



# Construcción de Techos

UN EXTRACTO DE LA GUIA PARA CONSTRUCCIÓN  
CON MADERA DE INGENIERÍA





## CONSTRUCCIÓN DE TECHOS

### Tableros APA para Revestimiento de Cubiertas de Techo

Los detalles de construcción de cubiertas para techo utilizando tableros de madera estructural APA se ilustran en la Figura 21. Las recomendaciones para cubiertas de techo en la Tabla 33 aplican a TABLEROS APA CLASIFICADOS PARA REVESTIMIENTO (APA RATED SHEATHING) Exposición 1 o Exterior, TABLEROS APA ESTRUCTURAL I CLASIFICADOS PARA REVESTIMIENTO (APA STRUCTURAL I RATED SHEATHING) Exposición 1 o Exterior y TABLEROS APA CLASIFICADOS PARA PISOS RÍGIDOS (APA RATED STRUD-I-FLOOR) Exposición 1 o Exterior. Los límites de deflexión bajo carga uniforme son 1/180 del claro bajo carga viva más carga muerta, y 1/240 del claro bajo carga viva únicamente. Las condiciones especiales tales como cargas concentradas pesadas, pueden requerir construcciones en que excedan estos mínimos, o las cargas vivas permisibles pueden tener que ser disminuidas cuando existan cargas muertas mayores que 10 lb/ pie<sup>2</sup>, tales como cubiertas con teja cerámica. Se considera que los tableros son continuos sobre dos o más claros con la dimensión mayor o ejes de resistencias a través de los apoyos.

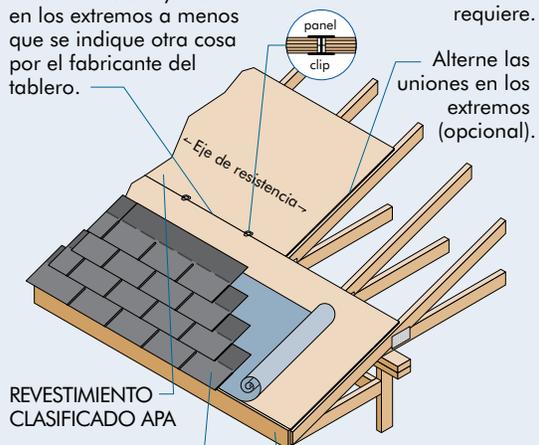
FIGURA 21

### TABLEROS APA PARA REVESTIMIENTO DE CUBIERTAS DE TECHO

Se recomienda un espaciamiento de 1/8" en todos los cantos y uniones en los extremos a menos que se indique otra cosa por el fabricante del tablero.

Un sujetador tipo clip para tableros o cantos machihembrados si se requiere.

Alterne las uniones en los extremos (opcional).



Teja asfáltica, de madera o tejamanil. Siga las instrucciones de techado del fabricante para la fabricación del cartón asfáltico.

Proteja los cantos de los tableros Exposición 1 contra exposición a la intemperie, o use una tira de inicio de un tablero Exterior.

#### Notas:

1. Cubra el revestimiento tan pronto como sea posible con cartón asfáltico para protección extra contra el exceso de humedad antes de aplicar la teja.
2. Para techos inclinados, coloque una superficie de malla o aplique una capa de material antiderrapante si se usan tableros OSB. Mantenga la superficie del techo libre de polvo, aserrín y basura y utilice zapatos con suela antiderrapante cuando esté instalando el revestimiento del techo.
3. Para edificios con techos armados convencionalmente (armaduras o largueros), limite la longitud de secciones continuas de área de la cubierta a un máximo de 80 pies durante la construcción para permitir la expansión acumulada en condiciones de clima húmedo. Omite los tableros de revestimiento para techo en cada curso de revestimiento entre secciones y después instale tableros "de relleno" para completar la instalación de la cubierta del techo antes de aplicar el impermeabilizante.

El buen desempeño de techos bituminosos armados, de una sola capa o modificados aplicados sobre techos con baja pendiente requieren una cubierta más rígida que la necesaria para las preparaciones de cubierta aplicada sobre techos inclinados. Aunque los tableros APA clasificados por claro utilizados como cubierta del techo al máximo de claro son adecuados estructuralmente, se recomienda un sistema mejorado para techos con baja pendiente. La Tabla 34 provee claros máximos recomendados para cubiertas de techo de baja pendiente. Las cargas vivas recomendadas pueden ser determinadas de la Tabla 33 y los requerimientos mínimos de conectores se dan en la Tabla 35. Se pueden requerir patrones de clavado aumentados en zonas con vientos fuertes. Los patrones de clavados recomendados para zonas de vientos fuertes se describen en la forma APA *Data File: Roof Sheathing Fastening Schedules for Wind Uplift*, Forma T325.

**Notas:** No se recomienda pegar con adhesivos el revestimiento del techo a la armazón, excepto cuando se recomienda por parte del fabricante de adhesivos para revestimientos de techos que ya han sido permanentemente protegidos por algún sistema de techado.

**SELLOS COMERCIALES TÍPICOS PARA REVESTIMIENTO**

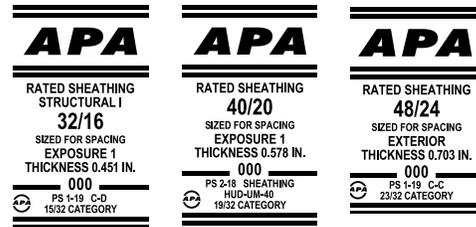


TABLA 33

**CARGAS VIVAS UNIFORMES RECOMENDADAS PARA TECHO CON TABLEROS APA CLASIFICADOS PARA REVESTIMIENTO<sup>a</sup> Y PISOS RÍGIDOS I CLASIFICADOS CON EL EJE DE RESISTENCIA PERPENDICULAR A LOS APOYOS<sup>b</sup>**

Clasificación por Claro del Tablero	Categoría de Desempeño Mínima para el Tablero	Claro Máximo (pulg.)		Cargas Vivas Permisibles (lb/pie <sup>2</sup> ) <sup>d</sup>								
		Con Soporte en el Canto <sup>c</sup>	Sin Soporte en el Canto	Espaciamiento de Apoyos Centro a Centro (pulg.)								
				12	16	20	24	32	40	48	60	
REVESTIMIENTO CLASIFICADO APA <sup>a</sup>												
24/0	3/8	24	19.2 <sup>e</sup>	190	100	60	30					
24/16	7/16	24	24	190	100	65	40					
32/16	15/32	32	28	300	165	110	65	30				
40/20	19/32	40	32	—	275	195	120	60	30			
48/24	23/32	48	36	—	—	270	175	95	45	30		
PISOS RÍGIDOS I CLASIFICADOS APA <sup>f</sup>												
20 c.a.c.	19/32	32	32	270	150	100	60	30				
24 c.a.c.	23/32	48	36	—	240	160	100	50	30	20		
32 c.a.c.	7/8	48	40	—	—	295	185	100	55	35		
48 c.a.c.	1-3/32	60	48	—	—	—	290	160	100	65	40	

- a. Incluye REVESTIMIENTO CLASIFICADO APA/CUBIERTA PARA TECHO.
- b. Aplica para tableros REVESTIMIENTO CLASIFICADO APA Y PISOS RÍGIDOS I CLASIFICADOS APA de 24 pulgadas o más anchos aplicados sobre dos o más claros.
- c. Cantos machihembrados, sujetadores para cantos del tablero tipo clip (uno a la mitad de la distancia\* entre cada apoyo, excepto dos igualmente espaciados entre apoyos de 48 pulgadas centro a centro o mayores), con bloqueo de madera o de otro tipo. Para techos con baja pendiente, vea la Tabla 34.  
\*No se establece tolerancia.
- d. Se presume una carga muerta de 10 lb/pie<sup>2</sup>.
- e. 19.2 pulgadas para tableros con Categoría de Desempeño 3/8 y 7/16. 24 pulgadas para tableros con Categoría de Desempeño 15/32 y 1/2.
- f. También aplica para madera contrachapada clase C-C con defectos cubiertos.

TABLA 34

**CLAROS MÁXIMOS RECOMENDADOS PARA TABLEROS DE CUBIERTAS DE TECHO APA PARA TECHOS CON ESCASA PENDIENTE<sup>a</sup>**  
(Eje de resistencia del tablero perpendicular a los apoyos y continuo sobre dos o más claros)

Clase	Categoría Mínima de Desempeño del Tablero	Clasificación por Claro Mínima	Sujetadores	
			Claro Máximo (pulg.)	Tipo Clips por Claro <sup>b</sup> (número)
REVESTIMIENTO CLASIFICADO APA	15/32	32/16	24	1
PISOS RÍGIDOS I CLASIFICADOS APA	19/32	40/20	32	1
	23/32	48/24	48	2
	19/32	20 c.a.c.	24	1
	23/32	24 c.a.c.	32	1
	7/8	32 c.a.c.	48	2

- a. Los techos con baja pendiente son aplicables a sistemas bituminosos de techo compuestos, de una sola capa y modificados. Para techos garantizados o certificados, contacte al fabricante de la membrana para información sobre cubiertas aceptables. Los techos con baja pendiente tienen una pendiente menor a 2/12 (2"pie).
- b. Puede proveerse apoyo en el canto por medio de machimbre o bloqueo sólido.

La clasificación por claro en el sello comercial aplica cuando la dimensión mayor del tablero o el eje de resistencias se coloca a través de los apoyos a menos que el eje de resistencia se identifique de otra manera.

EL REVESTIMIENTO CLASIFICADO PARA TECHOS (APA RATED SHEATHING) es igualmente efectivo bajo techado compuesto, tejas de asfalto o fibras de vidrio, tejas cerámicas, o tejas de madera o tejamánil. Se reconoce ampliamente a las armaduras para techo espaciadas 24 pulgadas centro a centro son la construcción más económica para techos residenciales. Sin embargo, utilizar menos apoyos con tableros más gruesos –p. ej., tableros con Categoría de Desempeño 23/32 con una clasificación por claro de 48/24 sobre armazón separada 48 pulgadas centro a centro– también es efectivo en costo para techos planos de claros largos o inclinados. En la Tabla 33 se dan las cargas vivas recomendadas. Las recomendaciones de clavado se dan en la Tabla 35.

Cuando el espaciamiento en los apoyos excede la longitud máxima de un canto no soportado (ver la Tabla 33), se debe proveer bloqueo adecuado, cantos machihembrados u otros apoyos para el canto tales como sujetadores tipo clip. Algunos tipos de clips, adicionalmente a apoyo en los cantos, automáticamente aseguran un espaciamiento adecuado de los tableros. Cuando se requieran, utilice un sujetador clip para tablero por claro, excepto que para claros de 48 pulgadas o más largos se deben usar dos clips.

Ver la Forma APA A535, *Build A Better Home: Roofs*, para recomendaciones adicionales a fin de prevenir la infiltración de humedad en los techos.

TABLA 35

**PATRÓN DE CLAVADO MÍNIMO RECOMENDADO PARA TABLEROS DE REVESTIMIENTO APA PARA TECHOS**  
(Pueden requerirse patrones de clavado incrementados en zonas de fuertes vientos y donde el techo se diseña como un diafragma.)

Categoría de Desempeño del Tablero <sup>c</sup>	Patrón de Clavado <sup>a,b</sup>		
	Tamaño <sup>d</sup>	Espaciamiento Máximo (pulg.)	
		Cantos Soportados del Tablero <sup>e</sup>	Intermedio
3/8 – 1	8d	6	12 <sup>f</sup>
1-1/8	8d o 10d	6	12 <sup>f</sup>

- a. Utilice clavos comunes con vástago liso o deformado para tableros con Categoría de Desempeño 1 o menor. Para tableros con Categoría de Desempeño 1-1/8, utilice clavos 8d roscados o tornillos o clavos comunes 10d con vástago liso.
- b. Pueden utilizarse otros conectores aprobados por el reglamento de construcciones.
- c. Para engrapar tejas asfálticas a tableros con Categoría de Desempeño 3/8 y más gruesos, utilice grapas con un ancho de corona mínimo de 15/16 de pulgada y una longitud de pata de 1 pulgada. Espácielas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de las tejas.
- d. Vea la Tabla 6, página 17, para las dimensiones de los clavos.
- e. Las juntas de tablero soportadas ocurrirán aproximadamente a lo largo de la línea central de la armazón con un apoyo mínimo de 1/2". Los sujetadores se colocarán a 3/8 de pulgada del canto del tablero.
- f. Para claros de 48 pulgadas o mayores, espacie los clavos 6 pulgadas en todos los apoyos.

### Tableros Prefabricados para Techos

Los sistemas de madera para techos prefabricados o “tipo panel” son comunes en bodegas, almacenes y otros edificios comerciales en algunas partes de América del Norte, debido a su economía y rapidez de construcción. Usualmente los claros de 8 a 12 pies son los más prácticos con la construcción prefabricada de paneles, aunque claros de hasta 30 pies no son fuera de lo común. Los paneles APA con rigidizadores preensamblados a 16 o 24 pulgadas centro a centro (Figura 22) son comunes. La dimensión mayor o eje de resistencia del tablero corre típicamente paralela a los apoyos. Atiesadores y vigas secundarias para techo proveen apoyo para todos los cantos del tablero. Los requerimientos mínimos de clavado para paneles prefabricados son los mismos que para revestimientos para techo.

En paneles prefabricados de 8x8 pies o mayores (Figura 23), el eje de resistencia del tablero puede ir ya sea paralelo o perpendicular a los atiesadores espaciados 16 o 24 pulgadas centro a centro. Los atiesadores y vigas para techo proveen el apoyo para todos los cantos de los tableros.

Las recomendaciones de la Tabla 36 se basan en la dimensión mayor o eje de resistencia del tablero paralelo a los apoyos. Los límites de deflexión son 1/180 del claro para la carga total; 1/240 del claro para carga viva únicamente. Ver la Tabla 37 para información de diseño de atiesadores para paneles prearmados. Los requerimientos de clavado para paneles prefabricados son los mismos que para los revestimientos de techo.

FIGURA 22

#### TABLERO PREFABRICADO PARA TECHO (Tableros Estructurales APA—4' x 8' Eje de Resistencia Paralelo a los Apoyos)

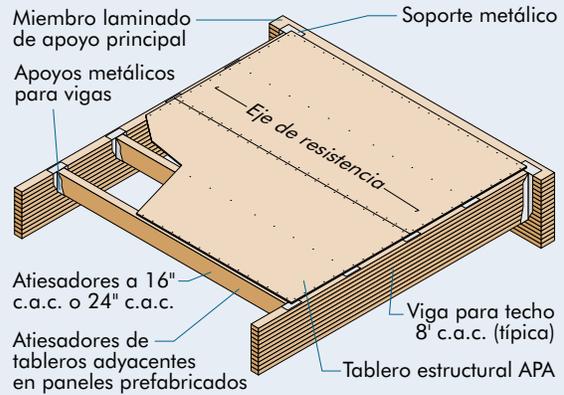


FIGURA 23

#### TABLEROS PREFABRICADOS PARA TECHOS (Tableros Estructurales APA—8' x 8' o mayor Eje de Resistencia Perpendicular a los Apoyos)

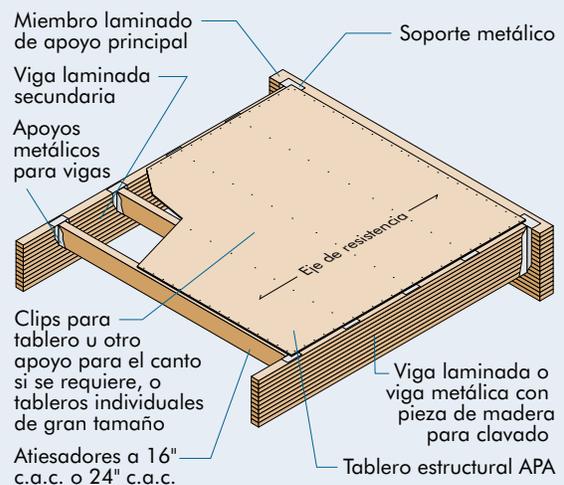


TABLA 36

**CARGAS PARA TECHO RECOMENDADAS (LB/PIE<sup>2</sup>) PARA TABLEROS APA CLASIFICADOS PARA REVESTIMIENTO CON EL EJE DE RESISTENCIA PARALELO A LOS APOYOS<sup>a,b</sup> (OSB y tableros de madera contrachapada de 5 chapas/5 capas a menos que se indique otra cosa)**

Clasificación del Tablero	Categoría de Desempeño del Tablero	Clasificación por Claro	Claro Máximo (pulg.)	Carga en el Claro Máximo	
				Viva	Total
REVESTIMIENTO CLASIFICADO ESTRUCTURAL I APA	7/16	24/16	24 <sup>c</sup>	15	25
	15/32, 1/2	32/16	24	30 <sup>d</sup>	40 <sup>d</sup>
	19/32, 5/8	40/20	24	70 <sup>e</sup>	80 <sup>e</sup>
	23/32, 3/4	48/24	24	105 <sup>f</sup>	115 <sup>f</sup>
REVESTIMIENTO CLASIFICADO APA	7/16	24/16	16	35	45
	15/32, 1/2	32/16	24 <sup>c</sup>	15 <sup>g</sup>	25 <sup>g</sup>
	19/32, 5/8	40/20	24	40 <sup>h</sup>	50 <sup>h</sup>
	23/32, 3/4	48/24	24	70 <sup>e</sup>	80 <sup>e</sup>

- a. Para techos garantizados o certificados, contacte al fabricante de la membrana para saber los sistemas de cubierta aceptables.
- b. Provea apoyo en el canto.
- c. Se recomienda bloqueo sólido en extremos del tablero para claros de 24 pulgadas.
- d. Para madera contrachapada de 4 chapas, reduzca la carga en 10 lb/pie<sup>2</sup>.
- e. Para madera contrachapada de 4 chapas, reduzca la carga en 30 lb/pie<sup>2</sup>.
- f. Para madera contrachapada de 4 chapas, reduzca la carga en 45 lb/pie<sup>2</sup>.
- g. Para madera contrachapada de 4 chapas, reduzca la carga en 5 lb/pie<sup>2</sup>.
- h. Para madera contrachapada de 4 chapas, reduzca la carga en 15 lb/pie<sup>2</sup>.

TABLA 37

**TABLAS DE CLARO Y CARGA DE ATIESADORES PARA SISTEMAS DE TECHO DE PANELES PREFABRICADOS APA**

Abeto Douglas-Alerse		Carga Viva Permissible para Techo (lb/pie <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>											
Espaciamiento Centro a Centro entre Vigas secundarias <sup>b</sup> (pies)	Tamaño de Atiesadores y Espaciamiento (pulg.)	Selecta Estructural			No. 1 y Mejor			No. 1			No. 2		
		Resistencia <sup>d</sup>			Resistencia <sup>d</sup>			Resistencia <sup>d</sup>			Resistencia <sup>d</sup>		
		Defl. <sup>c</sup>	1.15	1.25	Defl. <sup>c</sup>	1.15	1.25	Defl. <sup>c</sup>	1.15	1.25	Defl. <sup>c</sup>	1.15	1.25
8	2x4@16	37	67	73	35	51	57	33	41	46	31	36	40
	2x4@24	25	41	46	23	31	34	22	24	27	21	21	23
	2x6@16	144	154	168	136	121	133	129	99	109	121	88	97
	2x6@24	96	99	109	91	78	85	86	63	69	81	56	61
	2x6@32	72	61	68	68	47	52	64	38	42	61	33	37
Pino Amarillo del Sur		Carga Viva Permissible para Techo (lb/pie <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>											
Espaciamiento Centro a Centro entre Vigas secundarias <sup>b</sup> (pies)	Tamaño de Atiesadores y Espaciamiento (pulg.)	Selecta Estructural			No. 1 Densa			No. 1			No. 2		
		Resistencia <sup>d</sup>			Resistencia <sup>d</sup>			Resistencia <sup>d</sup>			Resistencia <sup>d</sup>		
		Defl. <sup>c</sup>	1.15	1.25	Defl. <sup>c</sup>	1.15	1.25	Defl. <sup>c</sup>	1.15	1.25	Defl. <sup>c</sup>	1.15	1.25
8	2x4@16	35	46	51	35	46	51	31	41	46	27	27	31
	2x4@24	23	27	31	23	27	31	21	24	27	18	15	17
	2x6@16	136	116	127	136	116	127	121	104	113	106	74	81
	2x6@24	91	74	81	91	74	81	81	66	72	71	46	51
	2x6@32	68	45	50	68	45	50	61	39	44	53	27	30

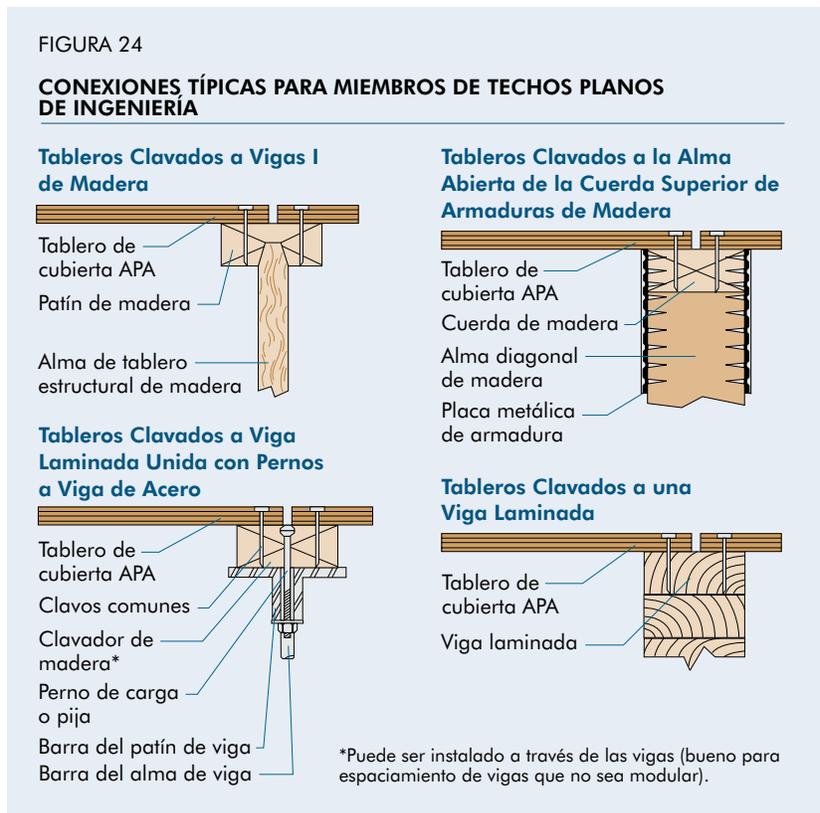
- a. La carga final permissible es la menor de las cargas determinada por los límites de deflexión y esfuerzo.
- b. Claro real de atiesadores tomados como 3-1/2 pulgadas menos que el espaciamiento centro a centro de largueros.
- c. Límites de deflexión: Claro/240 bajo carga viva únicamente; Claro/180 bajo carga total, suponiendo una carga muerta de 10 lb/pie<sup>2</sup>.
- d. Las cargas limitadas por esfuerzo se basan en dos condiciones de duración de carga: dos meses, tal como para nieve (1.15); y siete días (1.25); incluye los efectos de carga muerta de 10 lb/pie<sup>2</sup>.

### Sistemas de Claros Largos

Tanto los sistemas de paneles prefabricados como la aplicación directa del revestimiento sobre armazones secundarios o primarios son enfoques comunes en la construcción de techos de claros largos. El espaciamiento de las crujiás y el tipo de armazón gobiernan la elección.

La experiencia muestra que tableros sobre apoyos separados 48 pulgadas centro a centro a menudo producen la economía máxima. Los tableros con una clasificación por claro de 48/24 son buenos para al menos cargas de nieve de 30 lb/pie<sup>2</sup> y cumplen los requerimientos para la mayoría de los techos garantizados o certificados. Se presume que los tableros son continuos sobre dos claros con la dimensión mayor o eje de resistencia a través de los apoyos.

La Figura 24 ilustra conexiones típicas para techos planos de ingeniería.



### Tableros APA para Aleros o Cornisas (Sofitos)

Los claros recomendados para tableros APA para aleros (sofitos) abiertos y cerrados se dan en las Tablas 38 y 39. Las recomendaciones de la Tabla 38 para aleros abiertos también aplican para construcción combinada de techo/cielo. Se presume que los tableros son continuos sobre dos o más claros con la dimensión mayor del eje de resistencia a través de los apoyos para ambas aplicaciones. Para propósitos de apariencia en construcción de aleros abiertas, provea bloqueo, cantos machihembrados u otro tipo de apoyos en los cantos apropiados. Los paneles soportarán cuando menos 30 lb/pie<sup>2</sup> de carga viva más 10 lb/pie<sup>2</sup> de carga muerta.

FIGURA 25

#### CORNISA (SOFITO) ABIERTA

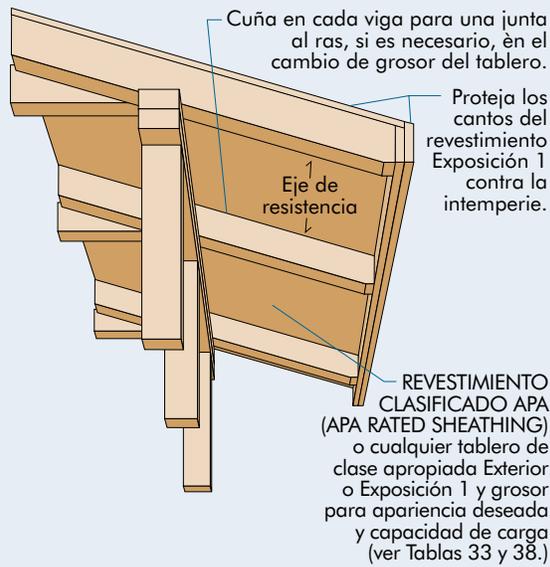


FIGURA 26

#### CORNISA (SOFITO) CERRADA

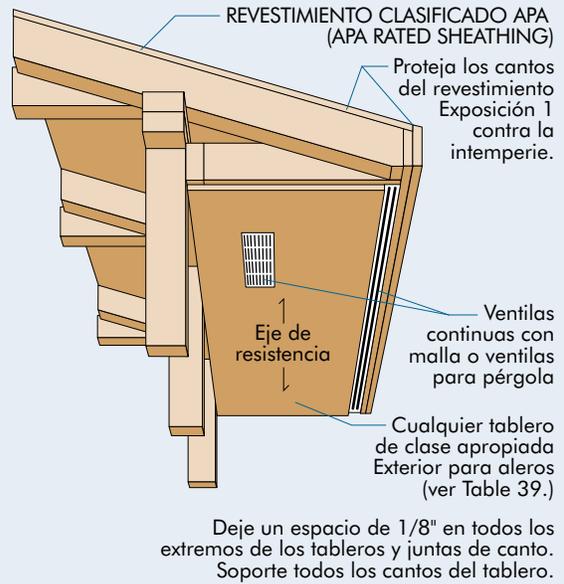


TABLA 38

**TABLEROS APA PARA ALERO ABIERTO O PARA SISTEMAS COMBINADOS TECHO-CIELO<sup>a,b</sup>**  
**(Eje de resistencia a través de los apoyos. Para REVESTIMIENTO CLASIFICADO APA, donde la apariencia no es un tema principal, vea la Tabla 33.)**

Claro Máximo (pulgadas)	Descripción del Tablero (Todos los tableros Exterior o Exposición 1)	Grupo de Especies para Madera Contrachapada
16	Categoría de Desempeño 15/32 FORRO CLASIFICADO APA 303	1, 2, 3, 4
	Categoría de Desempeño 15/32 Madera Contrachapada Lijada y Lijada al Toque, APA MDO	1, 2, 3, 4
24	Categoría de Desempeño 15/32 FORRO CLASIFICADO APA 303	1
	Categoría de Desempeño 15/32 Madera Contrachapada Lijada y Lijada al Toque, APA MDO	1, 2, 3
	Categoría de Desempeño 19/32 FORRO CLASIFICADO APA 303	1, 2, 3, 4
	Categoría de Desempeño 19/32 Madera Contrachapada Lijada y Lijada al Toque, APA MDO	1, 2, 3, 4
	PISO RÍGIDO I CLASIFICADO APA 16 c.a.c.	—
32	Categoría de Desempeño 19/32 FORRO CLASIFICADO APA 303	1
	Categoría de Desempeño 19/32 Madera Contrachapada Lijada y Lijada al Toque, APA MDO	1
	Categoría de Desempeño 23/32 Madera Contrachapada Texturizada APA <sup>c</sup>	1, 2, 3, 4
	Categoría de Desempeño 23/32 Madera Contrachapada Lijada y Lijada al Toque, APA MDO	1, 2, 3, 4
	PISO RÍGIDO I CLASIFICADO APA 20 c.a.c.	—
48	Categoría de Desempeño 1-1/8 Madera Contrachapada Texturizada APA <sup>c</sup>	1, 2, 3, 4
	PISO RÍGIDO I CLASIFICADO APA 48 c.a.c.	—

- a. Todos los tableros soportarán cuando menos una carga viva de 30 lb/pie<sup>2</sup> más una carga muerta de 10 lb/pie<sup>2</sup> en el claro máximo.
- b. Para propósitos de apariencia, debería proveerse bloqueo, cantos machihembrados u otros apoyos en los cantos adecuados.
- c. También vea la Tabla 33 para CUBIERTAS CLASIFICADAS APA REVESTIMIENTO/CIELO.

TABLA 39

**TABLEROS APA PARA ALERO CERRADO O PARA CIELO NO ESTRUCTURAL<sup>a,b</sup>**  
**(Eje de resistencia a través de los apoyos)**

Claro Máximo (pulg.) Todos los Cantos Apoyados	Categoría de Desempeño del Tablero	Grupos de Especies	Tamaño y Tipo de Clavos <sup>c</sup>
24	11/32 <sup>d</sup>	Todos los Grupos de Especies	6d tipo caja antimancha o para empaque
32	15/32 <sup>d</sup>		8d tipo caja antimancha o para empaque
48	19/32 <sup>d</sup>		

- a. Espaciar los clavos un máximo de 6 pulgadas en los cantos del tablero y 12 pulgadas en apoyos intermedios para claros menores a 48 pulgadas; 6 pulgadas en todos los apoyos para claros de 48 pulgadas.
- b. Para propósitos de apariencia, debería proveerse bloqueo, cantos machihembrados u otros apoyos en los cantos adecuados.
- c. Vea la Tabla 6, página 17, para las dimensiones de los clavos.
- d. Cualquier clase de tablero apropiada que cumpla con los requisitos de apariencia—Exterior para cornisas cerradas, Exposición 1 o Exterior para cielo no estructural.

Para construcción de alero abierto y de cielo no estructural, se recomienda como mínimo usar paneles designados Exposición 1 (verificar el reglamento de construcción local) donde la apariencia no es una consideración principal.

Solo deberán usarse tableros Exterior para aleros cerrados.

En aleros donde se use revestimiento Exposición 1 para cubiertas de techo, proteja los cantos del tablero contra la exposición directa al clima con molduras para fascia.

Aunque se usan a menudo clases de madera contrachapada sin lijar o lijada al toque para aplicaciones tales como aleros, se logra una apariencia y desempeño de acabado óptimo utilizando tableros con textura o caras lijadas clase-A. Para tableros diferentes a FORROS CLASIFICADOS APA 303 los sistemas de pintura para casas de látex y acrílico de la mejor calidad proveen el mejor desempeño. Se pueden esperar agrietamientos en la cara (separaciones entre las fibras paralelas a la fibra de la chapa exterior) sobre madera contrachapada sin recubrimiento cuando es expuesta a la intemperie, aun cuando tenga acabado. Si se desea una superficie lisa, libre de grietas, utilice madera contrachapada Cubierta de Densidad Media o Medium Density Overlay (MDO por sus siglas en inglés).

### **Diafragmas de Paneles APA para Techo**

Haciendo solamente algunas ligeras modificaciones al diseño, cualquier sistema de paneles APA de cubiertas para techo APA descrito en las secciones previas, también funcionarán como un diafragma con diseño de ingeniería para resistir vientos fuertes y cargas sísmicas. La habilidad de un diafragma para funcionar efectivamente como una viga, transfiriendo cargas laterales a los muros de cortante, está relacionada con la calidad de las conexiones. El clavado es fundamental ya que las cargas de cortante se transmiten a través de estos conectores. Los clavos comunes proveen la resistencia requerida. Pueden usarse otros tipos de clavos cuando se consideren en el diseño sus valores de soporte de carga. La capacidad de carga es más alta cuando se utiliza bloqueo en el diafragma.

Cuando se desee usar tableros para techo con Categoría de Desempeño 1-1/8, tales como los usados en Construcción Pesada se usan los valores de cortante para tableros con Categoría de Desempeño 19/32. Los valores de cortante para tableros con bloqueo de Categoría de Desempeño 1-1/8 pueden ser obtenidos especificando cantos machihembrados engrapados. Las grapas serán calibre 16, de una pulgada de largo con una corona de 3/8 de pulgada, clavadas a través de los cantos machihembrados a 3/8 de pulgada de la junta, a manera de penetrar el macho con ambas patas de la grapa. Las grapas se espaciarán a la mitad del espaciamiento de clavos para el borde del diafragma para los Casos 1 y 2, y a un tercio del espaciamiento de clavos en el borde del diafragma para los casos 3 a 6, como se ilustra en la Tabla 40.

La Tabla 40 contiene recomendaciones de tableros y conectores para diafragmas de techo. Se presume que los tableros y la armazón fueron diseñados para cargas perpendiculares. Para diseñar un diafragma, siga estos pasos:

1. Determine las cargas laterales y los cortantes resultantes.
2. Determine el patrón de clavado (Tabla 40). Considere la dirección de la carga con respecto a las uniones.
3. Calcule los esfuerzos en las cuerdas debido al momento flexionante. Provea placas de unión adecuadas verifique la deflexión. Verifique el anclaje del borde de la armazón (es decir, las cuerdas) a los muros.

Para información acerca del desarrollo de cortantes para diafragma mayores a los mostrados en la Tabla 40 vea la Guía APA *Design/Construction Guide: Diaphragms and Shear Walls*, Forma L350.

TABLA 40

**FUERZA CORTANTE PERMISIBLE (LIBRAS POR PIE), PARA PANELES APA DE DIAFRAGMA HORIZONTAL APA CON ARMAZÓN DE ABETO DOUGLAS, ALERCE O PINO AMARILLO DEL SUR<sup>a</sup> PARA CARGAS DE VIENTO<sup>b,c</sup> O SÍSMICAS**

Clase del Tablero	Tamaño de Clavos Comunes <sup>f</sup>	Penetración Mínima del Clavo en Armazón (pulg.)	Grosor Nominal Mínimo del Tablero (pulg.)	Ancho Nominal Mínimo de Miembros de Armazón en Cantos Adyacentes del Tablero y en Bordes <sup>g</sup> (pulg.)	Diafragmas Bloqueados				Diafragmas no Bloqueados			
					Espaciamiento de Clavos (pulg.) en bordes de los diafragmas (todos los casos), en cantos continuos del tablero paralelos a la carga (Casos 3 & 4), y en todos los cantos del tablero (Casos 5 & 6) <sup>d</sup>				Espaciamiento de Clavos 6" máx. en Cantos Soportados <sup>d</sup>			
					Espaciamiento de Clavos (pulg.) en otros cantos del tablero (Casos 1,2,3 & 4) <sup>d</sup>				Caso 1 (Cantos no bloqueados o juntas continuas paralelas a la carga)		Todas las otras configuraciones (Casos 2, 3, 4, 5 & 6)	
					6	6	4	2 <sup>e</sup>	6	6		
Clases ESTRUCTURAL I APA	6d <sup>h</sup>	1-1/4	5/16	2	185	250	375	420	165	125		
				3	210	280	420	475	185	140		
	8d	1-3/8	3/8	2	270	360	530	600	240	180		
				3	300	400	600	675	265	200		
10d <sup>i</sup>	1-1/2	15/32	2	320	425	640	730	285	215			
			3	360	480	720	820	320	240			
REVESTIMIENTO CLASIFICADO APA PISO RÍGIDO I	6d <sup>h</sup>	1-1/4	5/16	2	170	225	335	380	150	110		
			3/8	3	190	250	380	430	170	125		
			3/8	2	240	320	480	545	215	160		
				3	270	360	540	610	240	180		
CLASIFICADO APA y otras clases APA excepto Grupo de Especies 5	8d	1-3/8	7/16	2	255	340	505	575	230	170		
			3	285	380	570	645	255	190			
			15/32	2	270	360	530	600	240	180		
				3	300	400	600	675	265	200		
10d <sup>i</sup>	1-1/2	15/32	2	290	385	575	655	255	190			
			3	325	430	650	735	290	215			
		19/32	2	320	425	640	730	285	215			
			3	360	480	720	820	320	240			

- a. Para armazón de otras especies: (1) Encuentre la densidad básica para la especie de madera en las Especificaciones Nacionales de Diseño AWC (NDS). (2) Encuentre el valor de cortante en la tabla de arriba para el tamaño de clavo y la clasificación correspondiente. (3) Multiplique el valor por el factor de ajuste siguiente: Ajuste por Densidad Básica = [1 - (0.5 - DB)], donde DB = densidad básica de la armazón. El factor de ajuste no será mayor que 1.
- b. Para aplicaciones de carga de viento, los valores en la tabla de arriba se podrán multiplicar por 1.4.
- c. Para fuerzas cortantes con duración de carga normal o permanente como se define por las NDS, los valores en la tabla de arriba serán multiplicados por 0.63 o 0.56, respectivamente.
- d. Espaciar los clavos un máximo de 12 pulgadas c.a.c. a lo largo de miembros intermedios de la armazón (6 pulgadas c.a.c. cuando los apoyos estén espaciados 48 pulgadas c.a.c. o mayor). Los conectores estarán localizados a 3/8" de los cantos del tablero.
- e. El armazón en cantos adyacentes del tablero será de 3" nominal o más anchos, y los clavos se colocarán a tresbolillo donde los clavos serán espaciados 2 pulgadas c.a.c. o 2-1/2 pulgadas c.a.c.
- f. Vea la Tabla 6, página 17, para las dimensiones de los clavos.
- g. El ancho normal mínimo de miembros de la armazón no ubicados en los bordes o cantos de tableros adyacentes será de 2".
- h. Se recomiendan clavos mínimos de 8d para techos debido a presiones negativas de vientos fuertes.
- i. El armazón en cantos de tableros adyacentes será de 3" nominal o más anchos, y los clavos se colocarán a tresbolillo donde los clavos 10d tendrán penetración en la armazón de más de 1-1/2" y estén espaciados 3 pulgadas c.a.c.

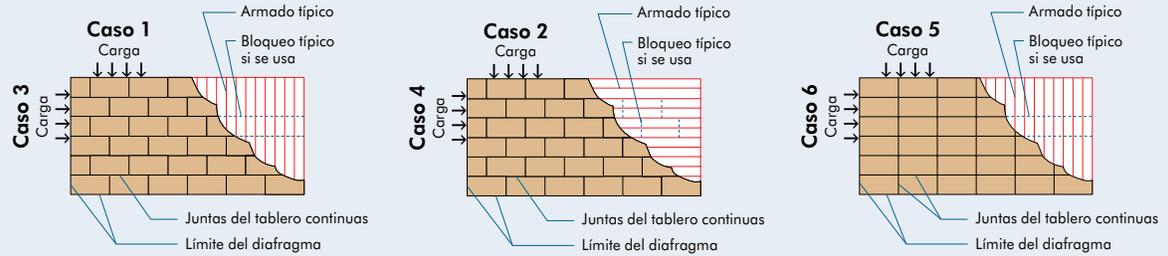
Continúa en la siguiente página

TABLA 40 (Continuación)

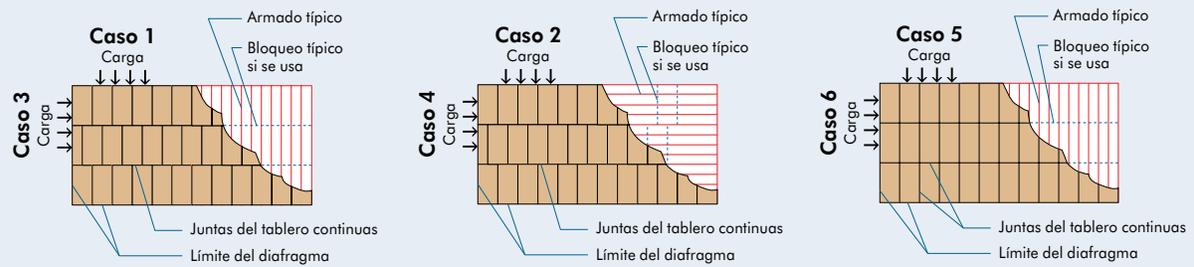
**FUERZA CORTANTE PERMISIBLE (LIBRAS POR PIE), PARA PANELES APA DE DIAFRAGMA HORIZONTAL CON ARMAZÓN DE ABETO DOUGLAS, ALERCE O PINO AMARILLO DEL DUR<sup>a</sup> PARA CARGAS DE VIENTO<sup>b,c</sup> O SÍSMICAS<sup>c</sup>**

Nota: El diseño para esfuerzos en los diafragmas depende de la dirección de las junta continuas de tableros con referencia a la carga, no a la dirección de la dimensión mayor o eje de resistencia de la hoja. La armazón continua puede ser en cualquier dirección para diafragmas bloqueados.

**Longitud del Tablero en Dirección Perpendicular a los Apoyos**



**Longitud del Tablero en Dirección Paralela a los Apoyos**



# Construcción de Techos

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 X302 LA/Publicada en marzo de 2021

© 2021 APA – The Engineered Wood Association



REPRESENTING THE ENGINEERED WOOD INDUSTRY