



# Introducción al Arriostramiento de Muros

DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO IRC 2018



## Conceptos Básicos del Arriostramiento de Muros

El arriostramiento de muros es uno de los elementos estructurales más importantes de una casa. El arriostramiento hace más resistente a la armazón y lo ayuda a mantener los muros escuadrados cuando experimentan fuerzas laterales grandes como vientos altos o terremotos. Sin el arriostramiento de muros, la armazón de la casa no tendría la fuerza suficiente para resistir tormentas de viento o terremotos.

El arriostramiento de muros es esencial para la integridad estructural, pero satisfacer los requerimientos de arriostramiento de muros del reglamento de construcción puede ser uno de sus aspectos más confusos. El Reglamento Residencial Internacional (IRC) 2018 define 16 métodos de arriostramiento diferentes, con anchos mínimos basados en el material y método de construcción. Esta complejidad puede ser intimidante, pero hay una solución simple: el revestimiento continuo con OSB o madera contrachapada. Revestir completamente una casa con tableros de madera estructural es una solución fácil y efectiva para cumplir con el IRC. También es el único método reconocido por IRC que puede usar los segmentos de arriostramiento más angostos: tan angosto como 16 pulgadas.

## Siendo Empujado a los Lados: Fuerzas Laterales

Las fuerzas laterales, tales como el viento y la actividad sísmica, actúan de manera lateral sobre una casa. Durante un evento de viento fuerte o un sismo, una casa debe ser capaz de resistir fuerzas laterales grandes. (Ver Figuras 1 y 2.) Los pies derechos de un muro por sí solos, como se muestra en la Figura 3, no pueden prevenir que los muros sean empujados, pero los muros arriostrados (Figura 4) tienen mucha mayor resistencia contra estas cargas.

FIGURA 1

Los muros deben ser suficientemente resistentes para soportar las fuerzas de viento que empujan contra la vivienda.

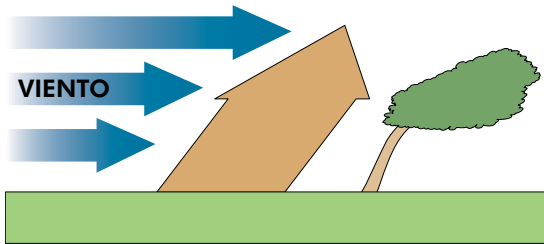


FIGURA 2

En un sismo, el movimiento sísmico del terreno actúa sobre la cimentación, mientras la inercia intenta impedir que el techo se mueva con la cimentación, ejerciendo fuerzas laterales sobre los muros.

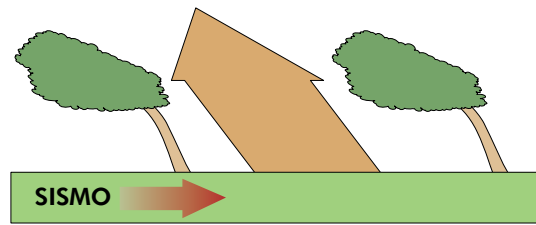


FIGURA 3

Sin arriostamiento suficiente, los muros de una vivienda pueden deformarse lateralmente, causando daño cosmético, problemas de desempeño o aún, falla estructural.

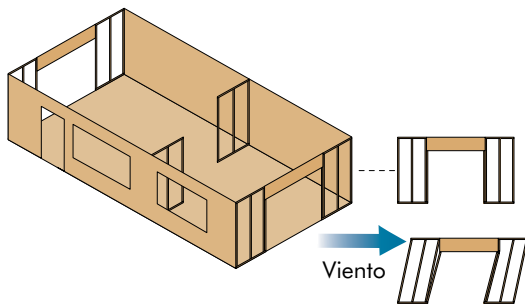
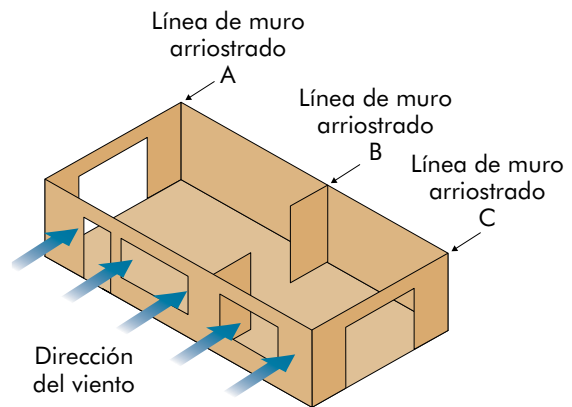


FIGURA 4

Los muros con arriostamiento adecuado muy probablemente no se deformarán o colapsarán durante vientos fuertes o un sismo.



## Definiendo “Tablero de Muro Arriostrado” y “Líneas de Muro Arriostrado”

Los términos **tablero de muro arriostrado** y **líneas de muro arriostrado** se usan a lo largo del reglamento IRC. Tableros de muro arriostrado se refiere a un ensamblaje simple que consiste en tres elementos: la armazón, los conectores y el método de resistir fuerzas laterales, que es a menudo madera contrachapada estructural o tablero OSB Clasificado para Revestimiento. Un tablero de muro arriostrado, mostrado en la Figura 5, es un segmento o porción de una línea de muro arriostrado. Múltiples tableros de muro arriostrado forman líneas de muros arriostrados, como se muestra en la Figura 6.

Las líneas de muros arriostrados conforman el elemento estructural que resiste cargas laterales (viento y sísmicas) en una casa, como se muestra en la Figura 7. De acuerdo con el Reglamento IRC 2018, las líneas de muro arriostrado no pueden estar separadas más de 25 pies en regiones de alta sismicidad (categorías de diseño sísmico  $D_0$ ,  $D_1$  o  $D_2$ ), 35 pies aparte para construcciones residenciales en categoría de diseño sísmico C y 60 pies en todas las otras partes (es decir, áreas donde el diseño lateral es controlado por fuerzas de viento en vez de fuerzas sísmicas). La Tabla R602.10.1.3 del IRC provee excepciones y reglas para usar mayor espaciamiento.

FIGURA 5

Las disposiciones del reglamento (2018 IRC R602.10) dictan el tamaño adecuado y la construcción de los paneles de muros arriostrados, incluyendo los materiales, espaciamiento de conectores y longitud mínima.

FIGURA 6

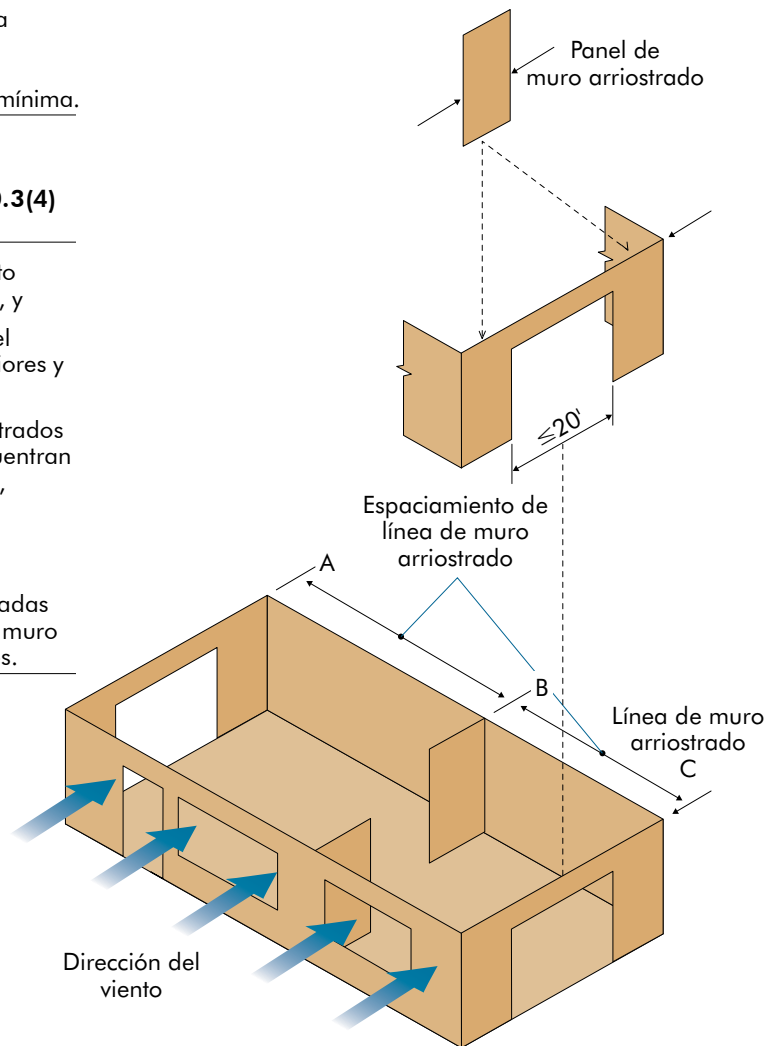
**LAS TABLAS R602.10.3(1) – R602.10.3(4) DEL IRC 2018 PROVEEN:**

1. La longitud mínima del arriostamiento requerido en pies para viento y sismo, y
2. Los ajustes para varias geometrías del edificio, acabados de los muros interiores y categorías de exposición.

Las reglas de las líneas de muros arriostrados y de la ubicación de los paneles se encuentran en las Secciones R602.10.1 y R602.10.2, respectivamente.

FIGURA 7

Las líneas de muros arriostrados espaciadas adecuadamente, hechas de paneles de muro arriostrados, resisten las cargas laterales.



Nota: Por claridad no se muestra el armazón de los muros

## Haciéndolo Más Estrecho: Longitud del Tablero de Muro Arriostrado.

El revestimiento con OSB y de madera contrachapada forman un cascarón fuerte y rígido cuando se conectan apropiadamente a la armazón. Debido a este superior desempeño estructural, el reglamento permite una longitud más angosta para métodos de revestimiento continuo con tableros de madera estructural. El ancho menor de un muro arriostrado con tableros que permite el IRC es de 16 pulgadas para el marco portal revestido continuamente (**CS-PF** por sus siglas en inglés) y marco portal con anclaje (**PFH** por sus siglas en inglés), si solamente soporta el techo. Revestir continuamente con tableros de madera estructural requiere anchos mínimos de 27 a 54 pulgadas, dependiendo de la altura de las aberturas adyacentes.

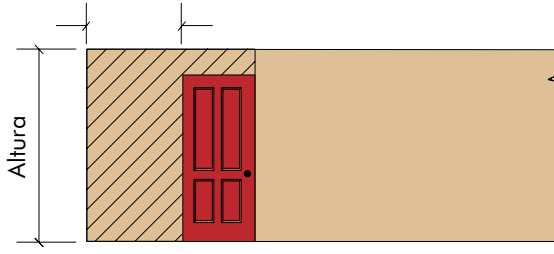
La Tabla R602.10.5 resume los requerimientos mínimos de longitud para muros arriostrados con tableros en el IRC 2018. La longitud mínima depende de la altura del muro y del método de arriostamiento especificado. Para muros revestidos continuamente con tableros de madera estructural y (**CS-WSP** por sus siglas en inglés), la longitud de tablero mínima se basa en la altura de la abertura adyacente de acuerdo con la Tabla R602.10.5 y la Figura R602.10.5 en el IRC 2018. La Tabla 602.10.5 provee detalles sobre el ancho mínimo de tableros de muro arriostrado, el cual varía basado tanto en la altura del muro como en el método usado. Ver Figura 8 para una ilustración de la determinación de la longitud mínima del segmento arriostrado.

FIGURA 8

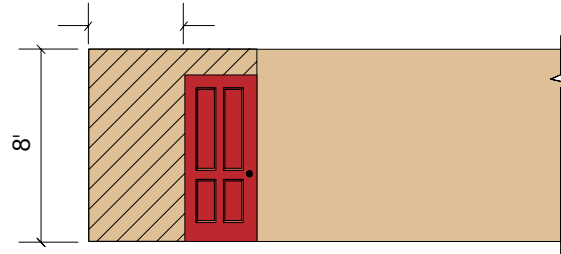
Esta figura demuestra cómo son determinadas las longitudes mínimas de segmentos arriostrados en la tabla R602.10.5 del IRC 2018, usando métodos **WSP** (Panel Estructural de Madera), **CS-PF** y **CS-WSP**.

**WSP**

Longitud mínima según la Tabla R602.10.5 del IRC

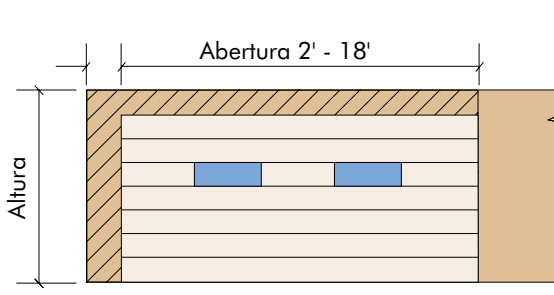


Longitud mínima = 48"

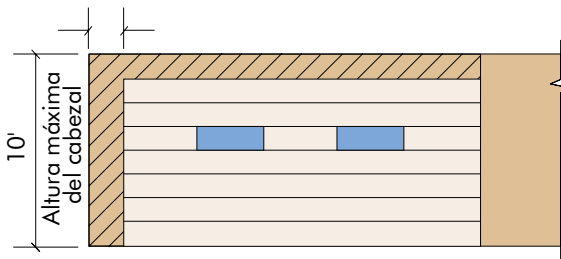


**CS-PF**

Longitud mínima según la Tabla R602.10.5 del IRC. Ver Figura R602.10.6.4

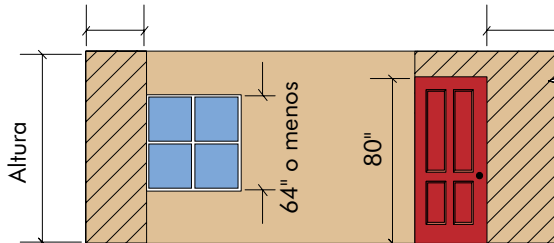


Longitud mínima = 20"

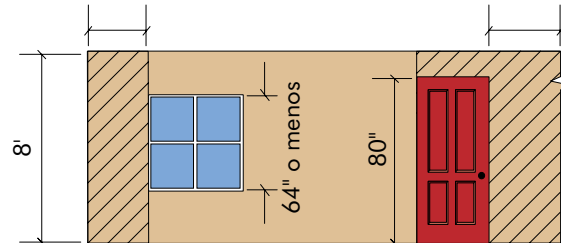


**CS-WSP**

Longitud mínima según la Tabla R602.10.5 del IRC



Longitud mínima = 24"



Longitud mínima = 32"

Unos cuantos conceptos sobresalientes para muros de 9 pies son:

- **CS-PF** en cocheras longitud mínima de 18 pulgadas; no se requieren anclajes
- **PFH** longitud de 16 pulgadas soportando un techo o longitud de 24 pulgadas soportando un piso y techo; cuenta como 4 pies de muro arriostrado
- Métodos de muro angosto longitudes de muro entre 32 y 18 pulgadas, incluyendo tableros de muro arriostrado alternos, **ABW**; **PFG**, marco portal en aberturas de puertas para cochera en Categoría de Diseño Sísmico A, B y C; **CS-G** revestido continuamente con tablero estructural de madera adyacente a aberturas de cocheras; **PFH** y **CS-PF**
- Tableros de muro arriostrado intermitentes (el IRC enlista 12 métodos de tableros de muro arriostrado intermitentes) deben tener un ancho mínimo de 48 pulgadas para muros hasta de 10 pies
- Arriostramiento integrado (**LIB** por sus siglas en inglés) puede ser usado con un ancho mínimo de 62 pulgadas (55 pulgadas para un muro de 8 pies)

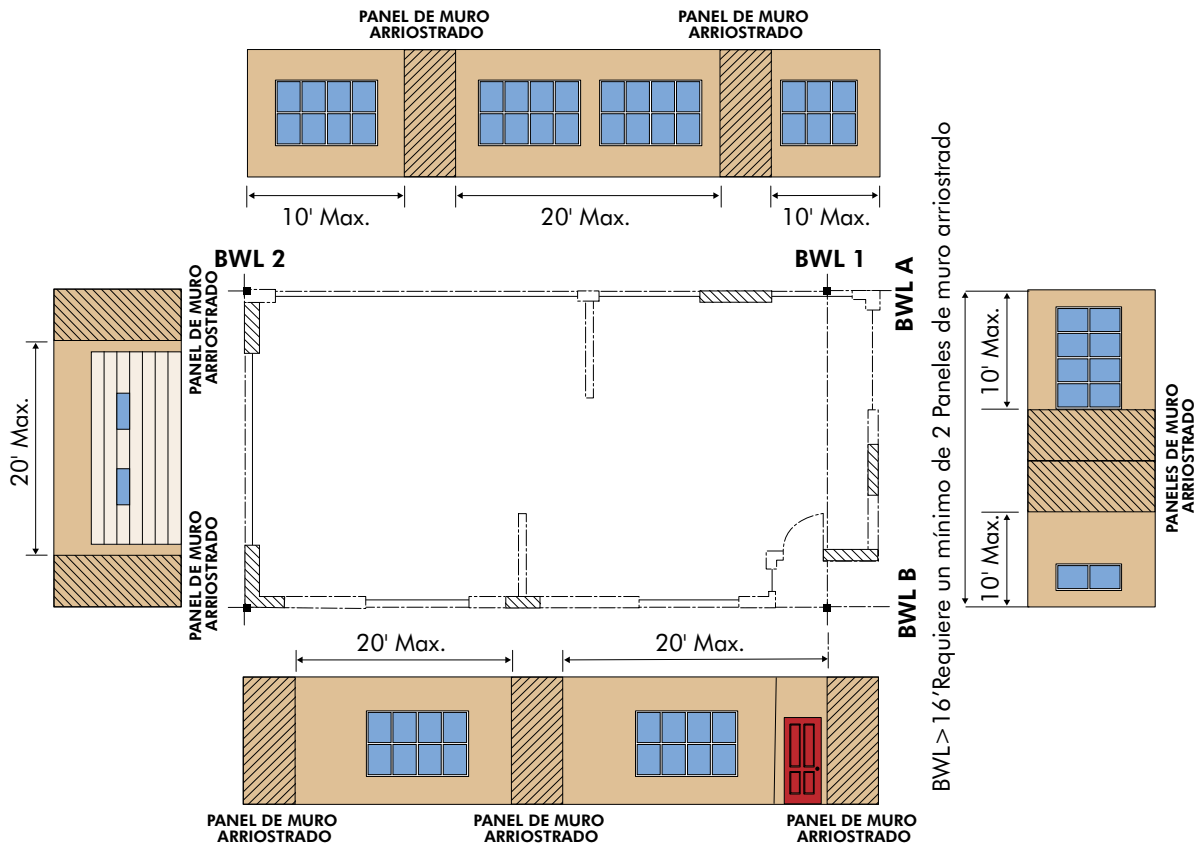
Los tableros arriostrados deben ser distribuidos a lo largo de la línea de muro arriostrado según las indicaciones del IRC 2018 Sección R602.10.2. Una distribución relativamente pareja de tableros de muro arriostrado a lo largo de una línea de muro arriostrado dada provee una distribución más uniforme de las fuerzas en los tableros de muro arriostrado, incrementando su efectividad. El IRC provee alguna guía sobre como ubicar los tableros de muro arriostrado; ver Figura 9.



FIGURA 9

**UBICACIONES DE PANELES DE MUROS ARRIOSTRADOS EN UNA LÍNEA DE MUROS ARRIOSTRADOS**

- La distancia entre cantos adyacentes de paneles de muros arriostrados a lo largo de una línea de muros arriostrados no será mayor de 20 pies.
- Un panel de muro arriostrado iniciará dentro de 10 pies de cada extremo de una línea de muro arriostrado.
- Las líneas de muros arriostrados con una longitud de 16 pies o menos deberán tener al menos dos paneles de muro arriostrado de cualquier longitud o un panel de muro arriostrado igual a 48 pulgadas o más. Las líneas de muro arriostrado mayores a 16 pies deberán tener al menos dos paneles de muro arriostrado.



BWL > 16' Requiere un mínimo de 2 Paneles de muro arriostrado

Nota: Los métodos de revestimiento continuo requieren que todas las porciones del muro arriostrado con armazón tengan revestimiento.

## ¿Qué hay con Respecto a Ventanas en la Esquina o Tableros de Muro Arriestrado que no estén al Final de Líneas de Muro Arriestrado?

Los tableros de muro arriestrado pueden ocurrir alejados del extremo de una línea de muro arriestrado y todavía cumplir con el reglamento. Ver Figuras 10, 11A y 11B. Para todos los métodos de arriostramiento excepto revestimiento continuo (IRC 2018 R602.10.2.2) en categorías de diseño sísmico A C, el primer tablero de muro arriestrado debe empezar antes de 10 pies del principio de la línea de muro arriestrado, como se muestra en la Figura 10. El fin de la línea de muro arriestrado es la intersección con una línea de muro arriestrado en la otra dirección o un muro exterior (IRC 2018 Sección R602.10.1.1). Si el arriostramiento se localiza a más de 10 pies del extremo, entonces se necesita un colector calculado para ayudar a transferir las cargas laterales según el reglamento (IRC R104.11). Ver *Technical Topics: Collector Design for Bracing in Conventional Construction*, Forma TT-102, para más información sobre el diseño de un colector. Métodos de revestimiento continuo requieren un poco de atención adicional a la ubicación de los tableros de muro arriestrado. Cinco diferentes condiciones de extremo se proveen en la Figura 602.10.7 del IRC, el cual detalla las opciones en los extremos de líneas de muro arriestrado en esas situaciones.

FIGURA 10

Los segmentos de muros arriestrados pueden ocurrir hasta a 10 pies del extremo de un muro en SDC A-C.

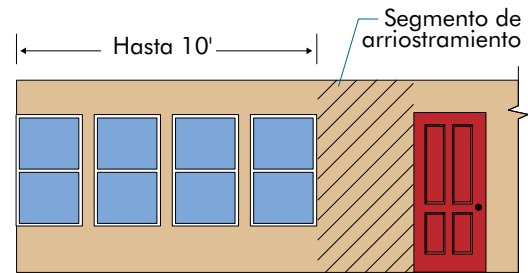
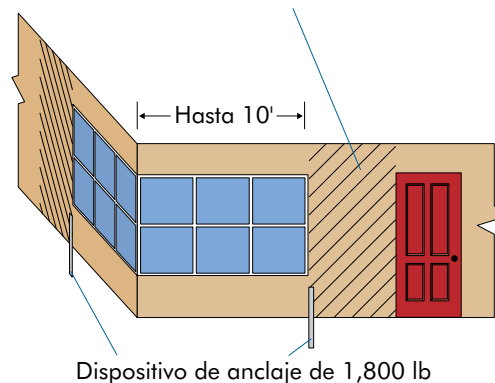


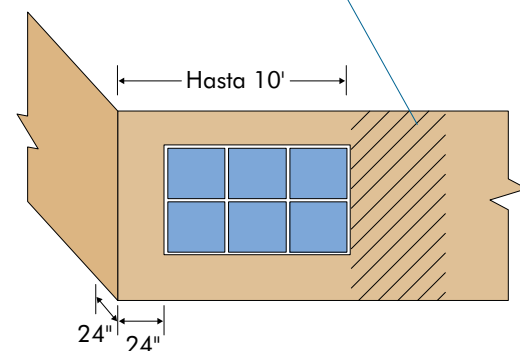
FIGURA 11A and 11B

Para SDC D<sub>0</sub>, D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub>, existen dos opciones para forro alejado de las esquinas.

Métodos **WSP**, **BV-WSP** y métodos de revestimiento continuo (Ver R602.10.7, condición 5)



Métodos **WSP**, **CS-WSP**, **CS-G** y **CS-PF**  
(Ver R602.10.7, condición 4)



## ¿Qué hay con Respecto a Ventanas en la Esquina o Tableros de Muro Arriostrado que no estén al Final de Líneas de Muro Arriostrado en Categorías del Diseño Sísmico (SDC) $D_0$ , $D_1$ y $D_2$ ?

Según el IRC 2018 R602.10.2.2.1, los tableros de muro arriostrados deben ocurrir al final de una línea de muro arriostrado para todos los métodos de arriostramiento excepto **WSP**, **BV-WSP** (tableros estructurales de madera con capa exterior de piedra o mampostería) y métodos de revestimiento continuo. Los tableros de muro arriostrado que utilicen estos métodos de arriostramiento pueden ser colocados hasta a 10 pies del extremo, siempre que se cumpla una de las siguientes especificaciones, como se muestra en las Figuras 11A y 11B:

1. Hay un dispositivo de anclaje con capacidad mínima de 1800 lb en el extremo de cada tablero de muro arriostrado más cercano a la esquina, como se muestra en la Figura 11A, o
2. Con métodos **WSP**, **CS-WSP**, **CS-G** o **CS-PF**, un tablero con un ancho mínimo de 24 pulgadas esté ubicado en cada lado de la esquina del edificio, como se muestra en la Figura 11B.

## Determinar la Longitud Mínima de Arriostramiento en una Línea de Muro Utilizando el IRC 2018

La longitud mínima de arriostramiento requerida para una residencia dada se determina al comparar los requerimientos para viento y sismo. Todos los ajustes relevantes deben ser usados para determinar la cantidad final de arriostramiento requerido. Algunos incrementarán la cantidad de arriostramiento y otros la disminuirán. Por ejemplo, si no se incluye yeso, se requerirá un 40% más de arriostramiento.

La longitud mínima de arriostramiento requerido es la mayor de la que se requiera para fuerzas de viento o de sismo. Esto se compara utilizando las tablas del IRC para viento y sismo, como se describe más adelante. (Nota: Como cada estructura se verifica en ambas direcciones para viento y sismo en cada nivel, es posible que el viento pueda controlar el diseño en algunas direcciones y niveles y la carga sísmica en otros. Siempre seleccione la longitud mayor. Las viviendas en categorías de diseño sísmico A-C y las residencias de mayor tamaño en categorías de diseño sísmico A y B están exentas de los requerimientos sísmicos).

Las cantidades básicas de arriostramiento mínimo para viento y sismo están estipuladas para edificios de una localidad específica y la geometría de la construcción. Si la localidad o la geometría del edificio específico difiere de las bases de la tabla, se debe ajustar la cantidad mínima para la geometría del edificio. Para el viento, se hacen ajustes para exposición, pendiente del techo, altura del muro, número de líneas de muro arriostrado en una dirección dada, ubicación de los dispositivos de anclaje (si existen) y acabado interior con tablero de yeso y forma de sujeción de éste. Para sismo, los ajustes incluyen altura de entrepiso, espaciamiento de líneas de muro arriostrado, carga muerta de muros y techos, recubrimiento exterior de piedra o mampostería y acabado interior con tablero de yeso.

1. Verifique la tabla de viento (Tabla R602.10.3(1)) para la geometría de la estructura, velocidad de viento y espaciamiento de líneas de muro arriostrado. Esto produce un requerimiento mínimo para viento no ajustado. Este mínimo se modifica por todos los puntos relevantes en la tabla de ajuste de viento (Tabla R602.10.3(2)). Es imperativo que todos los puntos en la tabla de ajuste sean considerados porque algunos de esos puntos pueden incrementar la cantidad de arriostramiento requerido y otros pueden disminuir dicha cantidad. La cantidad final de arriostramiento contra viento es el resultado de todos los ajustes relevantes.
2. A continuación, verifique la tabla sísmica (Tabla R602.10.3(3)) para la geometría de la estructura, categoría de diseño sísmico y longitud de línea de muro arriostrado. Esto produce un requerimiento mínimo de arriostramiento para sismo no ajustado. Como en el caso del viento, este mínimo se modifica por todos los puntos relevantes en la tabla de ajustes sísmicos (Tabla R602.10.3(4)). De nuevo, es imperativo que todos los puntos en la tabla de ajuste sean considerados porque algunos de ellos pueden incrementar la cantidad requerida de arriostramiento y otros pueden disminuir dicha cantidad. La cantidad final de arriostramiento sísmico es el resultado de todos los ajustes relevantes.

La mayor de estas dos longitudes mínima requeridas es la longitud requerida para la línea de muro arriostrado.

El número y alcance de ajustes puede ser confuso, así que APA creó una herramienta en línea para simplificar este proceso: APA Wall Bracing Calculator (el Calculador de Arriostramiento de Muro APA), en [www.apawood.org/calculator](http://www.apawood.org/calculator). El calculador agiliza el proceso de diseño y crea una impresión de resultados para someter los planos que son aceptados por la mayoría de las jurisdicciones locales.

## ¿Se Permiten Salientes en una Línea de Muros Arriostrados?

Muchos diseños de vivienda presentan salientes a lo largo de los muros. El IRC 2018 R602.10.1.2 y la Figura R602.10.1.1 permiten salientes o desfaces hasta de 4 pies de una línea de muros arriostrados designada, siempre que las dimensiones totales del desface hacia afuera no sea mayor que 8 pies como se muestra en las Figuras 12, 13, y 14.

FIGURA 12

Una línea de muros arriostrados puede tener salientes hasta de 4 pies.

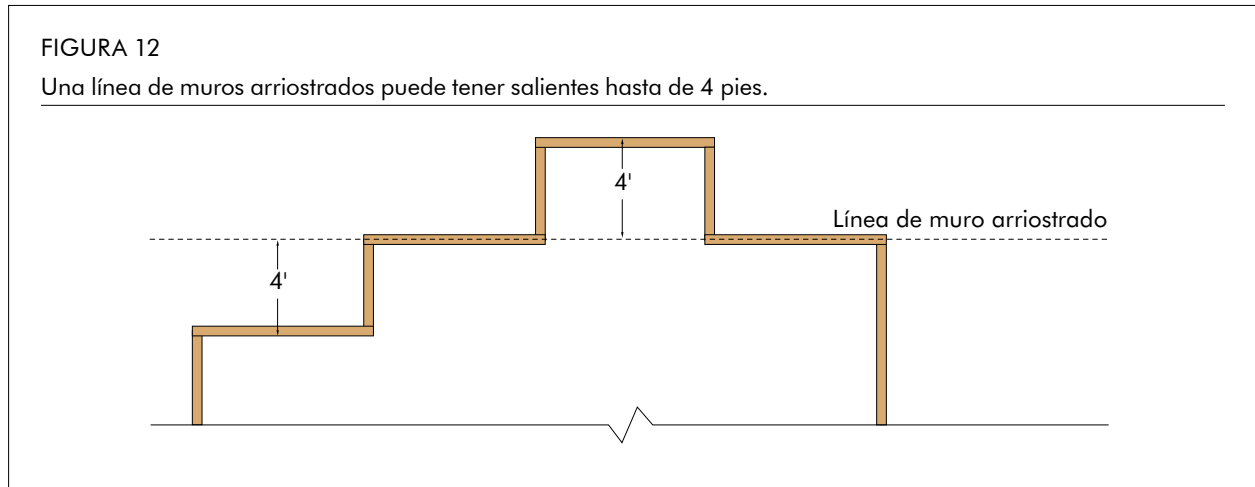


FIGURA 13

El reglamento permite salientes de 8 pies en total saliente a saliente (4 pies aparte) en una línea de muro arriostrado.

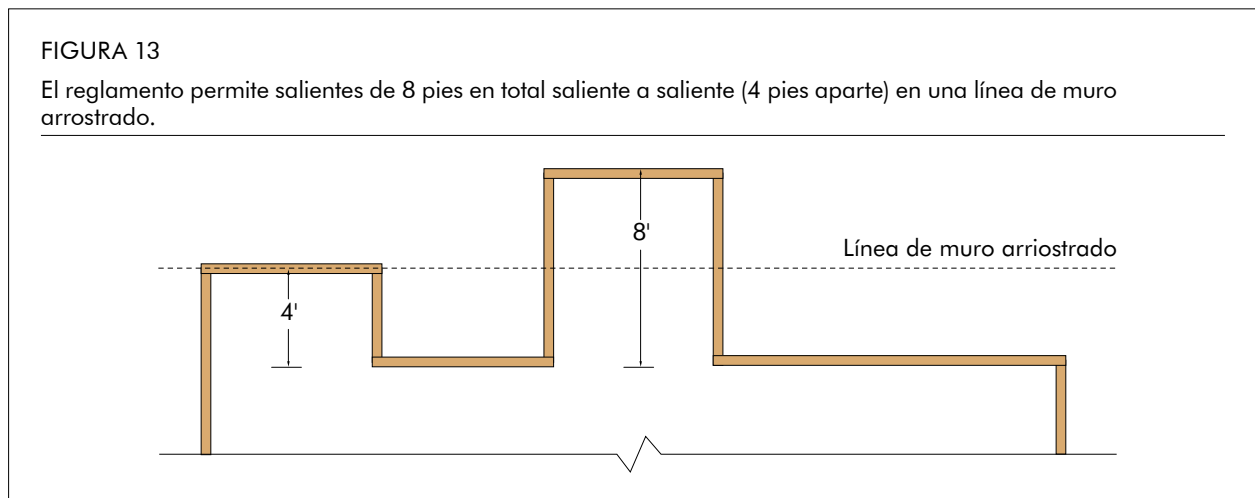
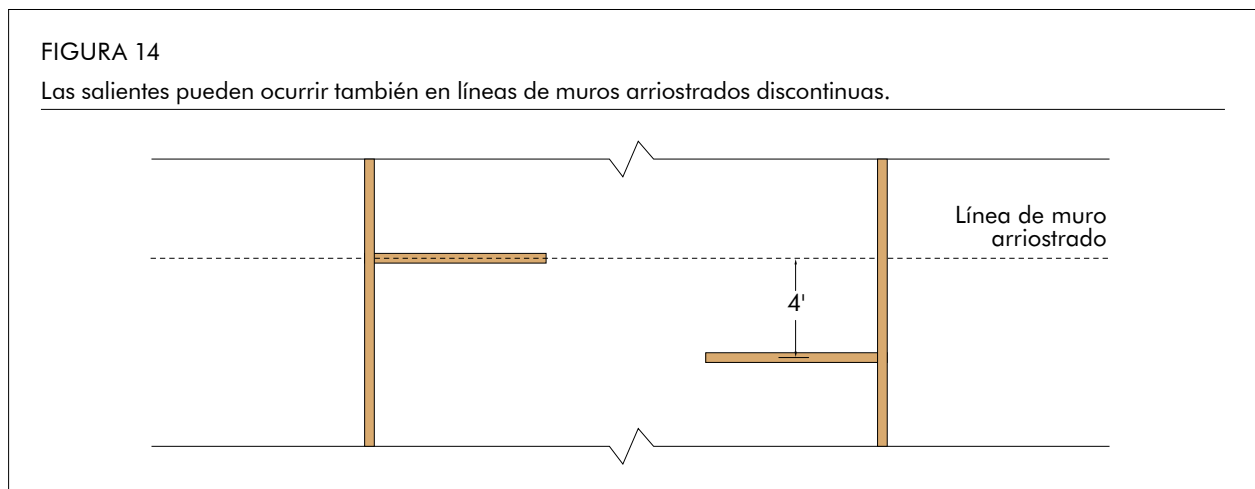


FIGURA 14

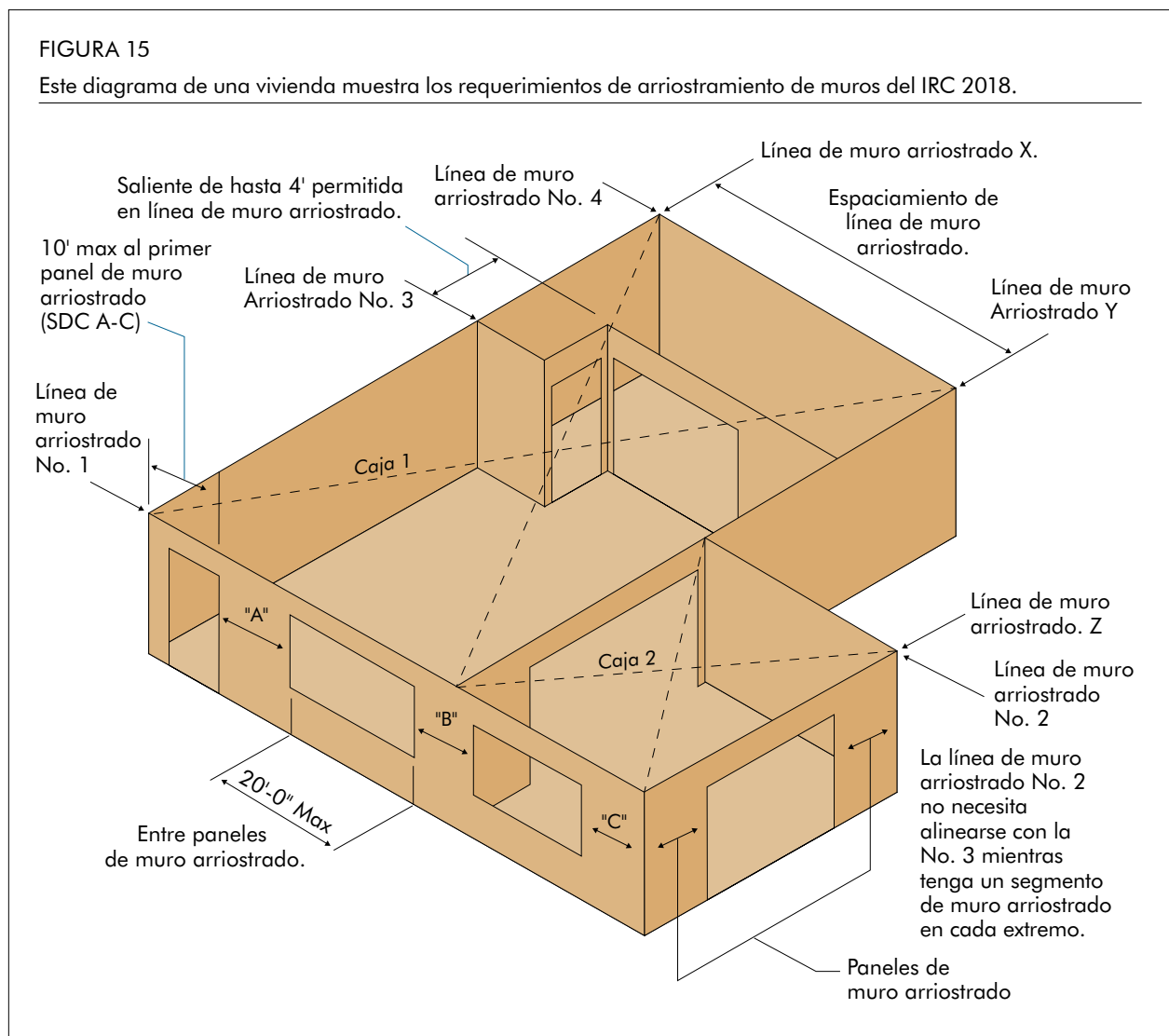
Las salientes pueden ocurrir también en líneas de muros arriostrados discontinuas.



## Armando una Vivienda Bien Arriostrada

Esta guía tiene la intención de ilustrar los requerimientos básicos de arriostramiento de muro en el IRC 2018. La mayoría de los conceptos descritos en esta guía se ilustran en la Figura 15.

- La diferencia entre líneas de muro arriostrado y tableros de muro arriostrado y como pueden ocurrir en una estructura real se muestran abajo.
- Para que un tablero de muro arriostrado cuente como arriostramiento, debe tener cierta longitud, dependiendo del método de arriostramiento usado.
- Los tableros del muro arriostrado deben ocurrir en los extremos (o a una distancia del extremo) de cada línea de muro arriostrado, no deben estar espaciados más de 20 pies (medidos entre los cantos adyacentes de los tableros de muro arriostrados) y deben cumplir con una longitud mínima que depende de la ubicación en la vivienda, velocidad de diseño de viento o categoría de diseño sísmico, y el método de arriostramiento. La Tablas R602.10.3(1) hasta R602.10.3(4) del IRC 2018, dan las longitudes requeridas de arriostramiento que debe tener un muro.
- Los desfases de cuatro pies pueden ocurrir en una línea de muros arriostrados.



## Recursos Adicionales

Hay más información disponible en la página web Wall Bracing, ubicada en el sitio [www.apawood.org/wall-bracing](http://www.apawood.org/wall-bracing). Algunos puntos sobresalientes incluyen APA Wall Bracing Calculator, APA Simplified Wall Bracing Method (El Método Simplificado de Arriostramiento de Muros APA), y otros.

### Método Simplificado de Arriostramiento de Muros APA

El Método Simplificado de Arriostramiento de Muros APA, una variación aumentada de las especificaciones simplificadas de arriostramiento de muro del IRC 2012 y 2015 (Sección R602.12), da a los constructores un enfoque económico y directo para cumplir con los requerimientos de arriostramiento de muros que pueden ser usados para seleccionar los diseños de construcciones unifamiliares en ciertas regiones. Las condiciones para usar este método incluyen:

- La velocidad básica de viento será de 100 mph (velocidad nominal del viento en el IRC 2012, la cual es equivalente a una velocidad de diseño de viento última de 130 mph en el IRC 2015) o menor y la Categoría de Exposición al Viento deberá ser B o C.
- La Categoría de Diseño Sísmico deberá ser A, B o C para viviendas unifamiliares individuales o dos unidades o Categoría de Diseño Sísmico A o B para residencias de mayor tamaño.
- La construcción debe de ser de tres niveles o menos con una altura de cumbre del techo a nivel de piso de 15 pies o menos.
- Los pisos en voladizo no deben estar más de 24 pulgadas más allá de la cimentación o muro de apoyo debajo de él.
- La cimentación o muro del sótano deberán ser de concreto, mampostería o losa de concreto.

Ver *APA System Report SR-102, APA Simplified Wall Bracing Method*, Forma SR-102, para información detallada de este método.

### APA Wall Bracing Calculator

The APA Wall Bracing Calculator (El Calculador de Arriostramiento de Muros APA) es una herramienta gratis en línea para diseñadores de estructuras residenciales que cumplan con los requerimientos de arriostramiento de muros del Reglamento Residencial Internacional (IRC) versiones 2009, 2012, 2015 o 2018. El calculador facilita el proceso de calcular el cumplimiento del arriostramiento de muros para IRC y crea una impresión de resultados para someter los planos que son aceptados por la mayoría de las jurisdicciones locales. Acceda al calculador en el sitio [www.apawood.org/calculator](http://www.apawood.org/calculator).

**A Guide to the 2018 IRC® Wood Wall Bracing Provisions** es una guía comprensiva publicada por APA y el Consejo Internacional de Códigos (ICC). Ordene la guía en el sitio [shop.iccsafe.org](http://shop.iccsafe.org).

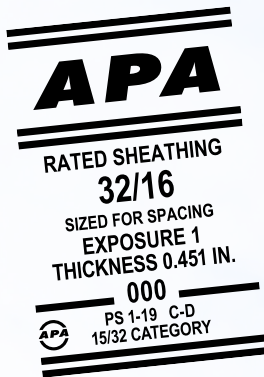
**APA 2018 Wall Bracing Webinar Series** está disponible para verse por demanda en el sitio <https://www.apawood.org/2018-irc-wall-bracing-webinars>.



# ACERCA DE APA

## THE ENGINEERED WOOD ASSOCIATION

APA – The Engineered Wood Association (La Asociación de Madera de Ingeniería) es una asociación comercial sin fines de lucro de y para los fabricantes de productos de tableros estructurales de madera, madera laminada, vigas I de madera, madera estructural compuesta, madera contralaminada y otros productos de madera de ingeniería. Basada en Tacoma, Washington, APA representa aproximadamente a 175 plantas a lo largo de América del Norte, que varían desde compañías pequeñas operadas independientemente hasta grandes corporaciones integradas.



Siempre insista en que los productos de madera de ingeniería **lleven la marca de calidad**—el sello comercial APA. Su compra de productos de madera de ingeniería APA no es solo la más alta garantía posible de la calidad del producto, sino una inversión en los muchos servicios comerciales que la APA le brinda. El sello comercial de la Asociación aparece solamente en productos manufacturados por plantas miembro y es la garantía del fabricante de que el producto conforma con la norma mostrada en el sello.

Los servicios de APA van más allá de las pruebas de calidad e inspección. Los programas de investigación y promoción desempeñan papeles importantes en el desarrollo y la mejora de sistemas constructivos que utilizan tableros estructurales de madera, elementos laminados, vigas I y madera estructural compuesta, y en apoyar a los usuarios y especificadores para entender mejor y aplicar los productos de madera de ingeniería.

**Para la información más reciente para construir estructuras resistentes, seguras y durables, visite el sitio [www.apawood.org](http://www.apawood.org).**





# Introducción al Arriostramiento de Muros

Tenemos representantes en muchas de las principales ciudades de Estados Unidos y en Canadá quienes pueden ayudar a responder preguntas que involucren productos con sellos comerciales de APA. Para asistencia adicional para especificar productos de madera de ingeniería, contáctenos en:

## **OFICINAS CENTRALES DE APA**

7011 So. 19th St. ■ Tacoma, Washington 98466  
(253) 565-6600 ■ Fax: (253) 565-7265

## **SITIO DE AYUDA Y APOYO PARA PRODUCTOS**

(253) 620-7400 ■ [help@apawood.org](mailto:help@apawood.org)

## **DESLINDE**

*La información contenida en este documento está basada en los programas continuos de pruebas de laboratorio, investigación de productos y extensos estudios de campo llevados a cabo por APA – The Engineered Wood Association. Ni APA, ni sus miembros ofrecen ninguna garantía, expresa o implícita, o asumen cualquier reclamo o responsabilidad por el uso, aplicación de, y/o referencia a opiniones, descubrimientos, conclusiones, o recomendaciones incluidas en esta publicación. Consulte su jurisdicción local o profesional del diseño para verificar que cumpla con los reglamentos de construcción y requerimientos de desempeño. Debido a que APA no tiene control sobre la calidad de la mano de obra o las condiciones bajo las cuales se usan los productos de ingeniería de la madera, no puede aceptar responsabilidad por el desempeño de los productos o diseños como hayan sido construidos.*

Forma No. EX X315 LA/Publicada en marzo de 2021

© 2021 APA – The Engineered Wood Association



REPRESENTING THE ENGINEERED WOOD INDUSTRY