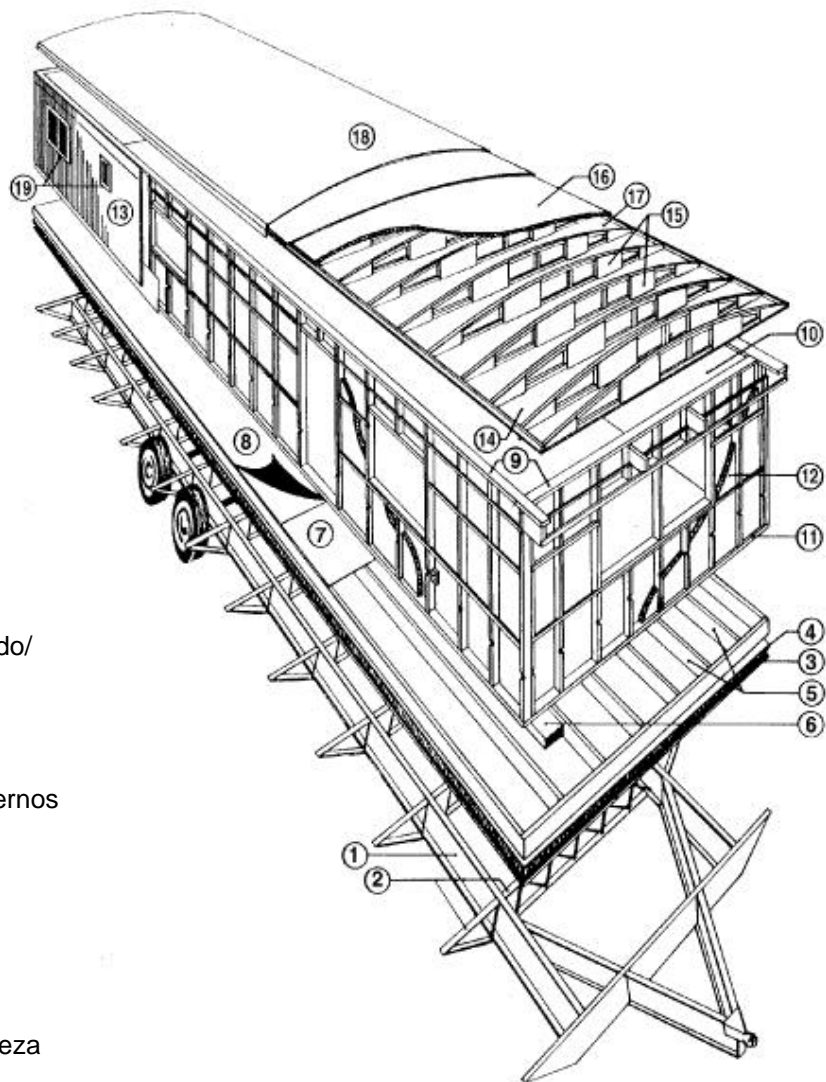


## Capítulo 7: Climatización de casas manufacturadas

### 7.1 Climatización de casas manufacturadas

Las casas manufacturadas, llamadas también viviendas móviles, plantean desafíos y oportunidades de climatización particulares. A menudo, las tareas de climatización son diferentes a las que se realizan en viviendas construidas in situ. Por lo general, las viviendas móviles consumen más energía por pie cuadrado que las viviendas construidas in situ. Sin embargo, el hecho de que sean construcciones que siguen un modelo establecido permite que el trabajo de climatización sea más simple y directo. La readaptación del aislamiento, el sellado de fugas de aire, el sellado de conductos y el reemplazo del sistema de calefacción presentan varias oportunidades de ahorro de energía en este tipo de viviendas.



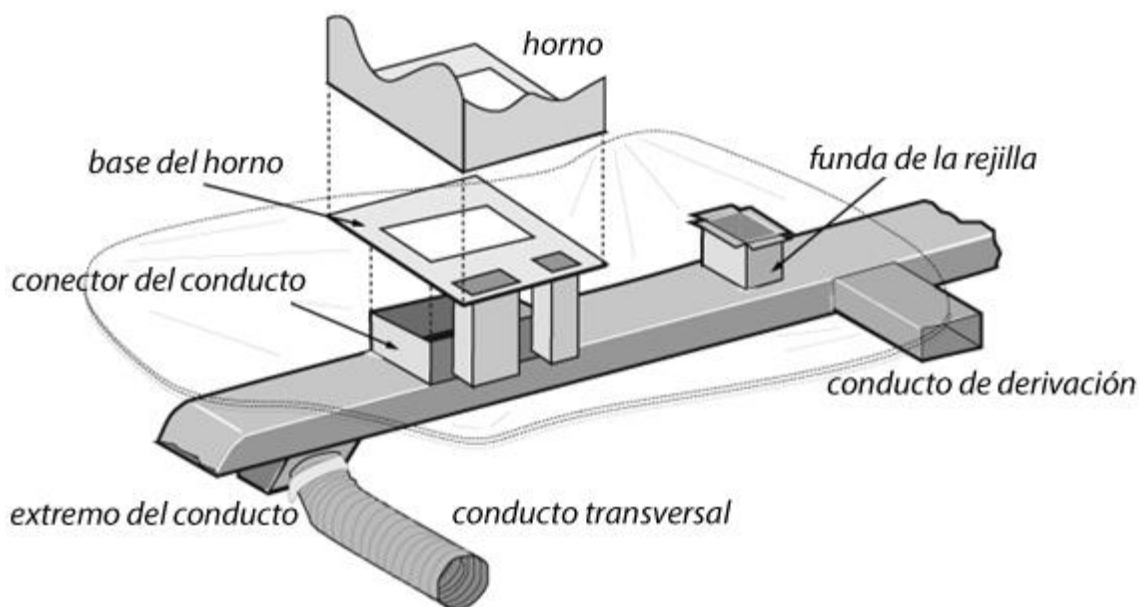
#### Elementos comunes de una vivienda móvil:

- 1 - Chasis de acero
- 2 - Estabilizadores y travesaños
- 3 - Cubierta inferior
- 4 - Aislamiento de fibra de vidrio
- 5 - Vigas de piso
- 6 - Conducto de aire acondicionado/ calefacción
- 7 - Plataforma
- 8 - Cubierta del suelo
- 9 - Vigueta superior
- 10 - Paneles de revestimiento internos
- 11 - Vigueta inferior
- 12 - Aislamiento de fibra de vidrio
- 13 - Revestimiento metálico
- 14 - Cielo raso
- 15 - Cerchas
- 16 - Aislamiento de fibra de vidrio
- 17 - Barrera de vapor
- 18 - Techo galvanizado de una pieza
- 19 - Ventana metálica

## 7.2 Sistema de distribución de suministros

Los conductos de suministro se encuentran en general en el exterior de la barrera de aire de la vivienda y, con frecuencia, tienen fugas importantes. Esto plantea una oportunidad de ahorro a través de un efectivo sellado. El sellado debe completarse antes de realizar reparaciones en el piso o de aislar el espacio debajo del piso. Es posible acceder fácilmente a muchos puntos de fuga desde abajo.

Revise los conductos a simple vista y registre con una cámara digital, boroscopio o espejo y linterna para identificar orificios grandes, huecos o elementos desconectados. Tome las fotos colocando la cámara en el interior de los conductos (con la correa en la muñeca).



**Conductos de viviendas móviles:** Los conductos de las viviendas móviles tienen fugas en los extremos y en las juntas o uniones, en especial, en las juntas debajo de la caldera. La junta con el conector del conducto está en la base de la caldera. Las fugas aparecen en la unión entre el conducto principal, el conector y la caldera. No suele haber conductos secundarios, pero son fáciles de ubicar ya que sus tomas de aire no son iguales a las otras. Los conductos transversales se utilizan solo en casas de ancho doble o triple.

### 7.2.1 Prueba de conducto con tacho de presión

Siga los siguientes pasos para medir la fuga relativa en el sistema de distribución de aire forzado:

1. Disponga la vivienda móvil en condiciones invernales, con todas las puertas interiores abiertas e inmóviles.
2. Configure el manómetro digital en "PR/PR" y conecte una sonda de presión desde una tapa de referencia hacia el exterior. Tome como punto de referencia la presión

de la casa con respecto al exterior (PRE). Encienda el ventilador en la puerta y ajuste para conseguir una diferencia de presión de 50 pascales con respecto al PRE.

3. Sin modificar la velocidad del ventilador, desconecte la sonda de presión exterior del manómetro digital. Conecte una manguera de presión desde un grifo de entrada al tacho de presión.
4. Ubique el registro de repuesto más alejado de la caldera ubicada en un extremo de la vivienda móvil. Coloque el tacho de presión sobre el registro y anote la diferencia de presión en el Libro trabajo de diagnóstico.
  - a. Si la posición del registro no permite una correcta ubicación del tacho de presión, se pueden utilizar otros materiales (cinta de embalar y cartón, etc.) para lograr sellar por completo el registro. Una vez que la unión sea hermética, coloque una sonda de presión metálica al final de la sonda. Realice un pequeño orificio en el material de sellado, inserte la sonda metálica y anote la diferencia de presión.
5. Repita el paso 4 (4a) en el resto de los registros del hogar.

### 7.2.2 Interpretación de resultados de fugas del conducto

La fuga en el conducto permite que el aire se infiltre en el conducto. Esta infiltración provoca la diferencia de presión medida entre los conductos de suministro y el espacio principal de la casa. Cuanto mayor sea la fuga existente, mayor será la diferencia de presión entre los conductos y el interior de la vivienda.

Si los conductos en un lateral de la casa registran una presión más elevada (menos negativa) que los conductos del lado opuesto, quiere decir que existe una fuga importante en la zona cercana a esos conductos, más que en cada conducto de manera individual. Si se observa tal diferencia en los conductos que rodean la caldera, puede significar que es necesario sellar los conductos y uniones cerca de esa zona.

### 7.2.3 Sellado de conductos de viviendas móviles

Siempre que sea posible, selle todos los conductos de suministro ubicados bajo el suelo de la vivienda, de modo tal que las mediciones de embudo en todas las tomas indiquen 3 pascales o menos cuando la vivienda esté a 50 pascales con respecto al exterior. Cuando el sellado no sea suficiente para conseguir llegar a 3 pascales o menos, no continúe con el sellado del conducto y anote los resultados en el Libro trabajo de diagnóstico.

Los siguientes sectores a menudo se sellan desde el interior de la vivienda:

1. **Conexión entre la caldera y el plénium cuando no hay AC:** Se puede acceder a este sector quitando el panel de acceso a la bobina de evaporador cuando no hay aire acondicionado central. Debido a que la temperatura en este sector suele ser muy alta, se recomienda utilizar materiales, como protectores angulares, en vez de cinta de butilo,

siempre que sea posible. La cinta de butilo se rasga y pierde sus propiedades adhesivas rápidamente en temperaturas elevadas.

Para orificios pequeños o medianos, aplique cinta de butilo y/o cinta de malla y, luego, aplique una capa gruesa de masilla sobre ambos. Para huecos más grandes, fije las chapas metálicas y cuide que los bordes queden bien sellados con cinta de malla y masilla. Los orificios más pequeños pueden taparse con malla y masilla, o con masilla sola. La cinta de malla debe aplicarse sobre toda la superficie de la cinta de butilo y al mismo tiempo sobre la superficie del conducto para asegurar un sellado duradero.

2. **Montantes de registro (cuellos) al suelo y al conducto principal:** Asegure el montante al conducto principal y/o al suelo antes de sellar las uniones. Se pueden cubrir espacios grandes con protectores angulares. Aplique masilla entre los protectores y el conducto para lograr un sellado permanente. Selle con cuidado el montante a la cubierta del suelo para permitir que la sala del registro se asiente correctamente. No extienda la cinta más allá del borde del registro. En todos los casos, cubra por completo con cinta de malla y masilla la cinta de butilo. Quizás esto puede no sea posible en la parte superior de los montantes.
3. **Conductos principales bajo suelo:** Antes de sellar con masilla, se recomienda usar pequeños trozos preformados de canal J para sujetar bien al suelo los conductos principales sin abrazaderas. Recorte los perfiles según sea necesario para lograr que queden cubiertos por el registro.
4. **Registros en los extremos:** A menudo, los extremos de un conducto principal no tienen obstáculos. Coloque un respiradero o registro en la última salida siempre que no provoque un desequilibrio en la distribución del aire. El respiradero se puede construir con una hoja de metal y se sella a las paredes del conducto, del mismo modo que en los demás procedimientos. Con frecuencia, la razón de colocar conductos es lograr presión estática y, de ese modo, un flujo equilibrado. Cuando se colocan respiraderos, disminuyen la posibilidad de lograr esa presión estática y se genera un mayor flujo hacia esa toma de salida. Si se coloca un nuevo respiradero en una habitación en la que hay un flujo de aire adecuado, puede afectar la comodidad y cambiar la presurización.

Los siguientes sectores a menudo se sellan desde abajo de la vivienda móvil. Para acceder a la barrera, puede ser necesario realizar un corte en la cubierta inferior.

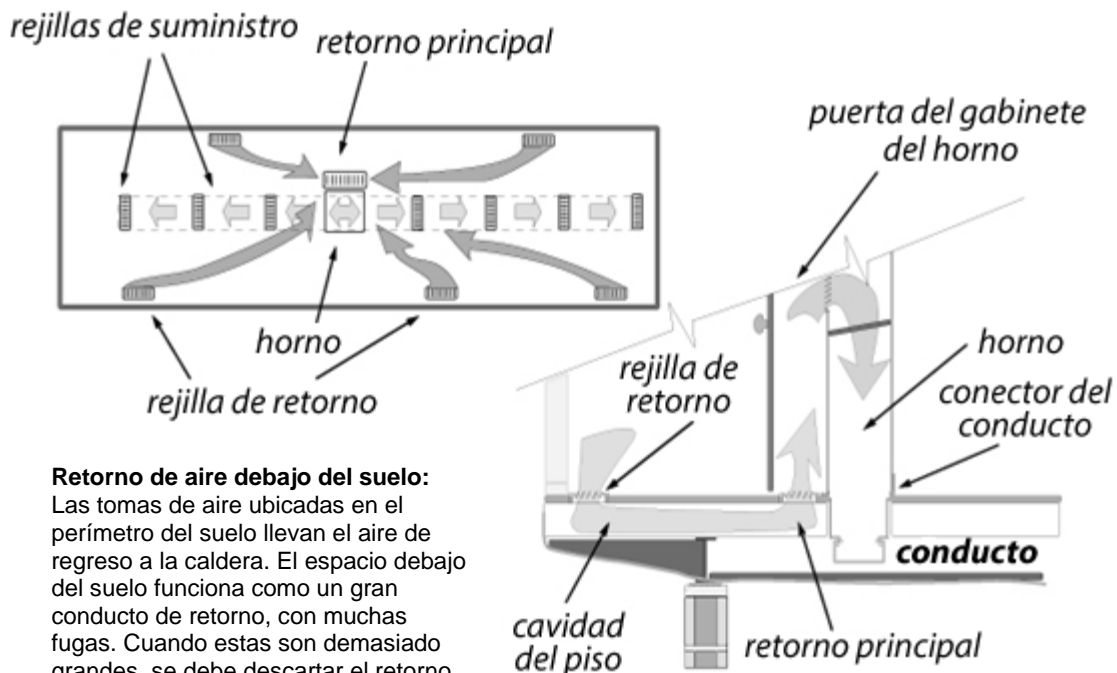
1. **Conexión entre conducto principal y conductos flexibles en viviendas móviles de ancho doble:** La manga interior, que se construye generalmente de un conducto flexible y aislado, debe estar asegurada mecánicamente y sellada a la primera agarradera del conducto principal. Esto se logra con precintos o abrazaderas de diámetro grande. El sellado se logra, por lo general, con masilla. La manga exterior se asegura luego al conducto principal o a la cubierta inferior y no requiere sellado.
2. **Conexiones entre el plenum y el conducto principal cuando hay AC:** El conducto principal se abre directamente debajo de la caldera. Se recomienda remover esta pieza y reemplazarla por una chapa de metal más grande aferrada al conducto de manera

mecánica, ya sea por dentro o por fuera. Coloque la pieza por dentro para asegurar que nunca se abra o se caiga. Utilice masilla al igual que en todas las uniones entre piezas metálicas. El sellado se realiza tal como se indica en el punto 1 anteriormente.

3. **Salidas del conducto principal hacia los registros laterales:** Solo es posible acceder a estas conexiones desde abajo de la vivienda. Suelen tener fugas, en particular en los conductos principales con placas de conductos. Selle aplicando los mismos materiales y métodos que en se utilizan para las abrazaderas y los montantes.
4. **Extremos de conductos, fugas poco comunes, irregularidades y grietas entre secciones:** Puede ser muy difícil localizar las grietas y otras fugas poco comunes. Se recomienda que el técnico revise manualmente todos los conductos, siempre que sea posible, para localizar las fugas que no podrían encontrarse de otra manera. Selle de manera adecuada acorde a la amplia variedad de condiciones que puedan encontrarse.

### 7.3 Sistema de distribución de aire de retorno

En muchos casos, no existe un sistema de retorno de aire, y en su lugar se emplea el espacio debajo del suelo o el espacio del techo para tal fin. Descarte el uso de los espacios debajo del suelo y el ático como plenums. Se recomienda en su lugar, redireccionar el flujo de retorno a través del pasillo y directo hacia la caldera.



**Retorno de aire debajo del suelo:**  
Las tomas de aire ubicadas en el perímetro del suelo llevan el aire de regreso a la caldera. El espacio debajo del suelo funciona como un gran conducto de retorno, con muchas fugas. Cuando estas son demasiado grandes, se debe descartar el retorno de aire por ese medio.



Para descartar un sistema de retorno en el espacio debajo del suelo:

1. Elimine todas las tomas de retorno con una barrera firme y estable. Busque con atención las que pudieran no estar a la vista, debajo o detrás de muebles empotrados y bajo mesadas.
2. En el gabinete de la caldera, bloquee todas las aberturas en el suelo del gabinete por completo. Si la caldera es de atmósfera controlada, procure no tapar su entrada de aire.
3. Coloque las rejillas o las puertas con persianas para cumplir con la zona de retorno libre en la puerta del gabinete de la caldera recomendada por el fabricante de la caldera.
4. Mida el aumento de temperatura para confirmar que el flujo de aire se encuentra dentro de los niveles indicados por el fabricante.

### **7.3.1 Medición del aumento de temperatura**

El aumento de temperatura del sistema de calefacción debe ubicarse dentro de los niveles indicados por el fabricante. Si no hay información disponible, la caldera debe tener un flujo de aire suficiente para que la temperatura se eleve entre 40 y 80 °F.

Pasos para medir el aumento de temperatura de un sistema de calefacción de viviendas móviles:

1. Revise la unión entre el plenum y la caldera antes de hacer la medición. Repare esta junta cuando sea necesario, luego de las mediciones.
2. Todas las puertas interiores están abiertas y fijas salvo la puerta de gabinete de la caldera.
3. Cierre la puerta del gabinete por completo.
4. Encienda la caldera y espere a que se estabilice completamente. Mida la temperatura suministrada en la primera salida más cercana a la caldera. Tenga presente que esta salida no debe estar bloqueada y que no debe haber una fuga importante entre la caldera y el termómetro.
5. Reste la temperatura ambiente de la casa (aire de retorno) a la temperatura del aire en la salida de suministro. Esta diferencia es el aumento de temperatura.

Si el número es demasiado alto o demasiado bajo, revise posibles obstáculos en el flujo de aire o fugas aún presentes en los conductos. Es posible ajustar la velocidad del soplador para lograr llevar la temperatura a los niveles deseados.

### **7.3.2 Medición de las diferencias de presión en las habitaciones**

Si las puertas interiores de una habitación están cerradas mientras está en funcionamiento el sistema de calefacción, el suministro de aire provoca una presurización, que a su vez genera un desequilibrio de presión entre la habitación y el resto de la vivienda. Esta diferencia entre la habitación y la vivienda produce una mayor filtración al exterior a través del límite de presión de la habitación. Corrija o elimine estas diferencias de presión a la habitación para ahorrar energía al reducir la filtración de aire a través del límite de presión principal de la habitación.

Pasos para medir la diferencia de presión entre habitaciones:

1. Encienda o ponga en funcionamiento el climatizador de la caldera.
2. Mida la diferencia de presión en cada puerta interior, una por vez. Tome una sonda en un lugar alejado del registro de suministro y conecte a la tapa de entrada del manómetro. Cierre la puerta cuidando que la sonda no quede apretada o doblada. Registre la presión de la habitación con respecto a la casa en el Libro trabajo de diagnóstico. No mida si no hay entradas de suministro en la habitación.
3. Las habitaciones con valores de presión superiores a 3 pascales están presurizadas en exceso, no están bien conectadas con la casa y carecen de un recorrido necesario para el retorno del aire. Pasos para lograr un intercambio correcto entre la habitación y la casa:
  - a. Aumente la luz inferior de la puerta (suele ser la opción más económica).
  - b. Instale una rejilla en la puerta, o
  - c. instale un conducto puente bajo la puerta.

Luego de establecer el tamaño adecuado de la abertura para disminuir la presurización, consulte al cliente por la mejor opción para su situación. Un método sencillo para encontrar el tamaño de abertura adecuado para disminuir la presión de una habitación es abrir la puerta poco a poco mientras se mide la diferencia de presión hasta que el valor sea de 3 pascales o menos. Mida las pulgadas cuadradas de la abertura creada. Ese valor será el mínimo de área neta de abertura necesario para reducir la diferencia de presión a 3 pascales o menos.

**Ejemplo:** La puerta se abrió hasta 2 pulgadas y tiene 80 pulgadas de altura. El tamaño neto de la abertura a realizar debería ser de 160 pulgadas cuadradas. Dividir este resultado por el ancho de la puerta para determinar cuántas pulgadas se necesitaran cortar de la base de la puerta. Un ejemplo sería  $160/32$  o 5 pulgadas. Esta solución probablemente no sea la ideal (desde el punto de vista de la privacidad). Una rejilla de puerta de 160 pulgadas cuadradas de abertura neta puede ser la mejor solución.



## 7.4 Aislamiento del suelo/cubierta inferior

Los espacios vacíos debajo del suelo de una vivienda móvil se aíslan por lo general con planchas de fibra de vidrio aferradas a las vigas (con frecuencia son vigas 2 x 6). Por esa razón, el espacio entero queda sin aislamiento. En suelos con vigas transversales (en dirección del ancho de la casa), los conductos están ajustados a la base de estas, por lo que el límite inferior queda más bajo. El espacio resultante puede demandar una gran cantidad de material aislante a menos que los técnicos puedan elevar el nivel del límite para reducir el volumen. La densidad media de

aislante de relleno suelto para estos espacios deberá ser de entre 1,25 hasta 1,75 libras de fibra de vidrio desmenuzada por pie cúbico. **No sobrecargue o llene de más este sector.**

#### 7.4.1 Aislamiento del espacio inferior

Suele haber una "barrera de ruta" hecha de aglomerado o de material rígido que sirve para proteger el suelo de roedores y suciedad durante el transporte. Es normal que esta barrera se dañe y cause una fuga de aire.

Antes de aislar esta cubierta, siga estos pasos preparatorios:

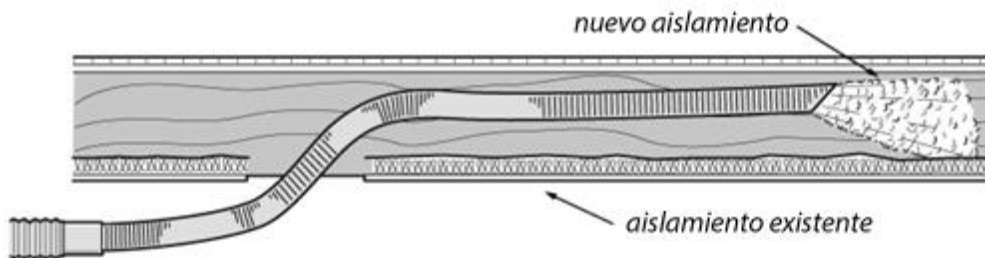
1. Confirme que no hayan filtraciones de agua o de cloacas. Confirme con el cliente si han ocurrido fugas anteriores o congelamiento en cañerías. Anote los sitios con fugas. Si se detectan nuevas fugas, contáctese con el auditor o el supervisor del proyecto para saber cómo seguir.
2. Finalice el sellado de los conductos (consulte *Sistema de distribución de retorno de aire en el Capítulo 7 - Sección 7.3*) y el sellado no estipulado de aire alrededor de las penetraciones en el suelo (Consulte *Sellado de fugas de aire en el Capítulo 7 - Sección 7.7*) antes de instalar el aislamiento al suelo.
3. Se puede colocar una barrera contra vapor para lograr buenas condiciones de trabajo y control de humedad en la superficie. En caso de que las condiciones del lugar provoquen que el agua de la superficie se acumule debajo de la vivienda móvil, tenga cuidado de que esta barrera de vapor no acumule agua al dejarla instalada.
4. Ajuste la cañería de agua lo más cerca posible a las vigas del suelo, de modo que el aislante rellene el espacio inferior libre. Esto asegura que los caños queden dentro de la barrera térmica (de calor) para prevenir congelamientos. De no ser posible, aisle las cañerías por separado, o bien, la cubierta inferior bajo las cañerías. De este modo, se deja un espacio libre sobre la cañería que permite que la temperatura de la vivienda mantenga el calor y evite congelamientos.
5. Cuando la cubierta inferior está alabeada, se debe intentar ajustar a las vigas del suelo para achicar el volumen.
6. Repare huecos en el espacio inferior, salvo los que provean el acceso adecuado para el aislamiento de soplado. Reafirme las reparaciones en el espacio inferior con adhesivo, grapas o tablas de madera atornilladas para que duren. Para huecos muy grandes, es preferible utilizar materiales como recubrimiento aislante, aglomerado y mallas de nailon reforzadas diseñadas especialmente para casas móviles.

#### 7.4.2 Aislamiento de la cubierta en su lado inferior

Insuflar aislante dentro del espacio a través de una manguera o tubo de gran tamaño es un método efectivo y recomendable. Su aplicación dependerá de las condiciones y las restricciones de espacio debajo de la vivienda móvil. La tarea se puede facilitar para el técnico colocando una barrera de humedad en el suelo. Se pueden utilizar los huecos existentes



antes de taparlos para insuflar el aislante. Los instaladores deben tener en cuenta los lugares que ya se han aislado y los que no. Solo es posible acceder a algunos sectores del piso por debajo en caso de que se deban llenar del todo.



**Insuflado de las partes inferiores:** Se insufla fibra de vidrio utilizando un tubo flexible, mucho más rígido que la manguera del soplador, a través de un hueco en la cubierta.



Tubo de relleno introducido en hueco de cubierta.

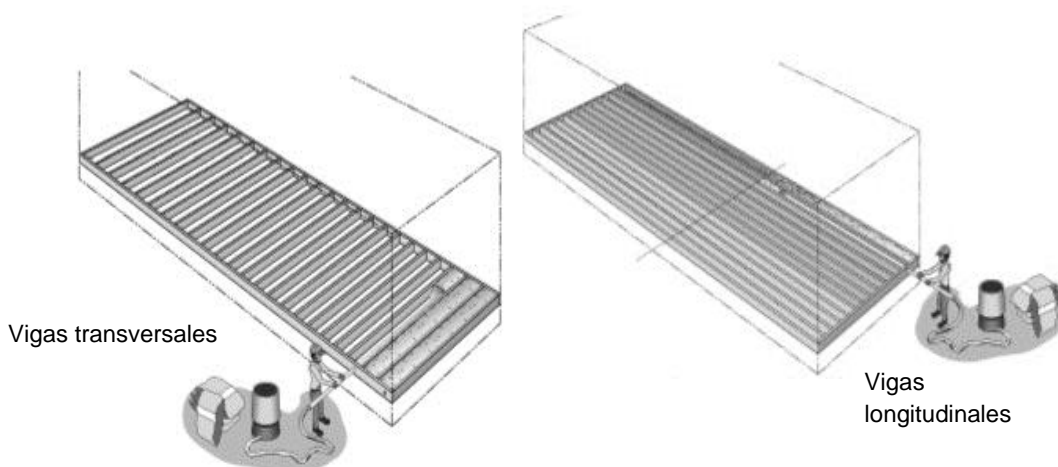


**Insuflado desde abajo de la vivienda:** Un tubo flexible de gran tamaño rellena los huecos rápidamente desde abajo.

### 7.4.3 Aislamiento por insuflación a través de las vigas en los bordes

Otro método de aislamiento es utilizar las vigas en los bordes para insuflar. Sin embargo, no se podrán hacer perforaciones si las vigas son elementos estructurales del sistema de soporte o si las vigas de suelo tienen un tamaño mayor a 24 pulgadas en el centro. La perforación puede ser peligrosa sin un buen taladro y brocas con buen filo. No taladre debajo de las puertas para evitar que se debilite la base. No taladre directamente sobre el revestimiento que cubre las vigas. Para tapar las perforaciones en las vigas, utilice tapones de madera. Siempre que sea posible, sustituya el insuflado en guardabarros para evitar problemas estructurales (Consulte *Aislamiento por insuflación a través del guardabarros en Capítulo 7 - Sección 7.4.4*).





**Insuflación a través de las vigas en los bordes:** Las viviendas móviles tienen vigas transversales o longitudinales.

#### 7.4.4 Aislamiento por insuflación a través del guardabarros

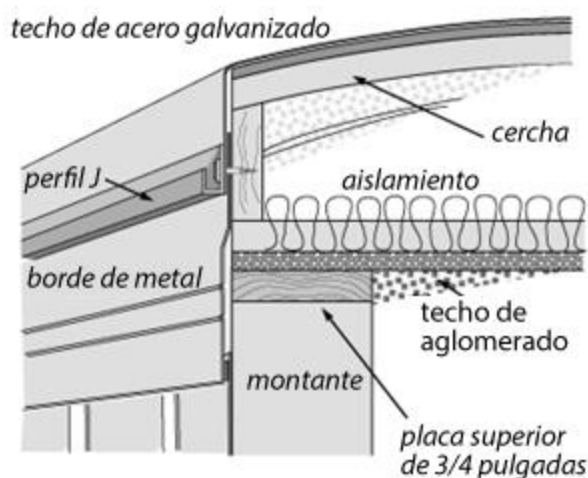
Insuflar el espacio inferior a través del guardabarros es una variante de la insuflación a través de las vigas en los bordes. Este método comparte algunas ventajas de la insuflación por debajo y por las vigas. En sectores específicos, en particular, el espacio del suelo entre el hueco y el instalador, se necesita un tubo flexible más corto. Si solo se puede insuflar el espacio inferior del suelo a través del guardabarros o por debajo de la cubierta inferior, es preferible el uso de un tubo de relleno de mayor tamaño.

#### 7.5 Aislamiento del techo/ático

El espacio estrecho del techo suele tener planchas o relleno de fibra de vidrio pero es común que haya lugar para aislamiento adicional.

El espacio disponible puede variar desde 1 a 2 pulgadas en los extremos del techo, hasta 10 pulgadas o más en el centro para viviendas con cerchas de arco. En las cerchas de techos inclinados y ligeros, estos espacios van de 3 pulgadas en los extremos a 2 pies en el centro. Existen varios métodos que se pueden aplicar para aislar estos espacios. Su elección dependerá de las características propias del techo, de las preferencias de los técnicos y de las condiciones del lugar.

Aplique aislante de manera uniforme con una densidad de entre 1,25 y 1,75 libras por pie cúbico. A menudo resulta más difícil aislar en los extremos del techo, por lo que hay que asegurarse de cubrir bien estas zonas.



**Detalle de techo arqueado:** Un gran número de casas móviles más viejas se construyeron aplicando estos detalles de construcción general.

### 7.5.1 Preparativos para el aislamiento del espacio en el techo

Verifique si el techo y sus espacios permitan aislamiento adicional. Realice todas las reformas necesarias para reforzar el techo.

Siga estos pasos antes de aplicar el aislamiento del techo:

1. Deje espacios de 3 pulgadas entre aislantes y carcassas de lámparas empotradas, ventiladores, calefacción y en chimeneas sin clasificación de aislamiento de contacto directo (IC). Las luminarias y ventiladores empotrados con clasificación IC permiten materiales de aislamiento alrededor. También los tubos de chimeneas que no requieren espacio libre para aislamiento de contacto pueden estar en contacto con el material aislante.
2. Complete el sellado de fugas de aire alrededor de derivaciones de chimeneas que puedan estar sobre el sistema de calefacción o la caldera.
3. Revise las aberturas en el techo en gabinetes y armarios para evitar que salga por estas el material aislante.
4. Selle todas las derivaciones. Si las restricciones de acceso previenen el sellado del aire, anote todas las razones en el archivo del cliente.
5. Haga marcas en el tubo de llenado a distancias de 1 pie. Si el fondo queda a 7 pies de distancia, inserte el tubo de llenado hasta la marca de 7 pies. Intentar nuevamente si el tubo de llenado no logra alcanzar la distancia suficiente.

### 7.5.2 Aislamiento por insuflación en el techo a través de una abertura cuadrada

Con el consentimiento del cliente, realice un corte cuadrado de 10 pulgadas cuadradas en la cercha que permita el acceso a dos espacios entre vigas y la comodidad suficiente para manipular un tubo de relleno de 2 pulgadas de diámetro. Este tubo de llenado grande permite rellenar con rapidez. Rellene el orificio con fibra de vidrio para que tenga mayor altura. Para tapar el corte en la cercha, atornille una planchuela de chapa galvanizada de 14 pulgadas cuadradas con tornillos para planchuela de metal y sellar con pintura asfáltica. Cubra y selle con un trozo cuadrado de cinta de butilo-aluminio para techos de 18 pulgadas cuadradas.

### 7.5.3 Aislamiento del techo a través de una abertura redonda

Algunos técnicos prefieren realizar agujeros pequeños a aberturas cuadradas más grandes. Este método requiere usar un tubo de menor diámetro para rellenar la cavidad del techo. Luego se tapan los agujeros con tapones de plástico y se sellan con silicona. Cubra luego con un trozo cuadrado de membrana para techos de 6 pulgadas. Si bien este método permite tapar los huecos con mayor facilidad, el sistema requiere que se realicen más orificios en el techo.

### 7.5.4 Aislamiento de un techo inclinado

Este tipo de techos es común en casas de ancho doble y su volumen de espacio libre es mayor que en los techos de las casas de ancho normal. El aislante puede ser de menor densidad

(<= 0,6 libras por pie cúbico) que en los techos más angostos y no es necesario rellenar el espacio por completo. Se puede acceder a través de respiraderos o por el hastial.

Las casas de ancho doble suelen tener espacio libre suficiente para insuflar como un orificio abierto. Para acceder a la cavidad del techo a través del hastial es necesario remover los paneles laterales. Se recomienda instalar tarimas para que el técnico se apoye y pueda moverse con comodidad por las cerchas.

### 7.5.5 Aislamiento del techo a través de los bordes

Es común que el techo esté sujeto a la casa solo en los extremos, donde se une a las paredes. Cuando hay acceso a lo largo de uno de los costados, se puede utilizar para rellenar el techo de manera fácil y rápida, sin tener que realizar demasiados cambios.



**Aislamiento del techo a través de los extremos:** Utilice un tubo de relleno rígido para insuflar aislamiento a través del borde del techo. Con este método se evita realizar aberturas en el techo, aunque hay que tener especial cuidado para reafirmar y volver a sellar bien la zona al finalizar.

Este procedimiento requiere la colocación de andamios para lograr condiciones de trabajo seguras y eficientes. Vuelva a sellar el borde del suelo cuidadosamente después de aislar la cavidad. La mejor manera de reafirmar las uniones y dejarlas como estaban antes es sellar con cinta de butilo-aluminio nueva y colocar grapas con grapadora neumática. Selle también los perfiles J con la cinta y vuelva a atornillar con tornillos más grandes.

### 7.5.6 Aislamiento a través de orificios en el interior de la vivienda

Hacer agujeros para colocar el relleno en el techo es una buena alternativa cuando no se pueda de otra manera debido a las condiciones climáticas o al estado del techo en su parte exterior. Cuanto más grande sea el diámetro del agujero, más fácil será maniobrar el tubo de relleno. Utilice tapones plásticos que sean del mismo tamaño que el agujero. Cuide que no se dañen los bordes del agujero ya que los tapones no cubren demasiado espacio alrededor. Se puede utilizar también una plancha o tabla si los agujeros están en línea recta.



**Colocación del aislante a través del cielo raso:** El técnico introduce y retira el tubo por un agujero cercano al borde del techo. Los agujeros se hacen en hilera por cuestiones estéticas.



## 7.6 Aislamiento en paredes

Las paredes suelen no estar aisladas por completo. Esto reduce los valores R debido a las corrientes de convección y las fugas de aire.

Antes de instalar el aislamiento de las paredes laterales, siga estos pasos:

1. El cliente debe tener conocimiento sobre cualquier daño existente en las paredes y sobre el daño potencial que pudiese resultar durante el trabajo.
2. Quite los cuadros y tapices de las paredes interiores con el consentimiento del cliente. Vuelva a colocarlos al finalizar el aislamiento de las paredes.
3. Clave o atornille los paneles internos y cubra cuando sea necesario para reforzar las paredes.
4. Compruebe que el cableado, los interruptores y la caja de fusibles estén en buen estado. Revise los sectores aledaños a interruptores y tomas de corriente y busque signos de problemas eléctricos pasados.



**Revisión de paredes:** Mida el espacio libre y el espacio relleno con aislante. Verifique que las salidas de aire funcionen antes y después de la instalación del aislamiento.

No aisle las paredes cuando el cableado esté en malas condiciones. Si existe un cableado en malas condiciones en un área específica, contáctese con el auditor o el sitio del supervisor para saber cómo seguir. Registre las condiciones en el archivo del cliente.

Si hay cableado de aluminio, tome las siguientes precauciones:

1. Coloque marcas del lado de afuera en huecos de tomas de corriente, interruptores o lámparas. Los cables deben entubarse con cuidado en estos huecos antes de rellenar. En aquellos casos que se necesite demasiado movimiento de los cables, no se aplicará aislamiento.
2. Compruebe que cada toma de corriente, interruptor y lámpara funcionen bien antes de aislar. Vuelva a comprobar al finalizar.

### 7.6.1 Preparación para el aislamiento a través de los laterales de las paredes

El revestimiento lateral está instalado generalmente de manera vertical. La mayoría de las viviendas móviles tienen hileras de tornillos horizontales que se utilizan para atornillar el revestimiento a rieles 1 x 2. Retire las dos últimas filas al aplicar la técnica de relleno de paredes. Para insuflar las paredes se deben destornillar únicamente las últimas filas de abajo. El revestimiento metálico se coloca pieza por pieza deslizándose por los encajes acanalados de cada pieza. No se recomienda desarmar estas uniones entre piezas. Para que no se desarmen durante el proceso de aislamiento, se pueden utilizar tornillos cortos entre ellas.

En algunos casos el revestimiento puede estar en dirección horizontal. Para aislar en estos casos, solo remueva la pieza de revestimiento inferior del lateral. Vuelva a colocar el lateral al finalizar el trabajo.



**Afijado del revestimiento para aislar las paredes:** Destornille los laterales de la base del revestimiento metálico. Antes de colocar el aislante, ajuste las piezas de revestimiento en sus bases con tornillos cortos.

### 7.6.2 Aislamiento por insuflación a través de los costados de las paredes

El método es similar al que se aplica para aislar paredes en casas construidas in situ, solo que se puede utilizar material de fibra de vidrio de menor densidad. Procure que las paredes no se hinchen al colocar el relleno.

Aísle todo cuanto sea posible siempre que la estructura lo permita. Aísle las paredes cubriéndolas por completo y con material de densidad uniforme a través de los espacios accesibles. No es necesario aislar sobre las ventanas.



**Insuflación en paredes:** Utilizar un tubo de relleno funciona bien en la mayoría de los casos.



### 7.6.3 Método de relleno en paredes laterales

Los mejores materiales para utilizar con este método son paneles recubiertos por completo con envoltorio de polietileno respirable. Se pueden utilizar también paneles sin cobertura agregando una lámina de plástico. Esta lámina de plástico suave permite que el panel se deslice a través del interior de la pared sin engancharse ni amontonarse. En algunas viviendas no se podrá aplicar debido a la presencia de obstrucciones en las paredes.



#### Relleno con paneles:

Este método es muy eficiente cuando se puede aplicar. Las paredes con obstáculos o de anchos no regulares deben insuflarse.

### 7.7 Sellado de fugas de aire

Consulte *Sellado de fugas de aire en el Capítulo 1 Sección 1.4* para obtener información adicional.

### 7.8 Protocolo de simulación de casos más desfavorables

Realice mediciones de despresurización en todas las habitaciones de la vivienda y además, aplique el protocolo de simulación de casos desfavorables en habitaciones con aparatos de combustión de corriente natural. Cuando haya una puerta exterior en el gabinete de la caldera, la mejor opción es insertar sondas de prueba en los conductos internos. Solo utilice la sonda en el exterior si no hay acceso disponible al interior.



**Protocolo de simulación de casos más desfavorables en la caldera:** Mida la despresurización en el gabinete de la caldera desde el interior, siempre que sea posible.

Consulte *Protocolo de simulación de casos más desfavorables en el capítulo 5 - Sección 5.6* para obtener más información.

### 7.9 Reemplazo de la caldera

Las calderas nuevas estarán aprobadas para su uso en viviendas móviles. Siga las normas vigentes para valores mínimos de Eficiencia de Uso de Combustible Anual (AFUE). Las nuevas calderas deben tener el tamaño justo para evitar que sobresalgan del gabinete.

Siga los siguientes pasos para la instalación de una caldera en una vivienda móvil:

1. Instale calderas con tamaños apropiados según el método Manual J de la asociación de Contratistas de Aire Acondicionado Estadounidense (ACCA), o un método equivalente. Incluya una copia de los cálculos en el archivo del cliente.
2. Quite y deseche, adecuadamente, la unidad existente.
3. Instale una nueva base, a menos que la que está instalada coincida con la caldera nueva.

4. Sujete el conducto principal debajo de la caldera con firmeza. De ser necesario, incluya agarraderas adicionales.
5. Una firmemente la base de la caldera al conector del conducto. Selle todas las zonas de contacto entre la base, el conector del conducto y el conducto principal con masilla y cinta de tela.
6. Selle con cuidado entre la base y el suelo para evitar fugas de aire hacia el espacio inferior y el suelo.
7. Realice un sellado completo alrededor de la nueva chimenea y el tubo de combustión de aire donde sea que ingrese (techo, cielo raso, paredes y/o piso).
8. Realice un sellado impermeable en la entrada del techo. Refuerce la zona bajo el revestimiento del techo con madera terciada o cualquier otro material resistente cuando se necesite, para lograr un tapado firme y prevenir hundimientos. Lo más recomendable es que el trabajo de tapado y sellado se eleve ligeramente para evitar que el agua se junte.
9. Realice una prueba de combustión y confirmar que se cumplan las instrucciones del fabricante.
10. Instale una bomba de condensado, en caso de ser necesario, para drenar el condensado de la caldera hacia un desagüe adecuado conforme al código. Consulte *Drenaje de condensado en el Capítulo 3 - Sección 3.8.2.*
11. Utilice el sistema de distribución y suministro de gas presentes.
12. Brinde un manual con los reemplazos del sistema de calefacción del cliente.



**Bombas de condensado:**  
Estas pequeñas bombas se instalan en el gabinete de la caldera.

Consulte *Medidas en el sistema de calefacción en el Capítulo 3* para obtener más información.

## 7.10 Reemplazo de la caldera de agua

Las calderas de agua nuevas están aprobadas para su uso en viviendas móviles. Consulte *Reemplazo de la caldera de agua en el Capítulo 4 - Sección 4.1* para obtener más información.

### 7.10.1 Instalación de la caldera de agua a gas

Los siguientes estándares son específicos para reemplazar calderas de agua a gas:

1. Mida y ajuste la presión del gas según las instrucciones del fabricante.
2. Para instalar un sistema de ventilación apropiado, siga las instrucciones del fabricante junto a las normas del Código Internacional de Instalaciones de Gas Combustible.

3. Selle la cubierta de combustión en donde se une al tanque de la caldera, utilizando un sellador adecuado para reducir la posibilidad de retorno del aire.
4. Confirme que el casquillo de combustión de aire esté sellado adecuadamente y que lleva el aire desde afuera de la zona CAZ de la caldera.
5. Para instalar un sistema de aire de combustión apropiado, siga las instrucciones del fabricante.
6. Verifique que no hayan fugas de gas en ningún caño de suministro.
7. Corrobore la presencia de una trampa para sedimentos en la cañería de gas.
8. Revise la presencia de monóxido de carbono.
9. Retire y deseche la caldera de agua vieja.

### 7.10.2 Gabinetes de las calderas de agua con acceso externo

Para acceder al gabinete de la caldera de agua, siga estas instrucciones:

1. Aísle el gabinete de la caldera de agua en la puerta cerrada exterior y en la zona de la pared vinculada. Cubra las tomas de aire presentes y redireccione el aire de combustible (para artefactos de gas) desde abajo de la cubierta inferior o a través de los zócalos.
2. Selle la pared que comparten la caldera y el espacio habitable.
3. Corrobore que la caldera funcione correctamente al finalizar.
4. Aísle los caños de agua para evitar congelamientos.

## 7.11 Reparaciones

Consulte *Reparaciones en el Capítulo 6* para obtener más información.

## 7.12 Reemplazo de ventanas

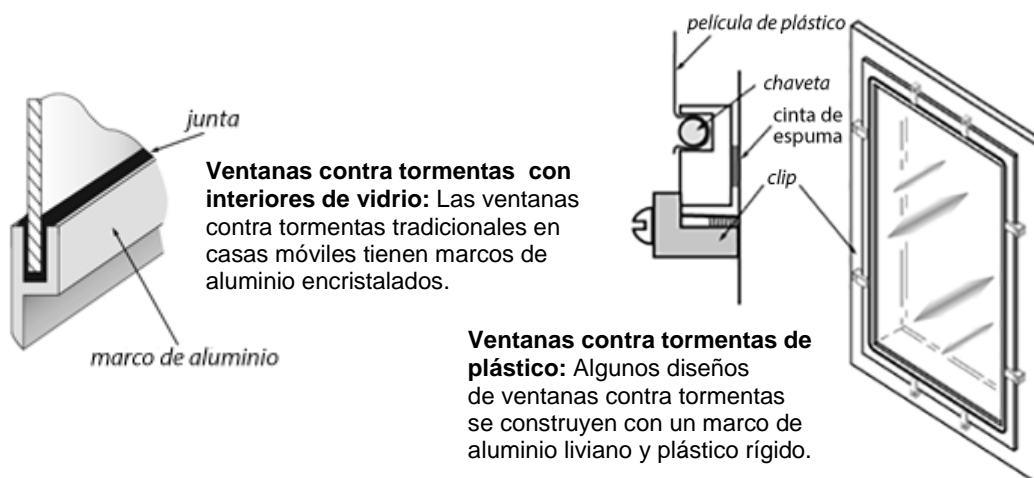
Consulte *Reparaciones en el Capítulo 6 - Sección 6.1.1* para obtener más información.

## 7.13 Ventanas contra tormentas interiores

Las ventanas contra tormentas interiores duplican el valor R de un vidrio simple y reducen las filtraciones, en especial en las ventanas con celosías. Coloque las ventanas contra tormentas interiores en ventanas simples cuando lo indique la Auditoría energética de casas móviles como alternativa de reemplazo o de reparación. Se pueden instalar los siguientes tipos de ventanas contra tormentas interiores:

- Instale las ventanas contra tormentas interiores fijas, que se puedan remover, con celosías o marquesina.

- Instale ventanas contra tormentas corredizas que coincidan con las ventanas corredizas externas. Corrobore que el marco deslizante de la ventana contra tormentas interna esté del mismo lado que el de la ventana externa en desplazamientos horizontales.



## 7.14 Reemplazo de puertas

Instale una puerta con valor R mínimo de 5 o convencional cuando lo indique la auditoría energética de casas móviles como alternativa de reemplazo. Las puertas en casas móviles pueden ser de dos tipos: puertas de metal para viviendas móviles o puertas residenciales con marco de madera más típicas (como en una casa construida in situ). En general se abren hacia afuera y no suelen tener alturas convencionales. Las puertas convencionales abren hacia adentro. Si la puerta instalada es convencional, consulte *Reparaciones en el Capítulo 6 - Sección 6.1.2*.

Siga las siguientes instrucciones para reemplazar una puerta de metal de una vivienda móvil:

1. Mida la puerta y el marco a reemplazar *antes de retirarlos* para garantizar el tamaño adecuado de la puerta nueva.
2. Retire con extremo cuidado la moldura para poder volver a colocarla una vez que la nueva puerta esté instalada.
3. Retire y deseche la puerta vieja. No la deje en el lugar.
4. Instale el nuevo marco nivelando adecuadamente. Use cuñas de ser necesario. Trabaje primero con el marco solo, apartado de la puerta, puede resultar más sencillo.
5. Selle el espacio entre el marco de la apertura y el marco de la puerta. Si utiliza espuma para sellado de aire, debe ser de expansión mínima, debido a que una expansión excesiva podría desnivelar la puerta.
6. Impermeabilice alrededor de los marcos para evitar el ingreso de agua.

7. Asegúrese de que la puerta nueva se abra, se cierre, se trabe y se bloquee correctamente.
8. Vuelva a colocar la moldura.
9. En caso de ser necesario, instale una canaleta de perfil J sobre la puerta para el agua de lluvia.

## **Inspección final y normas de control de calidad**

Toda instalación aceptable debe cumplir con los siguientes estándares.

### **Instrucciones generales**

1. El trabajo completo se basa en las normas de todas las autoridades que tengan jurisdicción.
2. Los materiales están instalados según las instrucciones del fabricante.
3. El lugar de trabajo se encuentra libre de desechos, los cuales deben ser adecuadamente desechados, reciclados o enviados a una planta de tratamiento de residuos peligrosos certificada.
4. Todas las autorizaciones requeridas han sido otorgadas.
5. Cuando se requiera, todos los materiales deben estar aprobados para su uso en casas móviles.

### **Sistemas de calefacción (consulte el Capítulo 3 para normas generales)**

1. El sistema de calefacción está aprobado para las viviendas móviles.
2. El termostato debe ubicarse en una pared interior.

### **Sistemas de distribución**

1. El sistema de retorno de aire está centralizado a través del espacio habitable.
2. Se utilizaron sujetadores en la hoja metálica para bloquear las terminaciones extendidas más allá del último registro y para otros huecos grandes.
3. No hay fallas en el material de sellado.
4. La presión medida total de los registros de suministro en una casa móvil es de  $< 3$  pascales cuando el PRE es = 50 pascales, a menos que la actividad de sellado y la documentación demuestre que no es rentable para continuar.
5. La presión en las habitaciones debe ser  $< 3$  pascales o menos cuando el soplador de la caldera esté en funcionamiento.

### **Reparaciones en general**

1. Las reparaciones son necesarias para lograr una instalación, desempeño y/o mantenimiento adecuados de los materiales de climatización en la vivienda instaladas en el edificio.
2. Son rentables y resuelven los problemas existentes.

### **Reemplazo de vidrios**

1. Se debe utilizar vidrio para la instalación (por ejemplo, vidrio templado en puertas y ventanas laterales y dentro de los 6 pies de las bañeras y 18 pulgadas del piso o suelo, etc.).



### **Reemplazo de ventanas**

1. La instalación de ventanas cumplen con las normas del programa y las unidades deben estar certificadas por ENERGY STAR®.
2. Las ventanas se abren con facilidad y funcionan de manera apropiada.
3. La ventana nueva está instalada directamente, siempre que la estructura lo permita.
4. La ventana nueva no tiene pérdidas.
5. La instalación cumple con todas las mejores prácticas (p. ej., planos de drenaje, sellado posterior, etc.).
6. Las prácticas de seguridad para trabajos con plomo están documentadas en el archivo.
7. El archivo del cliente incluye fotografías de las ventanas en su estado previo y se demuestra que cumplían con los protocolos requeridos para su reemplazo según el Programa de climatización para Wisconsin.

### **Reemplazo de puertas**

1. Las puertas instaladas se abren con facilidad, se cierran con firmeza y cumplen con su propósito.
2. Las puertas de reemplazo cumplen con los valores R requeridos.
3. La instalación cumple con todas las mejores prácticas (p. ej., planos de drenaje, sellado posterior, etc.).
4. Las prácticas de seguridad para trabajos con plomo están documentadas en el archivo.
5. Las puertas de reemplazo no filtran.
6. La puerta de reemplazo está instalada directamente, siempre que la estructura lo permita.
7. El archivo del cliente contiene fotografías de las puertas en su estado previo y debe demostrarse que cumplían con los protocolos requeridos para su reemplazo según el Programa de climatización para Wisconsin.