Instale un separador de sedimentos adecuado en la línea de gas, si no hubiera alguno.
8. Cuando cambie la alimentación de aceite a gas, coloque el tanque de aceite fuera de servicio, de acuerdo con el Código administrativo de Wisconsin ATCP 93.315.

3.8.2 Remoción de condensación

La condensación se envía lejos del horno de alguna de estas dos maneras:

1. Tender tuberías o cañerías de condensación directamente desde el horno a un drenaje adecuado (método preferido).
2. O, bombear la condensación desde el horno a un drenaje adecuado, usando una **bomba de condensación** eléctrica.

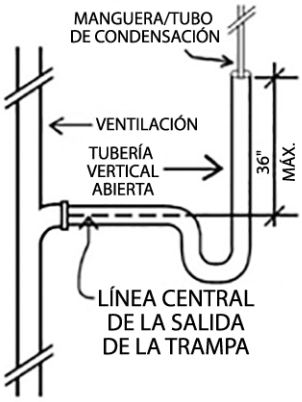
Siempre que sea posible, instale la tubería directamente desde el horno al resumidero de piso, sin instalar una bomba de condensación. Fije mecánicamente la tubería, ya sea al filtro del resumidero del piso o al mismo piso. Asegúrese que la tubería no presente un peligro de tropiezo para los ocupantes. La instalación de una “cinta de recorrido”, con la aprobación del cliente, puede ser útil para evitar que los ocupantes se tropiecen con la tubería.
A veces, no es factible la estrategia de una tubería directa. Es posible que no haya un drenaje cerca del horno o, tal vez, la tubería presente un peligro de tropiezo para los ocupantes. En estas situaciones, la instalación de una bomba de condensación es, posiblemente, la mejor opción. Consulte la próxima sección para obtener información acerca de las bombas de condensación.

Bombas de condensación

Una bomba de condensación se instala cuando no es posible colocar una tubería directa a un drenaje aprobado. Las bombas de condensación pueden instalarse usando tomacorrientes existentes, tomacorrientes de un interruptor del circuito de fallos en toma a tierra (GFCI) nuevos o directamente conectados de acuerdo con los requisitos del fabricante de la bomba. Inspeccione todo el sistema de condensación para detectar fugas luego de la instalación. Aísle el sistema de drenaje de condensación cuando se ubique en un área no acondicionada o que tenga el potencial de formar condensación. Si se instala una bomba de condensación en un área terminada, se debe instalar una bandeja de drenaje secundaria con una característica de seguridad para desactivar el sistema de calefacción si falla la bomba. La condensación es un subproducto ligeramente ácido de la combustión. El código de plomería exige que se drene a la red de evacuación de aguas negras y no al suelo o bomba de sumidero. El código permite que la condensación vaya a un resumidero de piso, a una tubería vertical abierta o a un desagüe local o indirecto servido por una tubería vertical o la pieza de cola de la bacha de la lavandería. Es necesario un espacio de aire donde la línea de condensado ingresa al receptor. La línea de condensado no puede ir directamente a la tubería de drenaje. Consulte la norma SPS 382.33 para conocer las disposiciones del código de Wisconsin relacionadas con el drenaje del condensado.

Resumidero del piso: El resumidero del piso es el método más común para la descarga del condensado. Las líneas de condensado que van al drenaje deben estar aseguradas al piso para mantenerlas en el lugar. Este método funciona mejor cuando el drenaje no se encuentra en el trayecto típico del tránsito peatonal.

Tubería vertical abierta: A menudo, la tubería vertical de la lavandería es el mejor lugar para descargar el condensado. Si la abertura no es lo suficientemente grande para la manguera de la máquina lavadora y la línea de condensado, se puede agregar un adaptador para agrandar la parte superior de la tubería. Una tubería vertical no puede superar las 36 pulgadas de altura sobre la línea central de la tubería de drenaje horizontal. Si la tubería vertical existente no es una opción, una nueva tubería vertical, con sifón, ventilada es aceptable. Esta opción debe ser la última ya que el sifón se puede secar si el sistema de calefacción no descarga el condensado durante un tiempo prolongado. Si una máquina lavadora se puede descargar en una tubería vertical, extienda la tubería vertical, al menos, 18 pulgadas por encima de la línea central de la tubería de drenaje horizontal.



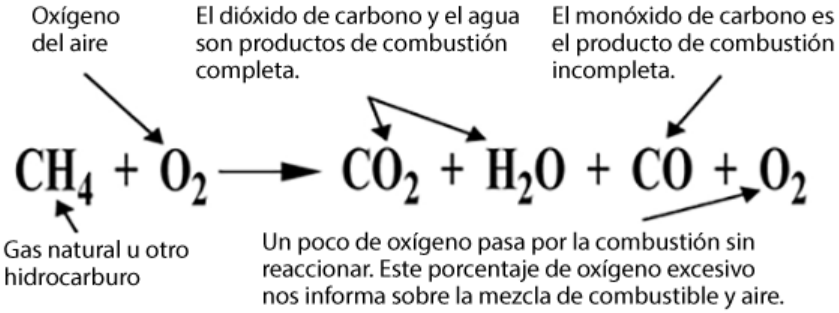
TUBERÍA VERTICAL ABIERTA

Desagüe local o indirecto: Una tubería vertical que usa el sifón de una tubería vertical o pieza de cola de la lavandería se considera un desagüe local o indirecto. Necesita estar más alto que el nivel máximo de agua de la bacha de la lavandería o tubería vertical. Este método también puede usarse si la tubería vertical existente estuviera repleta de otras mangueras.

3.8.3 Prueba y mantenimiento de los sistemas alimentados por gas

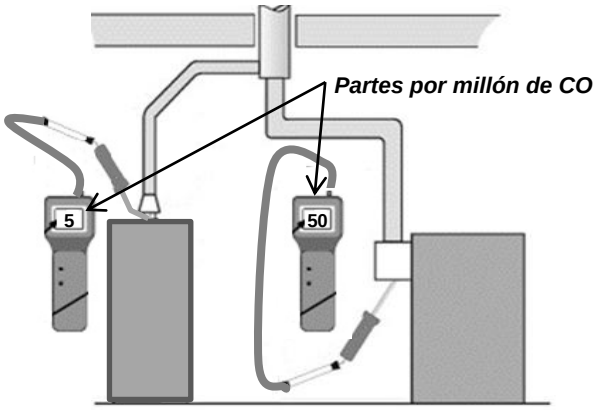
Los quemadores de gas deben limpiarse y mantenerse cada dos o cuatro años. A veces, se publicará un cronograma de mantenimiento en un sistema de calefacción existente, que permita la evaluación del historial de mantenimiento del sistema de calefacción (o su ausencia).

Los objetivos de estas medidas de servicio son reducir el CO, optimizar la mezcla de aire y combustible y confirmar el funcionamiento de los controles de seguridad. Realice todas las pruebas de la Lista de verificación de reparación o limpieza y mantenimiento del sistema de calefacción y documente los resultados.



Realice los siguientes procedimientos de inspección y mantenimiento, según sea necesario, en los quemadores alimentados por gas, calderas, calentadores de agua y calentadores de ambiente:

1. Inspeccione el área del quemador y del colector, fuera de la caja de combustión, para detectar hollín, aislante de cable derretido, aros interiores derretidos y herrumbre. Todos estos son indicadores del lanzamiento de la llama, derrame de gases de combustión y producción de CO.
2. Inspeccione los quemadores para detectar polvo, suciedad, falta de alineación, impacto de la llama y otros problemas de interferencia de la llama. Limpie, aspire y ajuste, según sea necesario.
3. Inspeccione el intercambiador de calor para detectar fugas.
4. Verifique que las conexiones del cableado del sistema de calefacción están encerrados en cuadros eléctricos cubiertos.
5. Determine si el piloto está quemado (si existiera) y si el encendido del quemador principal es satisfactorio.
6. Tome muestras de los gases de combustión no diluidos con un analizador calibrado de gases de combustión y registre la eficiencia de estado constante, porcentaje de O_2, ppm de CO (como se mide) y la temperatura de los gases de combustión.

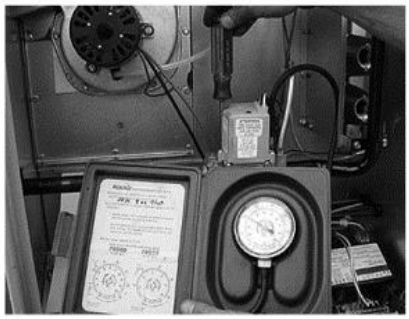


Gases de combustión de muestra: Tome muestras de los gases de combustión en la rejilla de salida del dispositivo, antes de que el aire de dilución se mezcle con los gases.

Prueba de hornos antiguos: Inserte la sonda en el desviador de corriente cerca de los puertos de escape del intercambiador de calor.

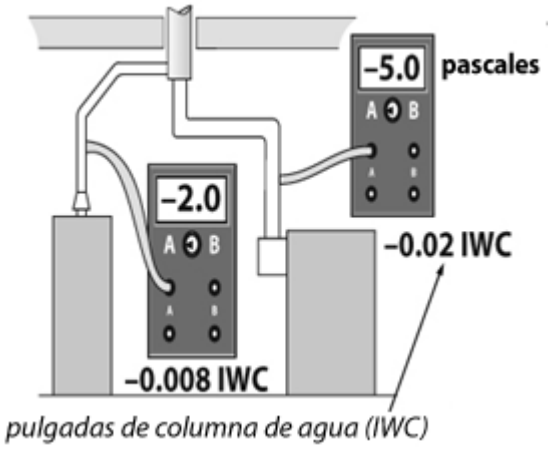
Prueba de más de 80 hornos: Haga un orificio de un cuarto de pulgada en el conector de ventilación de metal para tomar muestras de gases de combustión.

7. Registre el medidor de gas natural, con todos los otros dispositivos de gas apagados, para confirmar que la entrada de BTU al horno o caldera coincida con capacidad nominal que aparece en la placa de identificación. Ajuste la presión de gas, si fuera necesario. Consulte *Mediciones de entrada de BTU en dispositivos de gas natural en el Capítulo 3 – Sección 3.8.3* para registrar el medidor.



Ajuste de la presión del gas: Ajustar la presión del gas es la única manera de cambiar la mezcla de aire y combustible.

8. Limpie la unidad de tratamiento del aire ("jaula de ardilla") y el gabinete de la unidad de tratamiento del aire. Ajuste la configuración de velocidad de la unidad de tratamiento del aire, si fuera necesario, para asegurar el flujo de aire adecuado y para asegurar que el aumento de temperatura se encuentra dentro de las especificaciones del fabricante.
9. Realice una prueba del control de seguridad del piloto para el cierre completo de la válvula de gas cuando se apaga el piloto.
10. Cuando se completa la prueba, selle todos los orificios de la prueba.
11. Verifique que el ajuste del anticipador de calor del termostato coincida con la corriente medida en el circuito de control de 24 voltios.
12. Verifique el sistema de ventilación para detectar el tamaño y paso adecuados.
13. Verifique el sistema de ventilación para detectar obstrucciones, bloqueos o fugas.



Medición de la corriente: medición del descenso de corriente de la chimenea desde el desviador de corriente.

14. Mida el descenso de la corriente de la chimenea del desviador de corriente y verifique el derrame.
15. Mida la entrada de gas y observe las características de la llama para detectar hollín, CO u otros problemas de combustión presentes.

Un problema común del rendimiento de los hornos es la entrada baja de combustible y el alto porcentaje de O_2, lo que da lugar a una transferencia de calor deficiente. Esta condición será detectada por la prueba de combustión y el registro del medidor de gas natural. Consulte los porcentajes estándares del O_2 y la temperatura del gas de combustión en la *Tabla 3-2*.

La temperatura del gas de combustión es otro indicador importante del rendimiento del horno. Generalmente, una temperatura baja del gas de combustión indica un rendimiento eficiente, ya que una menor cantidad de calor abandona el edificio. Sin embargo, si la temperatura del gas de combustión es demasiado baja en hornos antiguos o más de 80 hornos, se formará condensación ácida en la ventilación. Esta condensación ácida puede herrumbrar las ventanas de metal y dañar las chimeneas de mampostería.

Ajuste la presión del gas y el flujo de aire a fin de optimizar la entrada de gas, el porcentaje de O_2, la temperatura del gas de combustión y la SSE. Estos ajustes se realizan mejor mientras se controla el gas de escape con el analizador de combustión.

Tabla 3-2: Rangos típicos para dispositivos alimentados a gas

Indicador de rendimiento	SSE 80+	SSE 90+
Monóxido de carbono (CO) (ppm)	≤ 100	≤ 100
Temperatura de los gases de la chimenea (°F)	325° - 450°	90° - 120°
Aumento de temperatura (°F)	40° - 70°	30° - 70°
Oxígeno (O_2)	4-9 %	4-9 %
Salida de presión del gas en el colector - Pulgadas de columna de agua (IWC)	3,2 – 3,9	3,2 – 3,9
Salida de presión de propano en el colector (IWC)	10 – 11	10 – 11
Eficiencia de estado constante (SSE)	82 – 86%	92 – 97%
Temperatura de suministro (°F)	120° - 140°	95° - 140°

Proceda con el mantenimiento y ajuste del quemador cuando se presenten algunos de los siguientes:

1. El CO supera los 100 ppm, según lo medido, o aire libre a 200 ppm
2. Existen indicadores visuales de hollín o lanzamiento de llama
3. Los quemadores están visiblemente sucios

Solución de problemas de CO

CO >100 ppm en una habitación

1. Abra el obturador de aire del quemador donde el CO supera los límites aceptables.
2. Limpie el quemador o los ensambles de piloto.
3. Alinee el quemador o el ensamble de piloto para eliminar el impacto.
4. Verifique el tamaño y la alineación del orificio.
5. Verifique si hay movimientos de la llama y grietas en el intercambiador de calor.

CO > 100 ppm en dos habitaciones

1. Confirme la fuente del aire de combustión.
2. Verifique si hay bloqueos en el sistema de ventilación y en el intercambiador de calor.
3. Abra el obturador de aire primario de cada quemador.
4. Limpie los quemadores o el ensamble de piloto.
5. Verifique el tamaño del orificio y la presión del gas.
6. Mida la entrada del dispositivo y ajuste, si fuera necesario.

Acumulación de carbono en el intercambiador de calor

1. Limpie la acumulación de carbono
2. Limpie todas las otras superficies de combustión, incluidos los quemadores, ensambles de piloto, orificios y deflectores.
3. Inspeccione el intercambiador de calor para detectar grietas.
4. Vuelva a armar el horno:
   a. Establezca las aberturas de aire principales.
   b. Verifique la presión del gas y el tamaño del orificio.
   c. Alinee, posicione y nivele los quemadores.
5. Verifique si hay bloqueos en el sistema de ventilación y en el intercambiador de calor.
6. Mida la entrada del dispositivo y ajuste, si fuera necesario.

Los procedimientos no reducen el CO debajo de los 100 ppm

Vuelva a verificar lo siguiente:

1. Ajuste de aire primario.
2. Nivel, alineación y posición del quemador.
3. Fuente de aire de combustión.
4. La presión de gas es la correcta para el tipo de combustible.
5. La entrada del dispositivo está ajustado a la altitud.
6. El sistema de ventilación no tiene obstrucciones.
7. El intercambiador de calor está intacto.
8. No hay impactos de llama presentes.

Tabla 3-3: Problemas de combustión y posibles soluciones

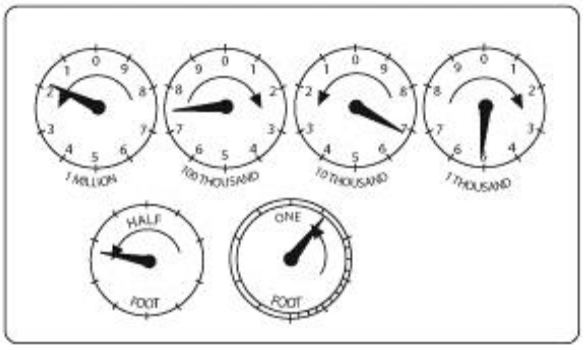
Problema	Posibles causas y soluciones
Corriente débil con despresurización de CAZ	El conducto de retorno tiene fugas, secadora de ropa, extractores, otras chimeneas. Selle las fugas del retorno. Proporcione aire renovable.
Corriente débil sin despresurización de CAZ	Chimenea bloqueada o con fugas, o las CAZ son demasiado herméticas.
Monóxido de carbono	La mezcla es demasiado rica o demasiado pobre. Ajuste la presión del gas. Verifique la chimenea y el aire de combustión para cumplir con el código.
Temperatura de los gases de la chimenea o elevación de temperatura muy baja o muy alta.	Ajuste la velocidad del ventilador o la presión del gas. Mejore los conductos para incrementar el flujo de aire.
El oxígeno es demasiado alto o bajo.	Ajuste la presión del gas, pero no incremente el nivel de CO.

El mantenimiento del quemador de gas incluye las siguientes medidas:

1. Subsane las causas del CO y el hollín. Estas causas pueden incluir el exceso de leña, la entrada de aire principal cerrada, el impacto de llama y la falta de aire de combustión.
2. Quite la suciedad, el herrumbre y otros residuos que puedan interferir con los quemadores. Limpie el intercambiador de calor, si fuera necesario.
3. Tome las medidas para mejorar la corriente, si fuera inadecuada debido a la ventilación incorrecta, chimenea obstruida, chimenea con fugas o despresurización. Consulte *Mejora de la corriente inadecuada en el Capítulo 3 – Sección 3.13.1.*
4. Selle las fugas en los conectores de ventilación y chimeneas.
5. Ajuste la entrada de gas si la prueba de combustión o el registro del medidor de gas indican exceso de leña o escasez de leña.

Mediciones de entrada de BTU en dispositivos de gas natural

1. Cierre el suministro de gas de todos los dispositivos de combustión de gas que no se probará (tales como, sistemas de calefacción, calentadores de agua, secadores, cocinas, calentadores de ambiente, etc.) y que están conectados al medidor que se programará.
2. Encienda el dispositivo a probar y observe los selectores del medidor de gas.



Selector del medidor de gas: Use la cantidad de segundos por revolución del selector de un pie y la tabla de la siguiente página para averiguar la entada del dispositivo.

3. Con cuidado, cuente el tiempo que se tarda en hacer una revolución del selector de ½, 1 o 2 pies cúbicos. Busque esa cantidad de segundos en las columnas marcadas "Segundos por revolución" en la *Tabla 3-4*. Siga esta fila hacia la derecha, a la columna correcta, para el selector de ½, 1 o 2 pies cúbicos. Multiplique la cifra de la tabla por 1000. Registre la entrada en miles de BTU por hora. *Para medir un selector de ¼ de pie cúbico, cuente cuánto se toma para hacer 4 revoluciones. Luego, use la columna de 1 pie cúbico para determinar la entrada.*
4. Si la entrada medida es superior o inferior que la entrada en la placa de identificación por más del 10 por ciento, ajuste la presión de gas hacia arriba o hacia abajo, dentro de los rangos en la *Tabla 3-3*, hasta que se logre la entrada correcta, aproximadamente. **PRECAUCIÓN:** Consulte con el proveedor de combustible antes de ajustar la presión en el medidor.
5. Para el gas licuado de petróleo, determine el tamaño del orificio. En la Tabla E.1.1 del Código nacional de gas combustible, busque el valor BTU de entrada que corresponde al tamaño del orificio. Multiplique el valor BTU listado por la cantidad de orificios para obtener el BTU de entrada del sistema de calefacción.
6. Si la entrada ajustada todavía está fuera del rango luego de ajustar la presión del gas a estos límites, reemplace los orificios existentes con orificios más grandes o más pequeños, calibrados para dar con la entrada correcta. Todos los cambios hechos a los orificios deben seguir las instrucciones del fabricante.

Tabla 3-4: Entrada en miles de BTU/hora para 1000 BTU/pie cúbico de gas

Segundos por revolución	Tamaño del selector del medidor			Segundos por revolución	Tamaño del selector del medidor			Segundos por revolución	Tamaño del selector del medidor		
	½ pie cúbico	1 pie cúbico	2 pies cúbicos		½ pie cúbico	1 pie cúbico	2 pies cúbicos		½ pie cúbico	1 pie cúbico	2 pies cúbicos
15	120	240	480	40	45	90	180	70	26	51	103
16	112	225	450	41	44	88	176	72	25	50	100
17	106	212	424	42	43	86	172	74	24	48	97
18	100	200	400	43	42	84	167	76	24	47	95
19	95	189	379	44	41	82	164	78	23	46	92
20	90	180	360	45	40	80	160	80	22	45	90
21	86	171	343	46	39	78	157	82	22	44	88
22	82	164	327	47	38	77	153	84	21	43	86
23	78	157	313	48	37	75	150	86	21	42	84
24	75	150	300	49	37	73	147	88	20	41	82
25	72	144	288	50	36	72	144	90	20	40	80
26	69	138	277	51	35	71	141	94	19	38	76
27	67	133	267	52	35	69	138	98	18	37	74
28	64	129	257	53	34	68	136	100	18	36	72
29	62	124	248	54	33	67	133	104	17	35	69
30	60	120	240	55	33	65	131	108	17	33	67
31	58	116	232	56	32	64	129	112	16	32	64
32	56	113	225	57	32	63	126	116	15	31	62
33	55	109	218	58	31	62	124	120	15	30	60
34	53	106	212	59	30	61	122	130	14	28	55
35	51	103	206	60	30	60	120	140	13	26	51
36	50	100	200	62	29	58	116	150	12	24	48
37	49	97	195	64	29	56	112	160	11	22	45
38	47	95	189	66	29	54	109	170	11	21	42
39	46	92	185	68	28	53	106	180	10	20	40

3.8.4 Prueba de fugas de la tubería de gas

Para obtener información sobre la prueba de fugas de la tubería de gas, consulte *Prueba de fugas de la tubería de gas en el Capítulo 5 – Sección 5.4.5.*

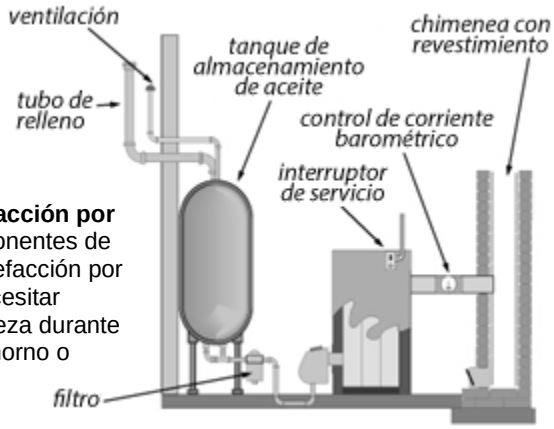
3.9 Sistemas de calefacción alimentados por aceite

3.9.1 Instalación de los sistemas de calefacción alimentados por aceite

Se deben seguir los procedimientos generales descritos en *Reemplazo general del sistema de calefacción en el Capítulo 3 – Sección 3.2.* al reemplazar el sistema de calefacción por aceite. Realice todas las pruebas de la Lista de verificación de reemplazo de aceite en hornos y documente los resultados.

Al reemplazar un horno de aceite:

1. Calibre la boquilla adecuadamente en base a las condiciones posteriores a la climatización, usando REScheck®, Manual J o una fórmula de calibración equivalente aceptada por la industria. Documente el tamaño de la boquilla en el interior del gabinete del horno, próximo a la placa de identificación del horno.

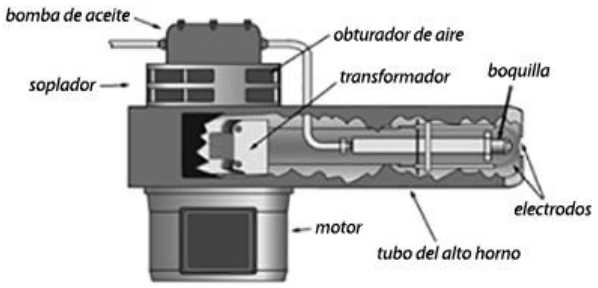


Sistema de calefacción por aceite: Los componentes de un sistema de calefacción por aceite pueden necesitar reparación y limpieza durante el reemplazo del horno o

2. Examine la chimenea existente y el conector de ventilación para verificar la adecuación como ventilación del nuevo dispositivo. Es posible que el conector de ventilación necesite volver a calibrarse y que la chimenea necesite volver a revestirse.
3. Confirme los espacios libres en los combustibles cercanos de la unidad de calefacción y que su conector de ventilación cumpla con la norma NFPA 31.
4. Pruebe la presión de aceite y verifique que cumple con las especificaciones del fabricante.
5. Pruebe el amperaje del circuito de control y ajuste el anticipador de calor del termostato para que coincida.
6. Pruebe el número de humo para confirmar que cumple con las especificaciones. Consulte la *Tabla 3-5.* Instale un nuevo filtro de combustible y purgue las tuberías de combustible.
7. Verifique que la chimenea funciona de manera segura y de acuerdo con la norma NFPA 211.
8. Confirme que el tanque y la tubería de aceite cumplen con la norma NFPA 31.

3.9.2 Prueba y mantenimiento de los sistemas alimentados por aceite

Los quemadores de aceite requieren mantenimiento anual para mantener su seguridad operativa y rendimiento de combustión. La prueba de eficiencia de estado constante, corriente, monóxido de carbono y humo debe hacerse para guiar y evaluar el mantenimiento. Estos procedimientos de limpieza y adecuación corresponden a los hornos alimentados por aceite, calderas y calentadores de agua.



Funcionamiento del quemador de aceite: Para el quemado continuo y completo del aceite, el aceite se bombea a través de la boquilla para crear un patrón de rociado específico que se enciende a través de electrodos espaciados adecuadamente que conducen 10.000 voltios desde el transformador.

Prueba e inspección del quemador de aceite

Evalúe el funcionamiento del quemador de aceite mediante una inspección visual y una prueba de combustión del sistema. Un quemador de aceite que pasa la inspección visual y obtiene buenos resultados en la prueba puede necesitar un mantenimiento mínimo. Si los resultados de la prueba son correctos, es posible que se necesiten algunos ajustes. Los resultados no satisfactorios de la prueba pueden indicar la necesidad de reemplazar el quemador o toda la unidad de calefacción.

Siga estos pasos para mejorar la seguridad y rendimiento del quemador de aceite:

1. Inspeccione el quemador y el dispositivo para detectar signos de hollín, sobrecalentamiento, riesgos de incendio, corrosión o problemas de cableado.
2. Equipe todos los sistemas de calefacción alimentados por aceite con un control de corriente barométrico.
3. Confirme que el sistema de calefacción por aceite tenga un circuito eléctrico dedicado.
4. Encierre todas las conexiones cableadas de 120 voltios en cuadros eléctricos cubiertos.
5. Inspeccione las tuberías de combustible y tanques de almacenamiento para detectar fugas.
6. Inspeccione el intercambiador de calor y la cámara de combustión para detectar grietas, corrosión o acumulación de hollín.
7. Verifique para ver si el encendido de la llama es instantáneo o se demora. El encendido de la llama debe ser instantáneo, excepto para las unidades que requieren un purgado previo, en las que el soplador marcha durante un tiempo antes de la ignición.
8. Tome muestras de los gases de combustión sin diluir con un probador de humo, siguiendo las instrucciones del probador de humo. Compare la mancha de humo que dejaron los gases en el papel del filtro con la escala de manchas de humo del fabricante para detectar el número de humo. *Si el número de humo es dos o superior, no use el analizador de combustión electrónico.*

9. Analice los gases de combustión para obtener el porcentaje de O_2, temperatura, ppm de CO y eficiencia de estado constante. Tome muestras de los gases de combustión sin diluir entre el control de corriente barométrico y el dispositivo. Ajuste la mezcla de aire y combustible y el flujo de aire para cumplir con las normas de la *Tabla 3-5*.
10. Mida la corriente de la combustión entre el dispositivo y el control de corriente barométrico y la corriente de exceso de fuego, en una abertura de la caja de combustión.
11. Mida la temperatura de cierre de alto límite y ajuste o reemplace el control de alto límite si la temperatura de cierre es superior a los 200 ºF para los hornos o de 180 ºF para las calderas de agua caliente.
12. Mida la presión de la bomba de aceite y ajuste según las especificaciones del fabricante, si fuera necesario.
13. Mida el voltaje del transformador y reemplace el transformador si no se encontrara dentro del rango permitido.
14. Asegure que los controles de corriente barométricos estén montados horizontal y verticalmente, y que el amortiguador se desplace libremente.
15. Mida el tiempo del control celular CAD o control de chimenea para verificar que el quemador se cierra, dentro del margen de tiempo según las especificaciones del fabricante, cuando la célula CAD esté bloqueada para ver la llama.

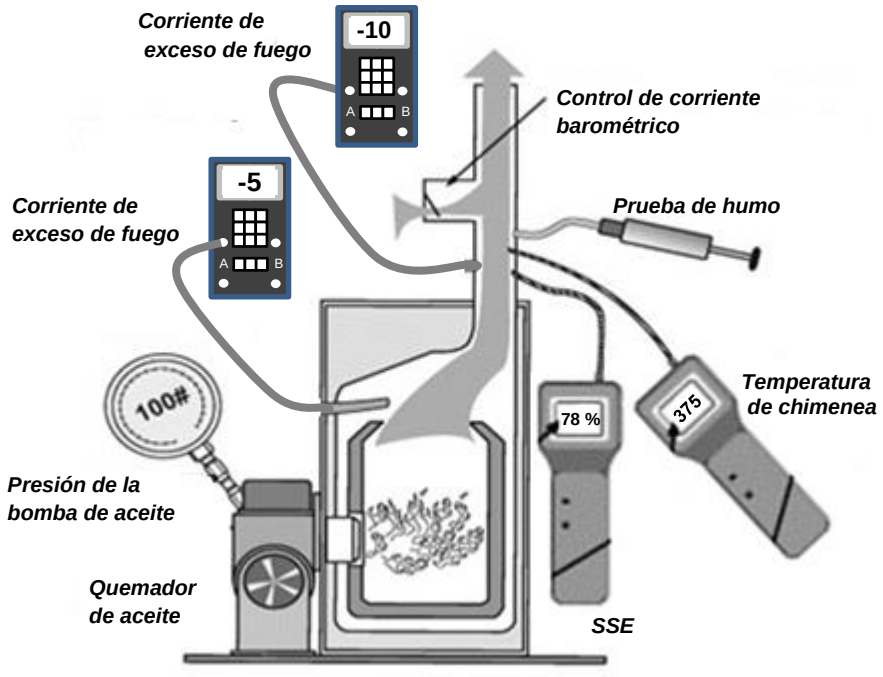
Tabla 3-5: Rangos típicos para dispositivos alimentados por aceite

Indicador de rendimiento	No retención de la llama	Retención de la llama
Monóxido de carbono (CO) (ppm)	≤ 100	≤ 100
Temperatura de los gases de la chimenea (°F)	325° - 550°	300° - 450°
Oxígeno (O_2)	6-9 %	5-9 %
Número de humo (1-9)	≤ 2	≤ 1
Exceso de aire (%)	≥ 80 %	≥ 35 %
Libras de presión de aceite por pulgada cuadrada (psi)	≥ 100	100 -150
Corriente de exceso de fuego (Pulgadas de columna de agua – IWC negativo)	0,02 IWC o 5 Pa	0,02 IWC o 5 Pa
Corriente de combustión (IWC negativo)	0,04 - 0,01 IWC o 10-15 pascales	0,04 - 0,01 IWC o 10-15 pascales
Eficiencia de estado constante (SSE)	≥ 75 %	≥ 80 %

Ajuste y mantenimiento del quemador de aceite

Luego de evaluar el funcionamiento inicial del quemador de aceite, realice las siguientes tareas de mantenimiento según sea necesario para optimizar la seguridad y el rendimiento:

1. Verifique el funcionamiento correcto del sensor de la llama.
2. Reemplace la boquilla del quemador luego de hacer coincidir el tamaño de la nueva boquilla con los requisitos de carca de calor posteriores a la climatización de la casa.
3. Limpie el ventilador centrífugo del quemador.
4. Reemplace el filtro del aceite.
5. Limpie o reemplace el filtro de aire. Consulte *Filtros en la Sección 3.4.6* para obtener orientación sobre cómo colocar los filtros del horno.
6. Retire el hollín y lodo de la cámara de combustión.
7. Retire el hollín de las superficies del intercambiador de calor.
8. Limpie el polvo, suciedad y grasa del ensamble del quemador.
9. Asegúrese de que la bomba de aceite esté ajustada a la presión correcta.
10. Ajuste el amortiguador barométrico a una corriente de exceso de fuego negativa de 5 pascales o 0,02 IWC, según las especificaciones del fabricante.
11. Ajuste el espacio entre los electrodos y su posición en el tubo del quemador, según las especificaciones del fabricante.
12. Repare la cámara de combustión cerámica o reemplácela si fuera necesario.
13. Inspeccione y limpie el extremo del ensamble del tubo y el quemador. Reemplace el cabezal de retención de la llama si estuviera dañado.
14. Inspeccione y limpie los contactos del transformador para eliminar cualquier rastro de corrosión.
15. Ajuste el obturador de aire para lograr los valores de humo y O_2, como se especifica en la *Tabla 3-5*.



Medición del rendimiento del quemador de aceite: Para medir el rendimiento del quemado de aceite son necesarios los indicadores, un manómetro, un analizador de gas de combustión, un probador de humo y un medidor de presión.

Luego de estos procedimientos de mantenimiento, realice las pruebas de diagnóstico descritas previamente para evaluar la mejora lograda mediante los procedimientos de mantenimiento y para determinar si se requiere un ajuste.

3.10 Hornos eléctricos y sistema de calefacción eléctrico

En Wisconsin, es mucho más común la calefacción eléctrica que los hornos eléctricos. Debido al alto costo de la electricidad, estos sistemas pueden ser buenos candidatos para la sustitución de combustibles.

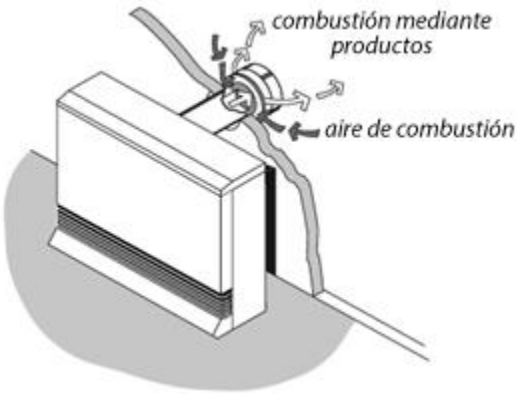
Precaución: Desconecte la energía de los hornos eléctricos antes de realizar algún tipo de mantenimiento.

1. Verifique o limpie y lubrique los siguientes componentes: el termostato, el soplador, la carcasa alrededor del elemento eléctrico y las aletas del zócalo.
2. Limpie o reemplace todos los filtros.
3. Tenga cuidado al sellar los conductos y con las mejorar del flujo de aire de los conductos para los hornos eléctricos debido al alto costo de la electricidad.
4. Verifique que los límites de seguridad y la elevación de temperatura cumplan con las especificaciones del fabricante.

3.11 Reemplazo de los calentadores de ambientes

Al reemplazar un calentador de ambiente:

1. Siga las instrucciones de ventilación del fabricante, cuidadosamente. No ventile los calentadores de ambientes de corriente inducida, de combustión sellada a las chimeneas de corriente natural.
2. Si el calentador de ambiente estará sobre un piso alfombrado, coloque un protector de piso con resistencia al fuego, del tamaño del ancho y largo del calentador de ambiente para usar como base.
3. Ubique el calentador de ambiente lejos del tránsito, cortinas y muebles:
4. Los calentadores de ambiente requieren un tomacorriente doble a tierra para el servicio eléctrico.



Calentador de ambientes de combustión sellado: Un calentador de espacio de combustión sellado extrae el aire de combustión y evacua los subproductos de la combustión con un ventilador de corriente.

Informe al cliente sobre las siguientes instrucciones de funcionamiento:

1. No almacene ningún objeto cerca del calentador de ambientes que pudiera restringir el flujo de aire alrededor de este.
2. No use el calentador de ambientes para secar ropa o para otro fin que no sea el de calefaccionar el hogar.
3. No permita que nadie se apoye o siente en el calentador de ambientes.
4. No rocíe aerosoles cerca del calentador de ambientes. Muchos aerosoles son inflamables o pueden causar corrosión al intercambiador de calor del calentador de ambientes.

Controles del calentador de ambientes: Muchos calentadores de ambientes modernos de bajo consumo tienen termostatos programables como característica estándar.

3.12 Reemplazo de las estufas de leña

Las estufas de leña con una grieta u orificio en la caja de combustión deben ser reemplazadas. Las unidades que no cumplan con los requisitos de espacios libres y que no puedan corregirse deben reemplazarse. Todas las estufas de leña deben cumplir con los códigos locales aplicables y con los requisitos de la EPA. Las instalaciones deben cumplir con la norma NFPA 211.

Al reemplazar una estufa de leña:

1. Instale la estufa se acuerdo con las especificaciones del fabricante.
2. Verifique que la estufa de reemplazo cumpla con las normas de emisiones de la EPA o las normas locales, cualquiera sea la más estricta.
3. Confirme que la unidad instalada esté certificada y cuente con la etiqueta de:
   a. Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, en virtud de la norma 211-1996.
   b. Otra lista de organizaciones equivalente.
4. Inspeccione visualmente la chimenea para corroborar el funcionamiento seguro, con referencia a la norma NFPA 211.
5. Proporcione a todos los cliente las instrucciones de funcionamiento, para incluir las prácticas de quema de leña adecuadas; información de seguridad; y capacitación sobre el mantenimiento adecuado, tales como termostatos de la chimenea y la necesidad de extintores de fuego.
6. Eduque a los clientes en relación con el impacto potencial de la extracción o la distribución del aire forzado en el funcionamiento de las estufas de leña.

Instale aire renovable si el edificio es hermético debajo del Límite de despresurización de CMF_{50}.

3.13 Ventilación de los gases de combustión

La ventilación adecuada es esencial para el funcionamiento, el rendimiento, la seguridad y la durabilidad de los calentadores de combustión. La Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA) y el Código Internacional del Consejo (ICC) son las autoridades que deciden sobre la elección de materiales, tamaños y espacios libres para las chimeneas, conectores de ventilación, así como el aire de combustión. La información en esta sección de ventilación se basa en los siguientes documentos de la NFPA y del ICC:

- ✓ Código Internacional de Instalaciones de Gas Combustible (IFGC) (ICC)
- ✓ NFPA 31: Estándar para la instalación de equipo quemador de aceite
- ✓ NFPA 211: Estándar para chimeneas, hogares, ventilaciones y dispositivos quemadores de combustible sólido

Tabla 3-6: Guía para las normas de ventilación

Tema	Referencia de código
Tamaño de ventilación	IFGC, Sección 504
Espacios libres	IFGC, Sección 308 y Tablas 308.21 NFPA 31, Sección 4-4.1.1 y Tablas 4-4.1.1 y 4-4.1.2 NFPA 211, Secciones 6.5, 4.3, 5
Aire de combustión	IFGC, Sección 304 NFPA 31, Sección 1-9; NFPA 211, Sección 8.5 y 9.3

3.13.1 Mejora de la corriente inadecuada

Si la corriente medida es inferior al requisito mínimo en el peor de los casos, investigue el motivo de la corriente débil. Abra una ventana, una puerta exterior o una puerta interior que esté por debajo del nivel del dispositivo de calefacción para observar si el agregado de aire renovable mejora la corriente. Si el aire agregado mejora la corriente, entonces el problema es, por lo general, la despresurización. Si la apertura de la chimenea no tiene ningún efecto, inspeccione la chimenea. La chimenea podría estar bloqueada o tener demasiadas fugas.

Mejoras en la chimenea para resolver los problemas de corriente

Considere las siguientes mejoras en la chimenea al intentar mejorar el peor caso de la corriente:

1. Quite las obstrucciones de la chimenea.
2. Repare las desconexiones o fugas en las juntas y donde se une el conector de ventilación con una chimenea de mampostería.
3. Mida el tamaño del conector de ventilación y la chimenea, y compárelo con la información del tamaño de ventilación que aparece en la Sección 504 del Código Internacional de Gas Combustible. Un conector de ventilación o revestimiento de la chimenea, demasiado grande o pequeño, puede dar lugar a una corriente deficiente.
4. Incremente el paso de las secciones horizontales de la ventilación para facilitar el movimiento de los gases de combustión hacia la chimenea.
5. Extienda el casquete de techo de combustión. Esta opción puede ser muy útil cuando la chimenea de descarga del dispositivo es corta; por ejemplo, en una casa móvil o en un rancho sobre losa.
6. Si el viento causa una corriente errática, considere instalar una tapa de chimenea de amortiguación del viento.

Si la chimenea de mampostería está deteriorada, considere instalar un nuevo revestimiento para la chimenea.

Mejoras en el conducto para resolver los problemas de corriente

Considere las siguientes mejoras en el conducto y flujo de aire al intentar mejorar el peor caso de la corriente:

1. Selle/quite todas las rejillas de retorno en la CAZ.
2. Instale una cubierta de filtro de sellado.
3. Selle las fugas en los conductos de retorno en la CAZ, usando el Libro de trabajo de diagnóstico para guiar la toma de decisiones para el sellado de conductos.
4. Aísle el horno de las rejillas de retorno mediante el sellado de aire.
5. Instale aire renovable para la CAZ. Abra una ventana cercana, una puerta exterior o una puerta interior para observar si el agregado de aire renovable mejora la corriente. Si la ventana o puerta abierta mejora la corriente a un nivel aceptable, mida el tamaño de la abertura e instale el aire renovable, según corresponda.

Tabla 3-7: Problemas y soluciones de corriente

Problema	Posibles soluciones
Corriente adecuada jamás establecida	Quite los bloqueos de la chimenea, selle las fugas de aire de la chimenea o proporcione aire de combustión adicional, según sea necesario.
La activación del soplador debilita la corriente.	Selle las fugas en el horno y en los conductos de retorno cercanos. Aísle el horno de las rejillas de retorno cercanos.
Los extractores debilitan la corriente.	Proporcione aire de combustión o renovable si al abrir una puerta o ventana al exterior fortalece la corriente durante la prueba.
Al cerrar las puertas interiores durante el funcionamiento del soplador, la corriente se debilita.	Agregue conductos de retorno, rejillas entre las habitaciones o conductos puente.

3.14 Aire de combustión

Una zona de dispositivo de combustión se clasifica como un **espacio no confinado** o como un **espacio confinado definido por el IFGC**. Un espacio no confinado es una CAZ conectada a una salida de aire de edificio suficiente para proporcionar aire de combustión. Un espacio confinado es una CAZ con paredes y techo entoldados y una puerta cerrada que forman una barrera de aire entre el dispositivo y otros espacios interiores.

Para los espacios confinados, el IFGC prescribe aire de combustión adicional desde afuera de la CAZ. El aire de combustión se suministra a la zona del dispositivo de combustión de cuatro maneras.

1. A un espacio no confinado a través de fugas dentro del edificio.
2. A un espacio confinado a través de una abertura intencional o aberturas entre la CAZ y las otras áreas interiores donde el aire se transfiere para rellenar el aire de combustión.

3. A un espacio confinado a través de una abertura intencional o aberturas entre el CAZ y las zonas intermedias exteriores o ventiladas, como áticos o entrepisos.
4. Directamente desde el exterior a la CAZ confinada o hermética, a través de un conducto. Los dispositivos con sus propios conductos directos de aire de combustión se llaman dispositivos de **combustión sellada** o **ventilación directa**.

Tabla 3-8: Requisitos del aire de CFM para los hornos y calderas de combustión

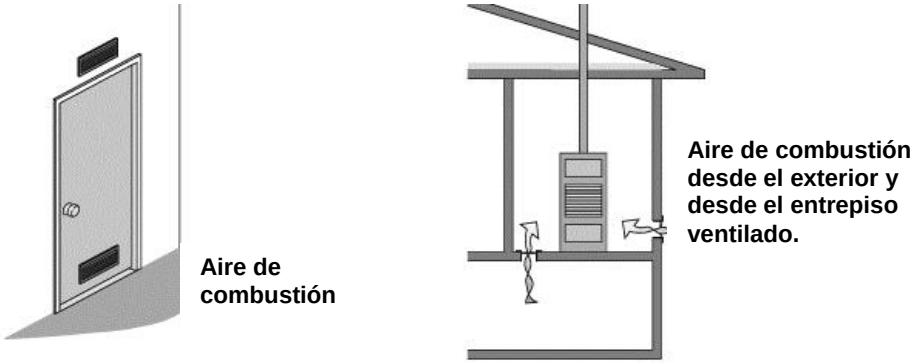
Dispositivo	Aire de combustión (CFM)	Aire de dilución (CFM)
Aceite convencional	38	195
Aceite de retención de llama	25	195
Aceite de alta eficiencia	22	-
Gas atmosférico convencional	30	143
Gas asistido por ventilador	26	-
Gas de condensación	17	-
Hogar (sin puertas)	100-600	-
Estufa de leña hermético	10-50	-
A.C.S. Hayden, Dispositivos de combustión residencial: Ventilación y calidad de aire interior Enciclopedia de combustibles sólidos		

3.14.1 Aire de combustión de espacio no confinado

Los dispositivos de combustión ubicados en la mayoría de sótanos, áticos y entrepisos obtienen aire de combustión adecuado de las fugas en el armazón del edificio. Incluso cuando el dispositivo de combustión se ubica dentro del espacio de vivienda de la casa, por lo general, consigue el aire de combustión adecuada de las fugas de aire, salvo que la casa sea hermética o la zona de combustión esté despresurizada.

3.14.2 Aire de combustión de espacio confinado

Un espacio confinado lo define el IFGC como un espacio que contiene uno o más dispositivos de combustión y que tiene menos de 50 pies cúbicos de volumen por cada 1000 BTU por hora (BTUH) de entrada del dispositivo.



Opciones pasivas de aire de combustión: El aire de combustión puede suministrarse de los espacios interiores adyacentes o del exterior. Tenga cuidado con las ventilaciones pasivas de aire de combustión hacia el ático que pueden despresurizar la zona de combustión o permitir la entrada de aire húmedo hacia el ático.

Sin embargo, si una habitación mecánica pequeña está conectada a espacios adyacentes a través de pasajes de aire grandes, como espacios con viguetas de piso, es posible que la CAZ no necesite aire de combustión adicional, incluso con las paredes y techo entoldados, que la separan de otros espacios interiores. La extensión de la conexión entre la CAZ y otros espacios se puede confirmar mediante la prueba de corriente del peor caso o la prueba de la puerta del soplador.

Por otro lado, si la casa es inusualmente hermética, es posible que la CAZ no obtenga el aire de combustión adecuado, incluso cuando la CAZ sea más grande que el volumen mínimo de la habitación de espacio confinado, definido anteriormente.

En los espacios confinados o casas herméticas donde se necesita el aire de combustión exterior, la mejor estrategia es una abertura de ventilación simple instalada lo más bajo de la CAZ como sea posible. Una ventilación de aire de combustión hacia un ático puede despresurizar la zona de combustión o verter aire húmedo y caliente hacia el ático. En su lugar, conecte la zona de combustión directamente hacia el exterior o a un entrepiso ventilado, a través de una ventilación baja simple, si fuera posible.

Elija una ubicación exterior que esté protegida, donde la pared que contiene la ventilación no esté paralela a los vientos reinantes. El viento que sopla en paralelo a una pared exterior o a un ángulo derecho a la abertura de ventilación tiene a despresurizar tanto la apertura como la CAZ conectado a ella. En el interior, ubique las ventilaciones del aire de combustión lejos de las tuberías de agua para evitar que las tuberías se congelen.

3.14.3 Área sin redes

Un área sin redes es la superficie de ventilación que queda abierta luego de la sustracción para el efecto de bloqueo de las persianas y rejillas. Se supone que las persianas y rejillas de metal reducen el tamaño de la abertura de ventilación en un 75 por ciento de la superficie original. Las persianas y rejillas de madera son más restrictivas, y se supone que reducen el área sin redes en un 25 por ciento de la superficie original.

A menudo, los fabricantes proporcionan especificaciones acerca del área sin redes, a través de sus rejillas y persianas. Cuando esta información se encuentre disponible, úsela para calcular el tamaño de apertura requerido para proporcionar el área sin redes necesaria. Cuando estas especificaciones no se encuentren disponibles, use las suposiciones enumeradas arriba.

Por ejemplo, calcule una abertura de 10 pulgadas por 10 pulgadas (100 pulgadas cuadradas) con una rejilla de metal adjunta, como tener un área sin redes de 75 pulgadas cuadradas. Con una persiana de madera instalada, calcule la misma abertura de 25 pulgadas cuadradas de área sin red.

Al dimensionar las aberturas de ventilación, siempre represente la reducción en el área sin redes que se producirá luego de la instalación de rejas y persianas.

3.14.4 Dimensionamiento de las aperturas de aire de combustión

La *Tabla 3-9* resume las proporciones requeridas del área sin redes del aire de combustión para la entrada del dispositivo (BTUH).

Este es un ejemplo de dimensionamiento de dos aperturas directas de aire de combustión al espacio interior adyacente: El horno y el calentador de agua se ubican en un espacio confinado. El horno tiene un valor nominal de entrada de 100.000 BTUH. El calentador de agua tiene un valor nominal de entrada de 50.000 BTUH. En combinación, ambos dispositivos tienen un valor nominal de entrada de 150.000 BTUH. Por lo tanto, cada apertura debe tener, al menos, 150 pulgadas cuadradas de área ventilación sin redes entre la habitación mecánica y el espacio interior adyacente (150.000 ÷ 1000 = 150). Existen dos aperturas, entonces la CAZ tendrá un total de 300 pulgadas cuadradas de área de ventilación sin redes.

Si la misma CAZ tuviera conductos hacia el exterior con una abertura simple, el requisito de un área de ventilación sin redes disminuiría a 50 pulgadas cuadradas (150.000 ÷ 3000 = 50 pulgadas cuadradas).

Al instalar dos aperturas de aire de combustión, el IFGC por lo general requiere que una apertura comience a 12 pulgadas desde el techo y una apertura a 12 pulgadas desde el suelo. Consulte el IFGC 2012, Sección 304.5 para obtener los requisitos desglosados del aire de combustión.

Tabla 3-9: Aperturas de aire de combustión: Ubicación y tamaño

Ubicación	Dimensiones
Dos aperturas directas al espacio interior adyacente	Área mínima de cada una: 100 in^2 1 in^2 por 1000 BTUH de volumen de cada habitación combinada debe ser ≥S 50 ft^3 por 1000 BTUH
Dos aperturas directas o conductos verticales al exterior	Cada ventilación debe tener 1 in^2 por cada 4.000 BTUH
Dos conductos horizontales al exterior	Cada ventilación debe tener 1 in^2 por cada 2.000 BTUH
Ventilación simple directa o con conductos al exterior	La ventilación simple debe tener 1 in^2 por cada 3.000 BTUH
Del *Código Internacional de Gas Combustible (IFCG).*	

3.15 Termostatos

Establezca el anticipador de calor del termostato al amperaje medido en el circuito de control o siga las instrucciones del fabricante del termostato para ajustar la duración del ciclo.

3.15.1 Termostatos programables

Un termostato programable puede ser un gran ahorrador de energía si los ocupantes entienden cómo funciona el termostato. Si el termostato existente se reemplazará como parte de un trabajo de climatización, discuta esta opción con el ocupante. Si el ocupante está dispuesto a usar un termostato programable, proceda con la instalación. Capacite al ocupante sobre el uso del termostato y deje una copia de las instrucciones de fabricante.

Inspección final y normas de control de calidad

El trabajo del sistema de calefacción debe cumplir las siguientes normas.

Resultados requeridos		
	Reemplazos	**Limpiar y ajustar**
Todos los combustibles y tipos	1. La concentración del monóxido de carbono en el gas de combustión no diluido no excede los 100 ppm, según lo medido, o 200 ppm sin aire, a menos que el límite de especificación sea superior.	1. La concentración del monóxido de carbono en el gas de combustión no diluido no excede los 100 ppm, según lo medido, o 200 ppm sin aire, a menos que el límite de especificación sea superior.
Sistemas de gas	2. Pruebe y establezca la presión del gas dentro de las especificaciones del fabricante.	2. Pruebe y establezca la presión del gas dentro de las especificaciones del fabricante.
Sistemas de aceite	3. Prueba de humo: ≤ 1 para los sistemas del quemador de retención de llama y ≤ 2 para los sistemas de quemador de retención sin llama, con una escala de mancha de humo.	3. Prueba de humo: ≤ 1 para los sistemas del quemador de retención de llama y ≤ 2 para los sistemas de quemador de retención sin llama, con una escala de mancha de humo.
Aire forzado	4. El aumento de temperatura está dentro de las especificaciones del fabricante.	4. El aumento de temperatura está dentro de las especificaciones del fabricante.
Todas las calderas	5. Los valores de O_2 y CO (o CO_2) se encuentran dentro del rango especificado por el fabricante. 6. Calderas de no condensación: La temperatura de la chimenea es de, al menos, 300 ºF para minimizar la condensación en la chimenea.	5. Los valores de O_2 y CO (o CO_2) se encuentran dentro del rango especificado por el fabricante. 6. Calderas de no condensación: La temperatura de la chimenea es de, al menos, 300 ºF para minimizar la condensación en la chimenea.
≥ 90 % de calderas	7. Sensor de temperatura del aire exterior instalado en una pared exterior que mire al norte. 8. La curva de calefacción está programada de acuerdo con la pérdida de calor y capacidad de radiación de la vivienda.	7. Sensor de temperatura del aire exterior instalado en una pared exterior que mire al norte. 8. La curva de calefacción está programada de acuerdo con la pérdida de calor y capacidad de radiación de la vivienda.

Sistemas de calefacción - general

1. La lista de verificación del sistema de calefacción está completa, en el archivo;
2. Condensación:
   a. Drena adecuadamente y está asegurado al resumidero del piso.
   b. No presenta riesgos de tropiezo.
   c. Bomba instalada solo si se necesita.
3. No hay fugas de combustible.
4. Los sistemas de aceite tienen un nuevo filtro de aceite.
5. No hay calentadores de espacios preexistentes sin ventilación en el lugar.

Prueba requerida		
	Reemplazos	**Limpiar y ajustar**
Todos los combustibles y tipos	1. Mida la eficiencia de estado constante (SSE).	1. Mida la eficiencia de estado constante (SSE).
	2. Mida los niveles de oxígeno (O_2). Consulte la Tabla 3-2, Rangos típicos de los equipos quemadores de gas.	2. Mida los niveles de oxígeno (O_2). Consulte la Tabla 3-2, Rangos típicos de los equipos quemadores de gas.
	3. Mida la temperatura de chimenea.	3. Mida la temperatura de chimenea.
Aire forzado	4. Mida el flujo de aire de la unidad de tratamiento del aire del horno. Use una placa de flujo o las tablas de flujo del ventilador del fabricante para calcular el flujo de aire.	4. Mida el flujo de aire de la unidad de tratamiento del aire del horno. Use una placa de flujo o las tablas de flujo del ventilador del fabricante para calcular el flujo de aire.
Todas las calderas	5. Mida las temperaturas del agua de suministro y retorno.	5. Mida las temperaturas del agua de suministro y retorno.

Nuevos sistemas de calefacción

1. El sistema de calefacción tiene la dimensión correcta y calefacciona adecuadamente el edificio.
   a. El cálculo de la dimensión se encuentra en el archivo del cliente que refleja precisamente la pérdida de calor del edificio luego de la climatización.
   b. El sistema de distribución es adecuado para el horno dimensionado correctamente.
2. El sistema de calefacción tiene ventilación adecuada.
   a. Cumple con los requisitos del código y del fabricante.
   b. Espacios libres adecuados desde las ventanas, puertas y 3 pies desde el medidor de gas, regulador y salida de ventilación.
3. El sistema se levantó del piso con materiales duraderos.
   a. Para los sótanos con problemas de inundación conocidos, la altura se basa en las típicas marcas de agua que se notan en la CAZ o se basan en la entrada del cliente.
4. El equipo del sistema de calefacción cumple con los requisitos de especificación.
5. Permiso del edificio conseguido, según lo necesario.
6. La instalación cumple con los requisitos del código.
7. El sistema se encuentra en un circuito eléctrico dedicado.
   a. La desconexión del servicio está presente o entre la línea de visión en el panel de servicio.
   b. El circuito tiene el tamaño correcto o se instaló un fusible o disyuntor para proteger el sistema.
8. La garantía y/o el manual está publicado cerca del horno.
9. Los sistemas o estufas de leña instalados cumplen con la norma NFPA 211 o la EPA (con etiqueta).

Distribución de aire forzado

1. Filtro/compartimiento
   a. Está sellado adecuadamente, la tapa encaja correctamente y el filtro está sellado a la rejilla del filtro.
   b. Permite un reemplazo sencillo del filtro.
   c. El filtro tiene valor MERV 6 o superior.
   d. Un filtro lavable, seis filtros descartables de 1 a 2 pulgadas o un filtro instalado de 3 pulgadas.

2. La distribución dentro de la CAZ y las áreas de vivienda están selladas en base a la prueba de despresurización del peor caso. El sistema de distribución no despresuriza excesivamente la CAZ (>1 pascal, en base a las advertencias en el Libro de trabajo de diagnóstico cuando hay presentes dispositivos de Categoría I).
3. Se proporciona el calor y el aire de retorno adecuados en las áreas de vivienda.
4. El suministro y los conductos de retorno nuevos son del tamaño adecuado para el funcionamiento eficiente del sistema de calefacción.
5. Las juntas de los conductos están conectados y asegurados adecuadamente.
6. Los conductos están apoyados adecuadamente.
7. Los conductos de metal están sellados con material que cumple con las pruebas de UL181, como masilla, cinta o goma selladora.
8. El trabajo de distribución en las áreas sin calefacción está aislado a un mínimo de R-11.
9. El aislamiento cumple con las especificaciones materiales y no está comprimido.
10. El aislante de fibra de vidrio está instalado con sujetadores mecánicos.
11. Las rejillas funcionan adecuadamente para su finalidad.
12. No existen rejillas de retorno en la CAZ.
13. Los conductos de suministro nuevos tienen amortiguadores.
14. El sistema de retorno de aire está centralizado a través del espacio habitable.
15. Los amortiguadores de contracorriente están instalados entre un plénum de estufa de leña y otro sistema de aire forzado.

Calderas

1. El tamaño de la caldera está calculado adecuadamente e incluye agua caliente sanitaria, si corresponde.
2. Los radiadores existentes y otros dispositivos térmicos tienen el tamaño y la cantidad adecuada para los espacios que calefaccionan.
3. La lista de verificación del sistema de calefacción está completa y en el archivo;
4. Las unidades de reemplazo están clasificadas para la aplicación.
5. El agua de alimentación existente y el sistema de distribución funcionan adecuadamente con la nueva caldera.
6. El sistema de distribución de purgó correctamente.
7. Los controles de la caldera, válvulas de autollenado, válvula de zona y tanque de expansión están presentes y funcionan según se diseñó, y el sensor de temperatura del aire exterior está instalado.
8. La caldera o distribución existentes están ajustados o modificados adecuadamente.
9. Los radiadores están purgados y no hay aire en el sistema.

10. La válvula de alivio de presión se documentó como abierta; se cierra sin fugas.
11. Edificios de tres y cuatro unidades, solamente. El número de registro de la caldera está publicado con la inspección actual con certificado estatal.

Distribución de calefacción del espacio con agua caliente

1. Las tuberías están aisladas en las áreas sin calefacción.
2. Los bordes del aislamiento encajan y están asegurados.
3. No hay fugas en el sistema.

Termostatos

1. El termostato instalado funciona adecuadamente con el sistema de calefacción instalado y cumple con las necesidades de la vivienda.
2. El cliente está capacitado y entiende cómo funciona el termostato programable.
3. El termostato se encuentra en una ubicación que permite que el sistema de calefacción funcione adecuadamente en el espacio.
4. El termostato está instalado en una pared interior pero no cerca de una rejilla de suministro.

Consideraciones adicionales:

Bajo ciertas circunstancias, se necesitarán los siguientes elementos para verificar que los otros resultados de las pruebas son correctos o para la solución de varios problemas.

1. El flujo de aire a través del medidor de flujo es constante con el flujo que aparece en la Tabla 3-1 y según las tablas del ventilador del fabricante.

Pruebas adicionales		
	Reemplazos	**Limpiar y ajustar**
Todos los sis-temas	1. Confirme que el exceso de aire (EA) sea el adecuado.	1. Confirme que el exceso de aire (EA) sea el adecuado.
Sistemas de gas natural	2. Mida la entrada al “registrar el medidor” para determinar la entrada del dispositivo de gas natural. La entrada se encuentra, por lo general, dentro del 10 % del valor nominal del dispositivo.	2. Mida la entrada al “registrar el medidor” para determinar la entrada del dispositivo de gas natural. La entrada se encuentra, por lo general, dentro del 10 % del valor nominal del dispositivo.
Sistemas de aceite	3. Verifique la presión de la bomba de aceite.	3. Verifique la presión de la bomba de aceite.
Aire forzado	4. Medición de la presión estática externa (ESP).	4. Medición de la presión estática externa (ESP).