

SISTEMAS  
CONSTRUCTIVOS

**PANEL REY**®  
*Paneles de Yeso*

MANUAL DE  
DISEÑO  
ESTRUCTURAL

Incluye Manual de Diseño  
por Viento y Sismo

## MANUAL DE DISEÑO ESTRUCTURAL

1

Introducción	1
Propósito de este manual	3
Descripción general del Manual de Diseño Estructural	4
<b>Panel Rey*</b>	4

## INFORMACIÓN GENERAL

5

Concepto	5
Componentes básicos del Sistema Constructivo <b>Panel Rey*</b>	6
Herramientas básicas	11

## TABLAS DE PROPIEDADES Y CAPACIDAD PARA SELECCIÓN DE COMPONENTES PANEL REY\*

13

Propiedades físicas y de sección de perfiles en cajón y espalda con espalda	14
Cargas uniformemente repartidas permisibles en vigas de claros simples	15
Reacciones y cargas concentradas máximas permisibles para almas de vigas	16
Cargas uniformemente repartidas permisibles en dinteles	17
Capacidad de carga a compresión de sección de perfiles en cajón y espalda con espalda.	18
Postes de bastidores para muros de carga interiores	20
Postes de bastidores para muros de carga exteriores con acción de viento en velocidades de 70 a 220 km/h	21
Postes para muros - fachadas	34
Capacidades y espaciamientos de tornillos estructurales	36
Capacidad a tensión pura de elemento para sujeciones laterales	

## MANUAL DE DISEÑO POR VIENTO

37

## MANUAL DE DISEÑO SÍSMICO

59

## DETALLES GENERALES DE ESTRUCTURA Y RECUBRIMIENTO

81

## ARMADURAS DEL SISTEMA PANEL REY\*

93

## AUXILIAR DE USO DE LAS TABLAS DE CÁLCULO PANEL REY\* (TUTOR)

94

Selección de componentes actuando como vigas	95
Selección de componentes actuando como postes de bastidores para muros de carga exteriores	98
Selección de componentes actuando como postes para soportar presiones de viento exclusivamente	100
Selección de postes de bastidores para muros de carga interiores	101
Selección de postes de bastidores para muros divisorios (sin carga)	
Selección de elementos actuando como dinteles y cerramientos	
Diseño de contraventeos y muros cortante	103
Diseño de uniones	107
Anclajes	108

## APÉNDICE I

111

Guía para el análisis estructural <b>Panel Rey*</b>	111
---	-----

## INTRODUCCIÓN

**EL SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\*** es un nuevo método de construcción en México, que ha probado su eficiencia y aceptación en casi todo el mundo, ante diferentes condiciones estructurales, climáticas y sociales.

Por su acertada combinación de materiales, las construcciones que utilizan el **SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\*** resultan más económicas, de mayor calidad, ligeras, incombustibles, construídas con una mayor productividad, velocidad y eficiencia, siendo éste, además, un producto versátil y flexible comparado contra el sistema de construcción tradicional.

Por estas características, se ha convertido en el sistema constructivo más utilizado durante los últimos cien años en los Estados Unidos, Canadá y Europa. Desde hace treinta años se emplea en países de América Latina como Argentina, Brasil, Chile y Colombia, aumentando año con año su producción.

Ahora **PANEL REY** lo ofrece al mercado mexicano de la construcción, incorporando materiales y técnicas modernas, manteniendo la ingeniería del sistema constructivo de acuerdo con los más exigentes estándares de calidad mundiales.

### ¿EN QUE CONSISTE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\*?

La base del sistema es una estructura de perfiles de acero galvanizado G-60 rolados en frío, revestidos en los interiores con panel de Yeso **PANEL REY\***. Con estos elementos se construyen componentes con los que se forman muros de carga, exteriores e interiores, entrepisos, techumbres, muros tapón o de fachada, muros divisorios, alfaridas, y prácticamente cualquier forma arquitectónica.

En el exterior puede utilizarse la más amplia gama de materiales de construcción tradicionales como mezclas, ladrillos, tabiques y elementos prefabricados de acuerdo con el gusto del cliente o diseñador.

**EL SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\*** comprende perfiles metálicos tipo canal, rolados en frío con varios peraltes y calibres, panel de Yeso **PANEL REY\*** en sus diferentes espesores, compuesto **PANEL REY\*** y cinta para junteo

para paneles de Yeso, una línea completa de tornillería auto-insertante y auto-roscante para fijar los componentes metálicos entre sí y los recubrimientos **PANEL REY\*** a los perfiles, y una línea de accesorios metálicos que permiten una mayor facilidad de construcción con el **SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\***.

Todos los componentes metálicos son de acero galvanizado lo que garantiza la durabilidad de la construcción.

### ¿QUÉ VENTAJAS OFRECE CONSTRUIR CON ESTE SISTEMA?

**PANEL REY\*** es el sistema ideal para cualquier tipo de construcción de hasta cuatro niveles, ofreciendo las siguientes características y ventajas:

#### ECONOMÍA SIGNIFICA

**EL SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\*** se basa en el concepto de REPARTICIÓN DE CARGAS, logrando con ello un sistema muy racional en el manejo de los esfuerzos a los que se somete la estructura, al emplear componentes de alta resistencia con dimensiones y peso bajos. Logrando con ello menor peso de la estructura, presentando mejor desempeño a su estabilidad ante acciones sísmicas y costos mas bajos de cimentación.

	SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY	SISTEMA TRADICIONAL
PESO	70Kg./m2	220 A 385 Kg./m2
ESPESOR DE PAREDES SENCILLAS	DE 8.9 A 18.4 CM.	DE 7.0 A 20.3 CM.
AISLAMIENTO ACÚSTICO	DE 45 A 60 STC	DE 48 STC
INCOMBUSTIBLE	SI	SI
INSTALACIÓN EN CUALQUIER CONDICIÓN CLIMATOLÓGICA	SI	NO
POSIBLE PREFABRICACIÓN	SI	NO
SIMPLICIDAD DE ALOJAR INSTALACIONES	SI	NO
AISLAMIENTO TÉRMICO	SI	NO
TIEMPO DE EJECUCIÓN (BASE 1 CASA 100 mts.2)	6 SEMANAS	18 A 20 SEMANAS

\*STC=Sound transmission class

## SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\* COMPARADO CON EL SISTEMA TRADICIONAL

**EL SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\*** resulta muy ligero y por lo tanto, económico. Aventaja a cualquier sistema constructivo disponible en el mercado actual, y su conveniencia se refleja tanto en la reducción de costos directos como en los indirectos, tales como fletes, equipo, y otros.

### VELOCIDAD DE EJECUCIÓN

Por sus características, los componentes **PANEL REY\*** permiten conseguir una mayor productividad en un menor tiempo de ejecución de obra.

Los tiempos muertos que se generan en los procesos de cimbrado y secado se eliminan por completo gracias a los materiales **PANEL REY\***, industrializados y orientados a obtener una construcción prácticamente “en seco”, esto es, con un mínimo de mezclas.

También se ahorra tiempo y material por ajustes en obra, pues los componentes **PANEL REY\***, pueden surtirse en medidas exactas.

Por otra parte, los errores de selección de materiales se eliminan, ya que están clasificados por un sistema de colores, lo que hace que estos materiales sean fácilmente identificables.

Las instalaciones eléctricas, de drenaje y especiales que corren dentro de muros, entrepisos y techumbres se realizan rápidamente gracias a las perforaciones de fábrica en los componentes que actúan como estructura. Esto facilita la supervisión y mantenimiento posterior, al estar totalmente a la vista durante su ejecución.

Con este método se eliminan los trabajos de ranuración y resanes, necesarios en los sistemas constructivos tradicionales, ahorrando tiempo y esfuerzo.

### DURABILIDAD Y MÁXIMA CALIDAD

Los edificios construidos con el **SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\***, tienen una vida útil igual o superior a las edificaciones tradicionales en México.

Sus materiales imperecederos, inorgánicos y NO degradables, son famosos mundialmente por su alta calidad y durabilidad.

Los componentes estructurales **PANEL REY\*** son de acero con un recubrimiento galvánico de alta resistencia, pureza y duración. Por ello, han superado satisfactoriamente las Normas Internacionales de Manufactura.

Los revestimientos interiores de la estructura son paneles de Yeso, **PANEL REY\***. El panel de yeso es el material más utilizado en países de todo el mundo por más de cincuenta años. La materia prima que se utiliza, el YESO MÁXIMO\*, es sin duda uno de los más puros del orbe, con tradición de calidad que le otorga la compañía YESERA MONTERREY, S.A., por parte de nuestro mismo grupo PROMAX.

Para los recubrimientos exteriores, las alternativas son amplias, pues prácticamente puede utilizarse cualquiera de los materiales tradicionales. Por ejemplo:

- Zarpeos o repellados de mezcla
- Tabiques ligeros de concreto
- Ladrillo (de barro, prensado o hecho a mano)
- Tableros prefabricados de cemento y otros.

### MAYOR EFICIENCIA

Una instalación sencilla y fácil de supervisar reduce al máximo los vicios ocultos y errores durante la ejecución de la obra.

### LIGEREZA

El peso total del **SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\***



Ensamble de componentes **PANEL REY\***.

Esto significa un ahorro de hasta el 80 por ciento en partidas de cimentación, refuerzos y fletes para la transportación de materiales.

Esta ligereza ofrece además las siguientes ventajas:

- Facilidad de manejo en obra y eliminación de maquinaria sofisticada y costosa, ya que un sólo operario puede manejar los componentes del sistema.
- Velocidad de instalación.
- Reducción de cargas muertas, y por lo tanto, de los requerimientos de cimentación de la construcción.
- Posibilidad de prefabricar los elementos en el taller, al pie de la obra o en el nivel que se requiera, sin poner en peligro la edificación.

## ECONOMÍA SIGNIFICA

Los ensables NO combustibles del **SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\***, brindan protección y son una barrera efectiva contra el fuego.

Tanto organismos extranjeros (ASTM y UL) como mexicanos (AMIS) han aceptado a **PANEL REY\*** como un material de protección contra incendio, debido a que el yeso es totalmente incombustible y su deshidratación es lenta.

## FLEXIBILIDAD

EL **SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\*** es un sistema ligero de tipo abierto, que puede ser utilizado en combinación con cualquier otro sistema de construcción prefabricado, industrializado o tradicional.

## VERSATILIDAD

EL **SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\*** se adapta a cualquier proyecto arquitectónico, adecuándose a las necesidades y preferencias de cada persona.

# 1. PROPÓSITO DE ESTE MANUAL

En forma sencilla y directa, se pretende auxiliar al profesional del Cálculo y Diseño de Estructuras para que seleccione los componentes **PANEL REY\*** más adecuados, eficientes y económicos.

El Manual de Diseño Estructural concentra toda la información necesaria para que el Estructurista realice su diseño y resuelva cualquier solicitud de carga.

Las especificaciones de este Manual, se basan en publicaciones editadas al respecto por las siguientes instituciones:



Construcción de casa habitación

AMERICAN IRON STEEL INSTITUTE (AISI). Instituto estadounidense que dicta las normas de diseño para trabajo, requerimientos dimensionales y geometría. Además indica el método adecuado para determinar los diseños estructurales de cualquier edificio.

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (AISC). Instituto estadounidense que dicta, en combinación con la AISI, información relativa a métodos de cálculo, construcción, factores de carga, seguridad en diseño estructural, detalles constructivos y forma de representarlos, y en general, la ingeniería más adecuada para la construcción con acero.

Las publicaciones sobre las que se basa este manual son las siguientes;

- A) Cold-Formed Steel Design AISI Manual D100 Vol.1 Edition 2017
- B) Cold-Formed Steel Design AISI Manual D100 Vol.2 Edition 2017
- C) North American Standard for Cold-Formed Steel Structural Framing AISI S240 Edition 2015
- D) North American Standard for Cold-Formed Steel Structural Framing AISI S100 Edition 2016
- E) North American Standard for Seismic Design of Cold-Formed Steel Structural Systems AISI S400 w/S1-16 Edition 2015
- F) Cold-Formed Steel Framing Design Guide D110 Edition 2016
- G) Manual of Steel Construction 15th Edition (AISC)
- H) American Society of Civil Engineers ASCE/SEI 7 Edition 2016
- I) Detailing for Steel Construction AISC Edition 2005
- J) The Load and Resistance Factor Design Manual of Steel Construction AISC Edition 2005
- K) Manual de Diseño de Obras Civiles Capítulo C.1.3: Diseño por Sismo 2015
- L) Manual de Diseño de Obras Civiles Capítulo C.1.4: Diseño por viento 2020

El manual de diseño estructural **PANEL REY\*** cumple con los reglamentos de construcción publicados en la República Mexicana, y con los requerimientos internacionales para la construcción.

## 2. DESCRIPCIÓN

### GENERAL DE MANUAL DE DISEÑO ESTRUCTURAL PANEL REY

Este manual ha sido organizado en cinco secciones:

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

---

Aquí se describe el **SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\***, su concepto, los componentes que lo integran y la función que cumplen dentro de la estructura.

#### II. ESPECIFICACIONES ESTÁNDARES

---

Esta sección incluye las especificaciones de material definiciones y procedimientos generales empleados para generar las tablas de cálculo, base del **SISTEMA PANEL REY\***

#### III. TABLAS DE CAPACIDAD Y SELECCIÓN DE COMPONENTES PANEL REY\*

---

En este capítulo se resumen las capacidades de todos los componentes **PANEL REY\*** utilizados en diferentes formas y solicitaciones de carga. Aquí puede hacerse una selección rápida y certera de cualquier elemento una vez que el Calculista ha resuelto las solicitaciones de carga a las que se verá sometida la estructura. Con una simple “bajada de cargas” y el uso adecuado de estas tablas, un profesional de la construcción podrá especificar correctamente los componentes estructurales.

#### IV. DETALLES GENERALES DE ESTRUCTURA Y RECUBRIMIENTOS

---

Por último, se ofrece una sinópsis de los detalles más comunes de uniones, colocación y alternativas de forros exteriores, así como los detalles tradicionales de forros interiores que se hacen invariablemente con **PANEL REY\***.

## AUXILIAR DE USO DE LAS TABLAS DE CÁLCULO PANEL REY\* (Tutor)

- A. Cálculo de cargas accidentales provocadas por viento y sismo.  
(De acuerdo a los manuales que la Comisión Federal de Electricidad edita al respecto).
- B. Información Complementaria.
- C. Procedimiento de Cálculo por Viento.
- D. Procedimiento de Cálculo por Sismo.

## INTRODUCCIÓN

### COMPONENTES Y HERRAMIENTAS 1.1 CONCEPTO

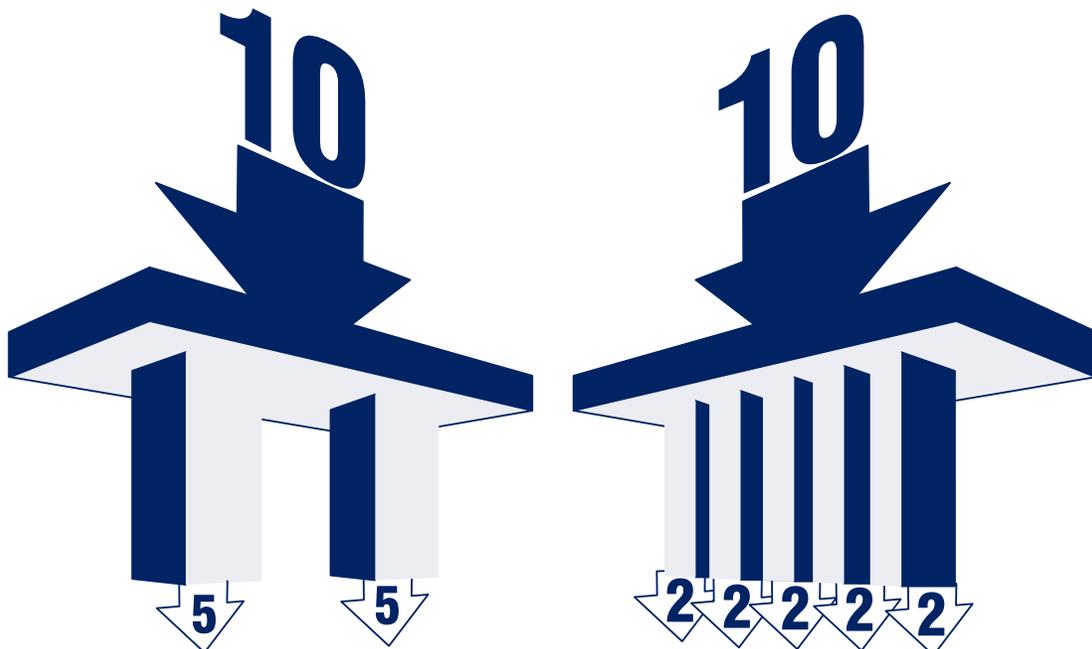
El concepto **PANEL REY\*** incorpora el nuevo uso de los componentes que soportan las cargas y esfuerzos de cualquier construcción. Este nuevo enfoque se puede explicar mediante el proceso de repartición de cargas que consiste en lo siguiente:



### REPARTICIÓN DE CARGAS

A una carga determinada, en lugar de soportarla dos piezas que necesariamente serían muy grandes y voluminosas, con el **SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\*** la soportan un número mayor de componentes mucho más fáciles de manejar y colocar.

En otras palabras, en lugar de emplear un componente



en forma masiva y voluminosa para soportar todos los esfuerzos de una construcción, **PANEL REY\*** distribuye cada esfuerzo de manera sencilla y lógica entre sus componentes, denominados **postes**.

La repartición de cargas, físicamente establece que los componentes soportantes de la construcción se encuentran próximos entre sí. A la distancia entre sus componentes la llamamos: espaciamiento 30.5, 40.6 y 61.0 cm. entre ellos y se selecciona según sea la sollicitación de carga, así como el tipo y espesor de panel de yeso propuesto.



## 1.2 COMPONENTES BÁSICOS DEL SISTEMA PANEL REY\*

Cada elemento **PANEL REY\*** es importante, ya que cumple con una tarea en forma eficiente y específica. Estos componentes están constituidos por Canales, Postes-vigas, Sujeciones Laterales, Ángulos de Unión y tornillería.

### 1.2.1 NOMENCLATURA

Cada uno de los componente presenta anchos espesores y calibres diferentes. Para facilitar su identificación, se utiliza una codificación que describe, leyendo de izquierda a derecha, el ancho, el tipo o estilo, y el calibre del elemento.

**1524PV18**

**1524**

**PV**

**18**

1524 Significa que el componente tiene un ancho de 15.24 cm

18 Indica el calibre del elemento.

PV Son las iniciales que describen el tipo de componente, que en este caso se trata de Poste-Viga.

En resumen, este código se refiere a un Poste Viga quince veinticuatro, calibre 18, o simplemente, un quince veinticuatro Pe-Ve dieciocho.

La codificación de cada uno de los componentes del SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\* es la siguiente: Las claves en letra tienen los siguientes significados:

<b>CC</b>	Canal en C. 30.5, 40.6 y 61.0 cm	<b>AL</b>	Ángulo en "L".
<b>PF</b>	Poste Fachada.	<b>TXP</b>	Tornillo extraplano.
<b>PV</b>	Poste-Viga.	<b>THX</b>	Tornillo hexagonal.
<b>SL</b>	Sujeción lateral.	<b>TFR</b>	Tornillo para forros.
		<b>TPB</b>	Tornillo Perma Base.

En el momento de utilizarlos en la obra, los perfiles son fácilmente reconocibles por su tamaño y estilo.

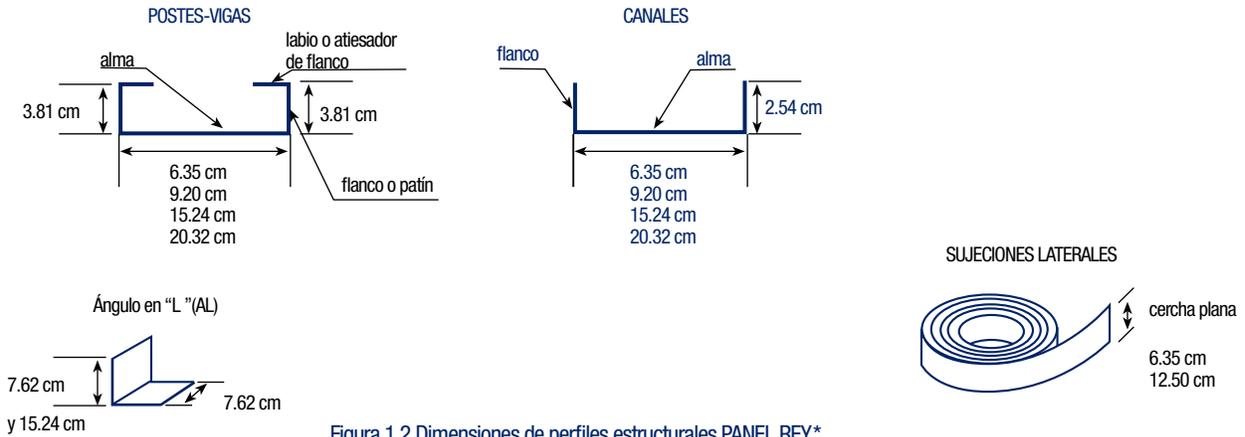


Figura 1.2 Dimensiones de perfiles estructurales PANEL REY.\*

A. CANALES	ANCHO	TIPO	CALIBRE
	410	CC	22
	635	CC	22
	920	CC	22
	1524	CC	20
	2032	CC	20

C. SUJECIONES LATERALES	ANCHO	TIPO	CALIBRE
	635	SL	22
	1250	SL	22

B. POSTE VIGA	ANCHO	TIPO	CALIBRE
	410	PV	22 y 20
	635	PV	22 y 20
	920	PV	22 y 20
	920	PV	18
	920	PV	16
	920	PV	14
	1524	PV	20
	1524	PV	18
	1524	PV	14
	2032	PV	14

D. ANGULOS DE UNION	ANCHO	TIPO	CALIBRE
	762	AL	18
	1524	AL	18

E. TORNILLERIA	LONGITUD
TXP-12	1/2": 12.7 mm
THX-34	3/4": 19.5 mm
TPB-114	1 1/4": 31.8 mm
TFR-300	3": 76.2 mm
TFR-118	1 1/8": 28.6 mm
TFR-158	1 5/8": 41.3 mm
TFR-178	1 7/8": 47.6 mm

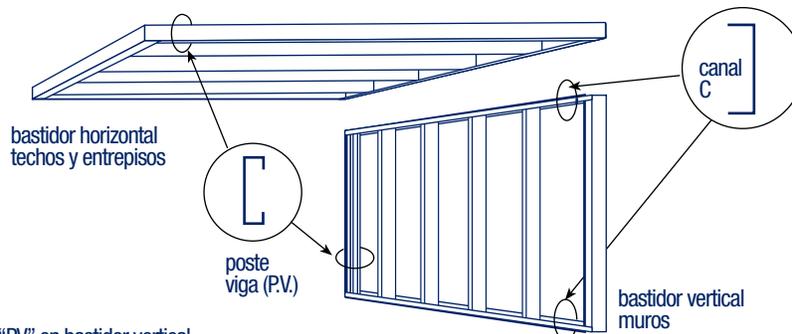


Figura 1.3 Canales "CC" y postes viga "PV" en bastidor vertical para muros, y bastidor horizontal para entrepiso y cubierta.

## 1.2.2. FUNCIÓN E IMPORTANCIA DE CADA ELEMENTO

---

El principio de repartición de cargas presupone que cada uno de los componentes tiene una función específica que cumplir, como se verá a continuación.

**1. CANALES.-** Componentes perimetrales que unen a los postes-vigas en sus extremos para formar bastidores para muros, entrepisos y techumbres. La sección de estos componentes consiste en una C con flancos abiertos. Anclados a los postes que proporcionan al conjunto una sujeción lateral continua de forma que el bastidor puede trabajar en conjunto. (Fig. 1.3)

**2. POSTE-VIGAS.-** Son de gran importancia, pues reciben directamente la carga de techumbre o entrepiso, transmitiéndola al terreno cuando se utiliza en muros.

También este es un elemento en forma de C, pero se distinguen de los canales porque presentan un pequeño labio, o “atiesador de flanco” en el extremo de cada patín o flanco (Fig. 1.4a) Tal y como su nombre lo indica, este mismo perfil puede utilizarse como viga, soportando cargas a lo largo de un claro, como en el caso de entrepisos y techumbres.

Debido a que en este caso el trabajo del elemento es fundamentalmente a flexión, el alma del Poste-viga utilizado como viga, es más grande en comparación al tamaño del alma de los componentes que son usados como postes (Fig. 1.4b)

**3. SUJECIONES LATERALES.-** Láminas o cerchas totalmente planas que responden de manera excelente a un trabajo de tensión o estiramiento.

Evitan la deformación de los bastidores de carga verticales (muros) y de carga horizontales (entrepisos y techumbres) bajo la acción de las cargas, ayudándolos a realizar un trabajo más unido.

Las sujeciones laterales tienen dos tipos de trabajo: como Sujeciones Laterales Contínuas (SL) y como Sujeciones Laterales Diagonales o Contravientos.

Las sujeciones Laterales Contínuas, en bastidores verticales u horizontales impiden que los componentes poste-viga giren sobre su propio eje, auxiliando a las canales estructurales perimetrales (Fig 1.5b).

En los bastidores verticales (muros), realizan un trabajo de división a la altura total del elemento poste-viga, disminuyendo la deflexión provocada por la carga y por lo tanto, aumentando su capacidad (Fig. 1.5 a y c).

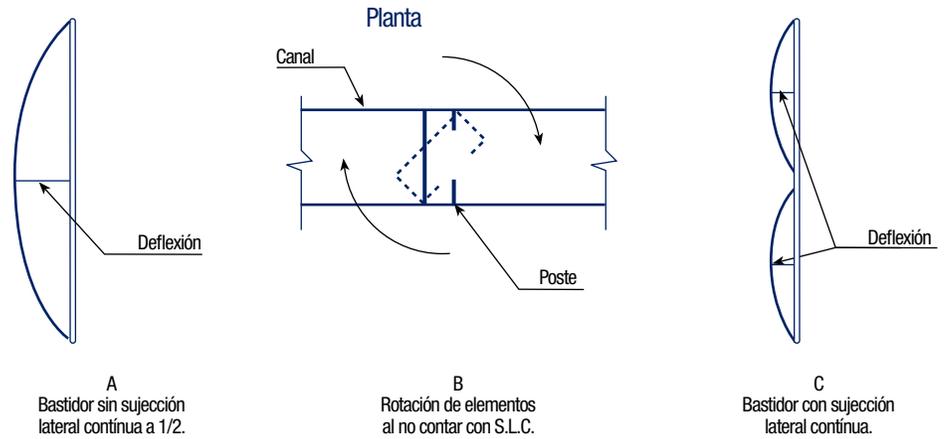
Cuando trabajen en bastidores horizontales para piso o techumbres, reciben el nombre de ARRIOSTRAMIENTOS. (Fig. 1.6).

Cuando trabajan como Sujeciones Laterales Diagonales, impiden que el bastidor se deforme o descuadre al recibir el impacto de la carga lateral provocada por el viento y en algunos casos, por sismo.

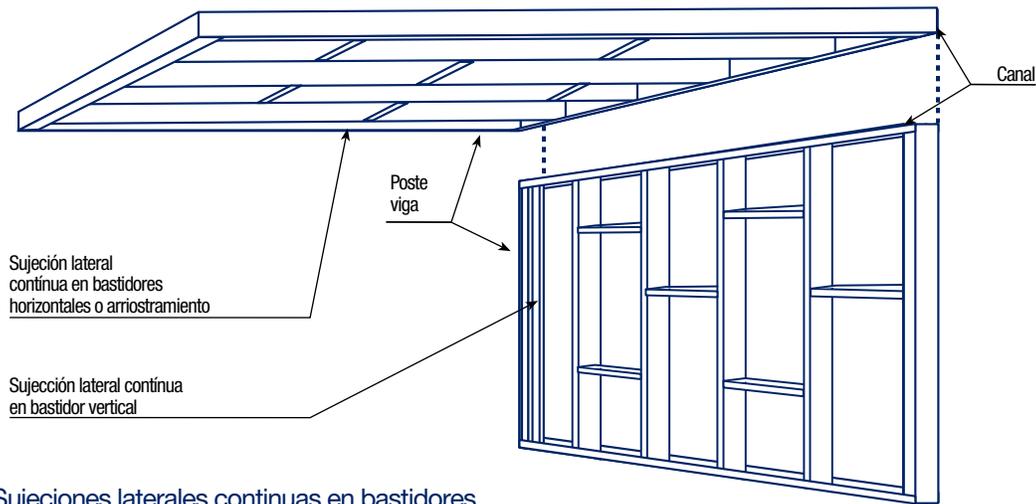
Esto se logra al colocar la sujeción conectando los canales inferior y superior por el elemento diagonal. (Fig. 1.7)

**4. ÁNGULOS DE REFUERZO.-** Sirve primordialmente para anclar o unir a dos componentes perpendiculares entre sí, y consiste en una lámina doblada en L, haciendo una perfecta escuadra entre sus dos flancos. (fig. 1.8).

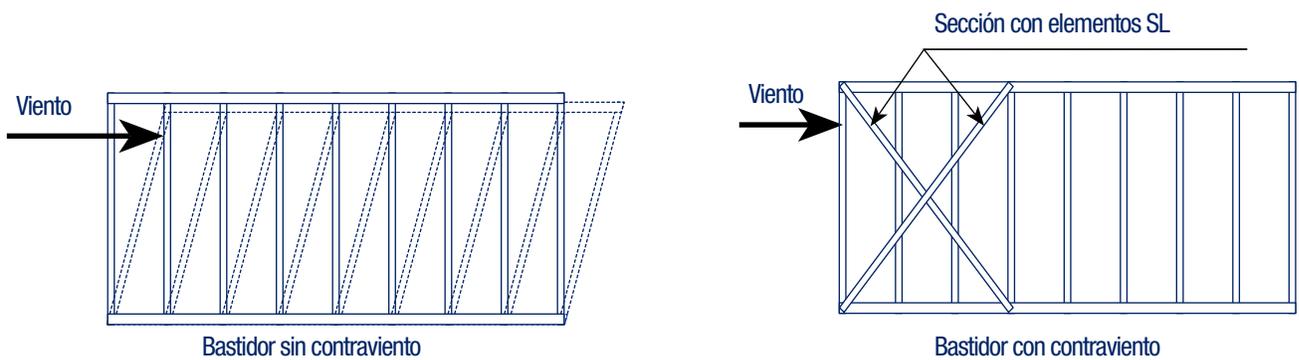
**5. TORNILLERÍA.-** La línea de tornillos es el elemento de fijación del sistema. Con los tornillos se unen los componentes entre sí y se anclan los recubrimientos necesarios para vestir la obra.



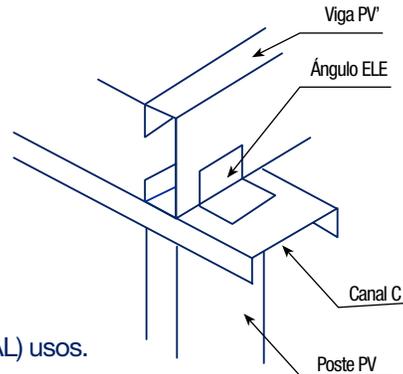
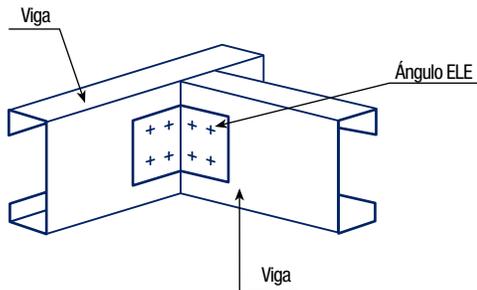
**Figura 1.5** Sujeción lateral continua a los tercios.



**Figura 1.6** Sujeciones laterales continuas en bastidores.



**Figura 1.7** Sujeción diagonal (contraviento).



**Figura 1.8** Ángulo “ELE” (AL) usos.

Cada tornillo tiene una función específica y un lugar de empleo. Por ejemplo:



**TXP-12** Tornillo Extraplano No.10 de 1/2 de pulgada, sirve para unir metal con metal donde hay concentraciones de más de tres tornillos y donde la estructura llevará un forro rígido como Triplay o panel yeso.



**THX-34** Tornillo Hexagonal No.10 de 3/4 de pulgada, se emplea para unir metal con metal en donde la estructura no llevará forros de ningún tipo, o recibirá una mezcla de cemento o concreto.



**TFR-118** Tornillo para forros No.6 de 1 1/8 de pulgada de longitud, sirve para fijar tableros de PANEL REY\* o prefabricados no mayores de 3/4 de pulgada de espesor.



**TFR-158** Tornillo para forros No.6 de 1 5/8 de pulgada de longitud. Se emplea para fijar forros de espesor de más de 3/4” o capas dobles de PANEL REY\* a estructuras metálicas.



**TPB-114** Tornillo para forro de 1 1/4 de pulgada de longitud, sirve para fijar paneles de cemento Pema Base. Tornillo tratado con recubrimiento cerámico.



*Tornillos estructurales de cabeza hexagonal THX-34 uniendo postes-vigas PANEL REY\* de entripiso.*



*Tornillos estructurales de cabeza extraplana TXP-12 uniendo a postes-vigas de bastidor de carga PANEL REY\*.*

### 1.3 HERRAMIENTAS BÁSICAS

---

El Sistema Estructural **PANEL REY\*** requiere como mínimo de las siguientes herramientas para su instalación:

1. Atornillador eléctrico con puntas tipo Phillips y hexagonal.
2. Tijeras para lámina.
3. Taladro o Rotomartillo.
4. Plomadas o Plomos.
5. Cinta coloreada para trazo o reventón.
6. Flexómetro de 5.00 m.
7. Manguera transparente para nivel.

---

Para contar con una herramienta completa recomendamos además:

8. Pinzas industriales de presión.
9. Cortadora de disco.
10. Pistola de alto poder para aplicación de fijadores de anclaje.
11. Nivel de 1.00 a 1.50 m. de longitud.
12. Martillo con cabeza de hule.

---

Para instalación del panel de yeso **PANEL REY\*** recomendamos:

13. Cuchilla tipo Stanley.
14. Zapatín para panel de yeso.
15. Regla "T" metálica.
16. Espátulas para junteo de 4, 6, 8 y 12 pulgadas de ancho.
17. Charola o caja para junteo.
18. Pistola para calafatear con cartucho.
19. Lijadoras.
20. Escofinas.
21. Serrotillo.
22. Pinzas para electricista.
23. Bolsas portaherramienta y portatornillo.
24. Cortadora de círculos.

# INTRODUCCIÓN

## ALCANCE Y LÍMITES DE APLICACIÓN

Estas especificaciones se aplican al diseño y cálculo de los componentes de construcción del **SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\***, de acero ligero rolado en frío.

Los miembros estructurales de acero formado en frío, son aquellas secciones que se forman a través de un proceso de rolado efectuado a temperatura ambiente, sin adición de calor que se requiere en las secciones formadas en caliente.

Todo cálculo o diseño estructural deberá ser realizado, supervisado y avalado por el perito correspondiente, de acuerdo con los reglamentos de construcción mexicanos vigentes en cada Estado y/o en la Ciudad de México.

## TÉRMINOS USADOS Y DEFINICIONES MATERIAL

**Espesor.** El espesor de cualquier elemento o sección es el espesor del metal base, sin contar ni medir sus recubrimientos por galvanizado.

Las especificaciones que se aplican a los perfiles estructurales que integran el SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY\*, están sujetas a los siguientes requerimientos y normas:

**MATERIA PRIMA:** lámina galvanizada de primera calidad en rollos, corte con slitter. Y norma ASTM (American Society for Testing and Materials). A446/A 446M-85, Grado C.

**PUNTO DE CEDENCIA MÍNIMO:**  $F_y=2320 \text{ kg/cm}^2$ . (33KSI).  
**PUNTO DE CEDENCIA MÍNIMO AL ESFUERZO TENSIL:**  $F_{yt}=3866 \text{ kg/cm}^2$ .

**DUCTIBILIDAD:** elongación en 50 mm.: 12% Rango 1.375.

**GALVANIZADO DEL ACERO BASE:** galvanizado por inmersión en caliente y continua de acuerdo a la norma ASTM A525/A525M.

**GRADO:** G-60

De acuerdo a pruebas realizadas según el método ASTM B117-73, y dado que la estructura PANEL REY\*, nunca estará expuesta sin recubrimientos, el galvanizado con grado G-60, garantiza prácticamente la perpetuidad de la construcción.

## ESPESOR MÍNIMO ACEPTADO

**PANEL REY\***, garantiza que el espesor mínimo ( $t$ ) del material base sin recubrimiento galvanizado, no tendrá una dimensión menor al 95% del espesor o calibre utilizado como dato para cálculo en este Manual de Diseño Estructural.

## CARGAS

Las definiciones y valores unitarios de las cargas muertas y vivas empleadas en el diseño estructural del Sistema **PANEL REY\***, deberán ajustarse a los reglamentos de construcción vigentes en cada ciudad de la República Mexicana o de la nación donde se utilice.

## CARGAS ACCIDENTALES PROVOCADAS POR VIENTO O SISMO

Los métodos de cálculo de cargas accidentales por viento, o eventualmente, por sismo, deberán sujetarse a la reglamentación correspondiente.

Para el cálculo de cargas accidentales provocadas por viento, se recomiendan los Manuales que publica la Comisión Federal de Electricidad, (ver Anexos) y las Normas Técnicas Complementarias en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

En caso de que la combinación de cargas especificadas en los reglamentos incluya viento o sismo como elemento de carga accidental, las fuerzas resultantes han sido multiplicadas por 0.75, de tal forma que la capacidad de carga de los componentes que toman esos esfuerzos ha sido incrementada.

## PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Todos los cálculos de cargas, esfuerzos, desplazamientos, deflexiones, torsiones, etc., han sido especificados de acuerdo a métodos convencionales de diseño estructural. Se exceptúan aquellos que según las comprobaciones del Manual AISI, han sido empleados en algún caso en particular.

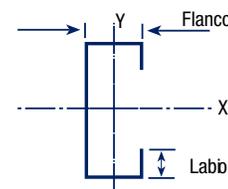
Tanto el diseño geométrico como el cálculo de capacidad de cada elemento PANEL REY\* han sido realizados de acuerdo a las normas AISI y AISC, para cumplir con las normas y reglamentos de construcción de los Estados Unidos Mexicanos.

## TABLAS

TABLAS DE PROPIEDADES Y CAPACIDAD para selección de componentes.

Propiedades físicas y de selección de perfiles de acero **PANELREY\***

Lámina Galvanizada G-60  
rolado en frío,  $F_y = 2,320 \text{ kg./cm}^2$



### COMPONENTES POSTE-VIGA

ELEMENTO	PESO KG/M Tol. 5%	CAL.	ÁREA CM2	ESPESOR DE DISEÑO	ANCHO LABIO (cm)	ANCHO FLANCO (cm)	EJE MAYOR			EJE MENOR			(FACTOR COLUMNA) (3)
							lx cm 4	Sx cm 3	Rx cm	ly cm 4	Sy cm 3	Ry cm	
635 PV 22	1	22	1.1	0.0759	1.27	3.81	7.4	2.3	2.6	1.9	0.7	1.31	0.671
635 PV 20	1.09	20	1.32	0.0912	1.27	3.81	8.8	2.7	2.59	2.2	0.9	1.3	0.724
920 PV 22	1.136	22	1.38	0.0759	1.27	3.81	18.2	3.9	3.63	2.6	1	1.37	0.593
920 PV 20	1.345	20	1.66	0.0912	1.27	3.81	21.7	4.7	3.62	3.1	1.2	1.36	0.64
920 PV 18	1.804	18	2.19	0.1214	1.27	3.81	28.4	6.1	3.61	4	1.5	1.35	0.696
1524 PV 20	1.828	20	2.21	0.0912	1.27	3.81	71.7	9.3	5.7	3.6	1.2	1.28	0.49
1524 PV 18	2.398	18	2.92	0.1214	1.27	3.81	94.2	12.3	5.68	4.7	1.6	1.26	0.54
1524 PV 14	3.586	14	4.5	0.1897	1.27	3.81	143	18.6	5.64	6.9	2.4	1.23	0.642
2032 PV 14	4.348	14	5.46	0.1897	1.27	3.81	290.1	28.4	7.29	7.4	2.4	1.16	0.542

### COMPONENTES CANAL C

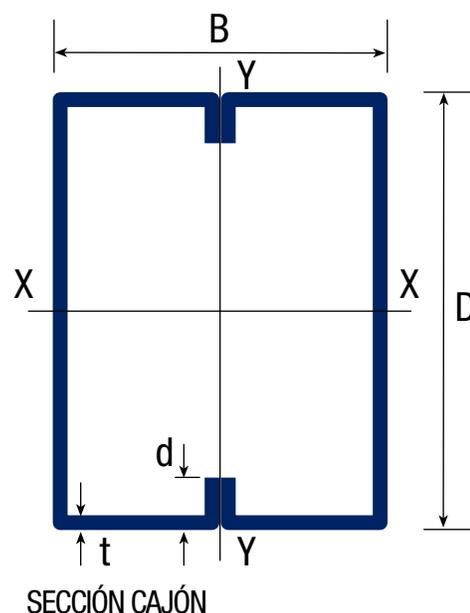
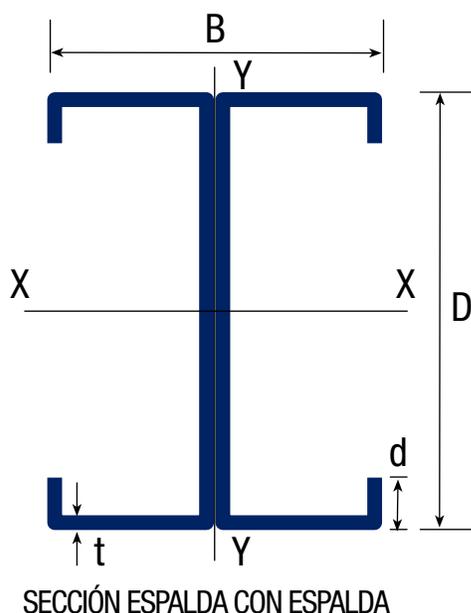
ELEMENTO	PESO KG/M Tol. 5%	ÁREA CM2	ESPESOR DE DISEÑO	CAL.	EJE MAYOR			EJE MENOR			(FACTOR COLUMNA) (3)
					lx cm 4	Sx cm 3	Rx cm	ly cm 4	Sy cm 3	Ry cm	
635 CC 20	0.834	1.04	0.0912	20	6.19	1.95	2.44	0.62	0.32	0.77	0.241
635 CC 22	0.694	0.87	0.0759	22	5.19	1.64	2.45	0.52	0.27	0.78	0.204
920 CC 20	1.042	1.3	0.0912	20	14.88	3.23	3.38	0.69	0.34	0.73	0.193
920 CC 22	0.867	1.08	0.0759	22	12.46	2.71	3.39	0.58	0.28	0.73	0.163
1524 CC 20	1.483	1.85	0.0912	20	51.48	6.76	5.27	0.76	0.35	0.64	0.135
1524 CC 22	1.234	1.54	0.0759	22	43.01	5.64	5.28	0.64	0.29	0.64	0.114
2032 CC 20	1.853	2.32	0.0912	20	107.27	10.56	6.8	0.8	0.36	0.59	0.108
2032 CC 22	1.542	1.93	0.0759	22	89.56	8.82	6.82	0.67	0.3	0.59	0.091

#### NOTAS:

1. Los valores de estas tablas son válidos para un punto de cedencia  $F_y$  del acero igual a  $2,320 \text{ kg./cm}^2$ .
2. Espesor de la lámina de acero sin considerar el recubrimiento galvánico.
3. De acuerdo a la A.I.S.I. Specification for the design of cold formed steel structural members, ed. 1980, Sección 3.6.1.2.
4. Propiedades de sección calculadas de acuerdo a métodos convencionales y de acuerdo al Manual AISI Cold-Formed Steel Design Vol.1 D100 Edition 2017 Section 3 Calculation of section properties.
5. Todos los patines de los componentes canal c tienen un peralte de 2.54 cm.

## PROPIEDADES FÍSICAS Y DE SECCIÓN DE PERFILES EN CAJÓN Y EN ESPALDA CON ESPALDA

ELEMENTO	PESO KG/M	CAL.	ÁREA CM <sup>2</sup>	ESPESOR DE DISEÑO	DIMENSIONES (MM)			PROPIEDADES DE LA SECCIÓN									(FACTOR COLUMNNA) (3)
					D PERALTE	BANCHO	d LABIO	EJE X-X			EJE Y-Y						
					lx cm 4	Sx cm 3	Rx cm	ly cm 4	Sy cm 3	Ry cm	ly cm 4	Sy cm 3	Ry cm				
635 PV 22	2	22	2.2	0.0759	6.35	7.62	1.27	14.8	4.6	2.6	10.8	2.82	2.21	19	3.34	2.94	0.671
635 PV 20	2.18	20	2.64	0.0912	6.35	7.62	1.27	17.6	5.4	2.59	12.8	3.37	2.2	22.7	4.31	2.93	0.724
920 PV 22	2.272	22	2.76	0.0759	9.2	7.62	1.27	36.4	7.8	3.63	10.8	2.82	1.97	25.1	3.91	3.02	0.593
920 PV 20	2.69	20	3.32	0.0912	9.2	7.62	1.27	43.4	9.4	3.62	12.8	3.37	1.97	30	5.05	3.01	0.64
920 PV 18	3.608	18	4.38	0.1214	9.2	7.62	1.27	56.8	12.2	3.61	16.8	4.41	1.96	39.5	7.22	3	0.696
1524 PV 20	3.656	20	4.42	0.0912	15.24	7.62	1.27	143.4	18.6	5.7	12.8	3.37	1.7	45.6	5.87	3.21	0.49
1524 PV 18	4.796	18	5.84	0.1214	15.24	7.62	1.27	188.4	24.6	5.68	16.8	4.41	1.7	60.1	8.52	3.21	0.54
1524 PV 14	7.172	14	9	0.1897	15.24	7.62	1.27	286	37.2	5.64	25.4	6.66	1.68	91.8	15.47	3.19	0.642
2032 PV 14	8.696	14	10.92	0.1897	20.32	7.62	1.27	580.2	56.8	7.29	25.4	6.67	1.53	118.4	16.85	3.29	0.542

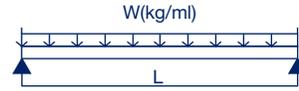


### NOTAS:

1. Ver notas de la tabla anterior.
2. Sección espalda con espalda.- Deberá unirse mediante tornillos TXP-12 ó THX-34 a cada 15 cm en zig-zag.
3. Sección cajón deberá formarse con angulos (2) 1524AL18 a cada 30 cm.

## COMPONENTES PV ACTUANDO COMO VIGAS

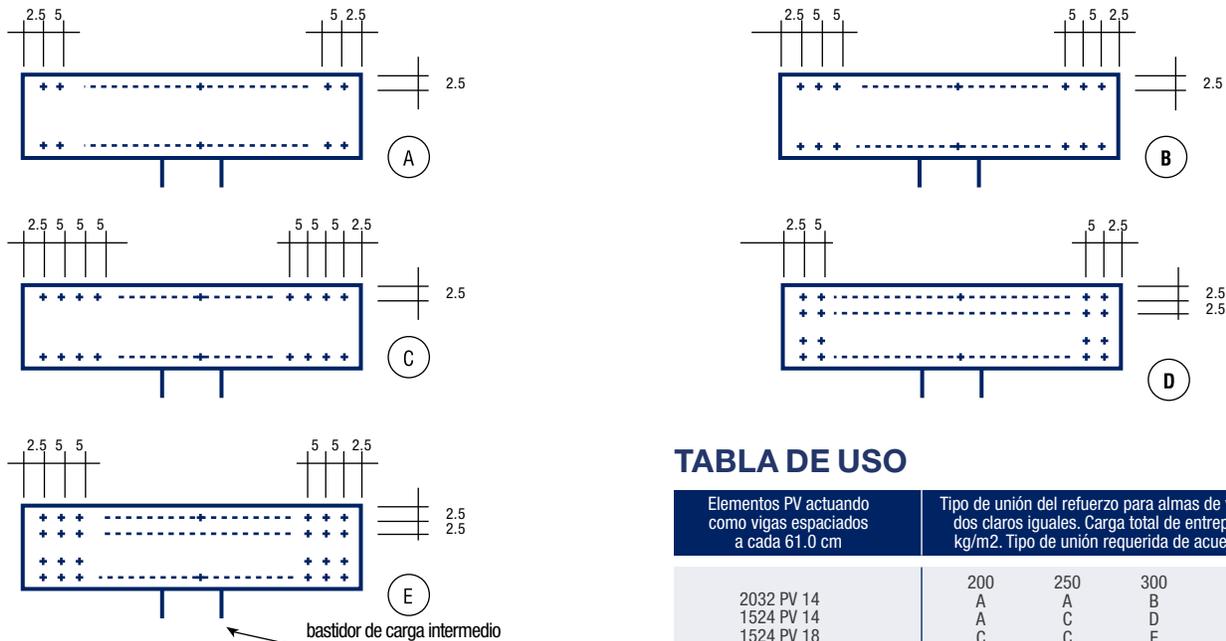
Cargas uniformemente repartidas permisibles en vigas de claros simples. TABLA V-01



L= (m)	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20	4.50	4.80	5.10	5.40	5.70	6.00	6.30	6.60	6.90	7.20
Perfil									W	Kg	ml							
920PV20	118	90	71	58	48	40	34	29	26	23	20	18	16	14	13	12	11	10
920PV18	153	117	92	75	62	52	44	38	33	29	26	23	21	19	17	15	14	13
1524PV20	233	178	141	114	94	79	68	58	51	45	39	35	32	29	26	24	22	20
1524PV18	308	236	186	151	125	105	89	77	67	59	52	47	42	38	34	31	29	26
1524PV14	466	357	282	228	189	158	135	116	101	89	79	70	63	57	52	47	43	40
2032PV14	711	544	430	348	288	242	206	178	155	136	121	108	97	87	79	72	66	60
8POLIN10	1838	1407	1112	900	744	625	533	459	400	352	312	278	249	225	204	186	170	156
8POLIN12	1460	1118	883	715	591	497	423	365	318	279	247	221	198	179	162	148	135	124
8POLIN14	1065	815	644	522	431	362	309	266	232	204	181	161	145	130	118	108	99	91
8POLIN16	860	659	521	422	348	293	249	215	187	165	146	130	117	105	96	87	80	73
10POLIN10	2504	1917	1515	1227	1014	852	726	626	545	479	425	379	340	307	278	253	232	213
10POLIN12	1984	1519	1200	972	803	675	575	496	432	380	336	300	269	243	220	201	184	169
10POLIN14	1443	1105	873	707	585	491	419	361	314	276	245	218	196	177	160	146	134	123
10POLIN16	1166	892	705	571	472	397	338	291	254	223	198	176	158	143	130	118	108	99
6PAR14	904	692	547	443	366	308	262	226	197	173	153	137	123	111	100	92	84	77
6PAR12	1199	918	726	588	486	408	348	300	261	230	203	181	163	147	133	121	111	102
6PAR10	1499	1147	907	734	607	510	435	375	326	287	254	227	203	184	167	152	139	127
8PAR14	1626	1245	983	797	658	553	471	406	354	311	276	246	221	199	181	165	151	138
8PAR12	2186	1674	1323	1071	885	744	634	547	476	419	371	331	297	268	243	221	203	186
8PAR10	2752	2107	1665	1348	1114	936	798	688	599	527	467	416	373	337	306	279	255	234
10PAR14	2278	1744	1378	1116	922	775	660	569	496	436	386	344	309	279	253	231	211	194
10PAR12	3137	2402	1898	1537	1270	1068	910	784	683	600	532	474	426	384	349	318	291	267
10PAR10	3961	3033	2396	1941	1604	1348	1148	990	863	758	672	599	538	485	440	401	367	337

### NOTAS:

1. Tabla calculada de acuerdo a esfuerzo flexionante permisible o a una deflexión permisible  $L/240$ , la que sea más crítica en la combinación carga-longitud de claro bajo el Manual AISI Cold-Formed Steel Design Vol.2 D-100 Edition 2017 Part VII North American Specification VII-i - VII-B-6.
2. Todas las vigas deberán ser revisadas de acuerdo a su capacidad de resistencia de carga concentrada (aplastamiento del alma) en alguna parte del claro y en puntos de apoyo (reacciones) en las tablas VA-3 ó VA-4.
3. Los componentes PV actuando como vigas requieren que el alma no tenga ninguna perforación en por lo menos 30.0 cm adyacentes a sus extremos o apoyo(s). Si se requiriera hacer algún tipo de perforación dentro de ese rango, se deberán revisar las previsiones que aparecen en la tabla V-05 y los dibujos que complementan dicha tabla.



### TABLA DE USO

Elementos PV actuando como vigas espaciados a cada 61.0 cm	Tipo de unión del refuerzo para almas de vigas continuas de dos claros iguales. Carga total de entrepiso o techumbre kg/m <sup>2</sup> . Tipo de unión requerida de acuerdo al diagrama.				
2032 PV 14	200	250	300	400	600
1524 PV 14	A	A	B	C	E
1524 PV 18	A	C	D	D	-
1524 PV 20	C	C	E	-	E
1524 PV 20	D	D	-	-	-

Alternativas de uniones en vigas continuas y/o traslapes de vigas sobre apoyos intermedios.

## VIGAS SENCILLAS



Reacciones y Cargas concentradas máximas permisibles para almas de vigas en kilogramos. TABLA VA-3

VIGA TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE	CONDICIÓN 1				CONDICIÓN 2				CONDICIÓN 3				CONDICIÓN 4			
	LONGITUD DEL APOYO DE LA VIGA (cm)															
	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24
2032 PV 14	609	658	714	871	289	322	358	461	645	656	668	694	200	223	247	301
1524 PV 14	634	686	745	909	307	341	379	489	716	728	741	770	137	155	175	218
1524 PV 18	259	289	336	452	124	144	175	245	247	254	261	276	85	98	113	145
1524 PV 20	144	169	207	289	68	84	107	155	115	120	124	133	44.6	53	63	84

## VIGAS DOBLES O REFORZADAS

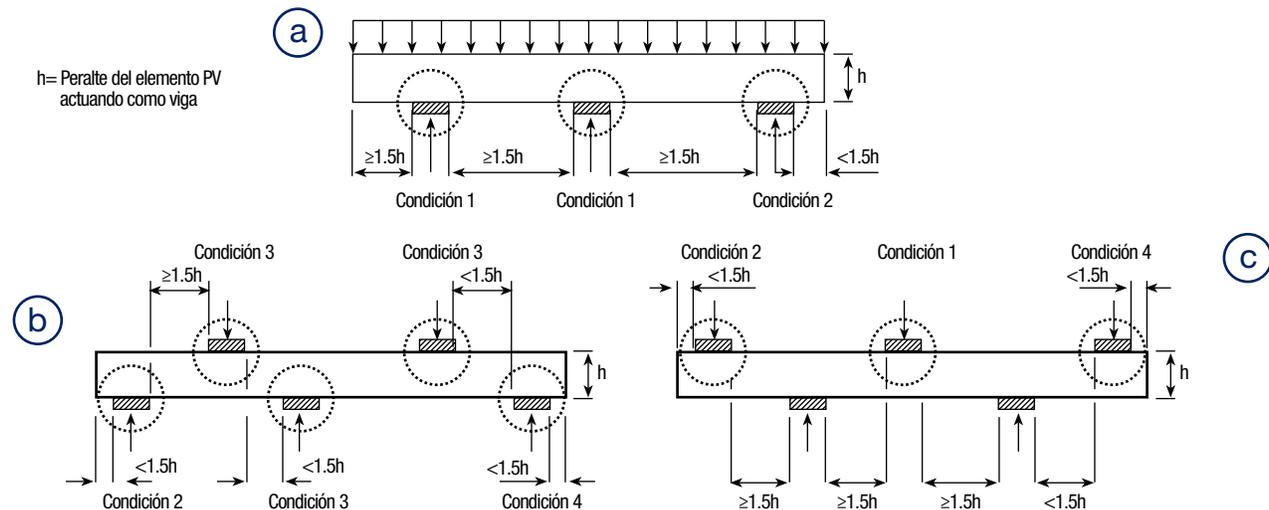


Reacciones y Cargas concentradas máximas permisibles para almas de vigas en kilogramos. TABLA VA-4

VIGA TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE	CONDICIÓN 1				CONDICIÓN 2				CONDICIÓN 3				CONDICIÓN 4			
	LONGITUD DEL APOYO DE LA VIGA (cm)															
	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24
2032 PV 14	2094	2395	2666	3127	1479	1634	1774	2013	1880	2150	2394	2807	885	977	1062	1204
1524 PV 14	2094	2395	2666	3127	1432	1583	1718	1949	1959	2240	2495	2926	916	1013	1100	1247
1524 PV 18	922	1069	1203	1428	675	755	829	954	793	920	1034	1228	340	381	418	481
1524 PV 20	553	647	732	876	420	475	525	609	440	515	583	698	181	204	226	262

### NOTAS:

1. Las cargas y las condiciones descritas al pie de esta página son aplicables por la revisión de la capacidad del alma de los componentes PV (poste-viga) actuando como vigas.
2. La tabla es adecuada para los componentes PV que no presenten perforaciones en el alma que se ubiquen a una distancia menor a 30.5 cm de los extremos apoyados o reacciones.
3. Si existen perforaciones del alma de los componentes pv más cercanos a los apoyos que lo especificado en el punto 2. Es indispensable colocar atiesadores de alma para compresión.
4. Tabla calculada del acuerdo al AISI North American for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members S100 Edition 2016 Section G5.
5. No esta considerada una carga combinada que provoque la flexión y compresión del alma simultaneamente (AISI North American for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members S100 Edition 2016 Sección H3).



Condiciones de apoyos para cargas concentradas y cargas uniformemente repartidas de las tablas VA-3, VA-4

## DINTELES O CERRAMIENTOS TABLA DN-01

Cargas permisibles uniformemente repartidas.

### COMPONENTES "POSTE-VIGA (PV)" SENCILLO

# DN-01

Cargas uniformemente repartidas kg/m

PERFIL CALIBRE	920 PV		1524 PV			2032 PV
	20	18	20	18	14	14
0.80	818	1061	1618	2594	3236	4941
1.00	523	679	1035	1660	2071	3162
1.20	363	472	719	1152	1438	2196
1.40	267	346	528	847	1056	1613
1.60	204	265	404	648	809	1235
1.80	161	210	319	512	639	976
2.00	131	170	259	415	518	790
2.20	108	140	214	343	428	653
2.40			180	288	360	549
2.60			153	245	306	468
2.80			132	211	264	404
3.00			115	184	230	351

## DINTELES O CERRAMIENTOS TABLA DN-02

Cargas permisibles uniformemente repartidas.

### COMPONENTES "POSTE-VIGA (PV)" DOBLE

# DN-02

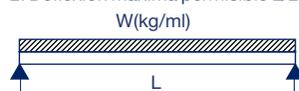
Cargas uniformemente repartidas kg/m

PERFIL CALIBRE	920 PV		1524 PV			2032 PV
	20	18	20	18	14	14
0.80	1636	2122	3236	4280	6472	9882
1.00	1046	1358	2070	2740	4142	6324
1.20	726	944	1438	1902	2876	4392
1.40	534	692	1056	1396	2112	3226
1.60	408	530	808	1070	1618	2470
1.80	322	420	638	846	1278	1952
2.00	262	340	518	684	1036	1580
2.20	216	280	428	566	856	1306
2.40	182	235	360	476	720	1098
2.60	155	200	306	404	612	936
2.80	133	173	264	350	528	808
3.00	116	151	230	304	460	702

### NOTAS:

1. Los valores calculados para dinteles se basan en el Manual AISI North American for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members S100 Edition 2016 Section D, E, F, G, H.

2. Deflexión máxima permisible  $L/240$ .



Dintel sobre puerta de acceso.

**CAPACIDAD DE CARGA A COMPRESIÓN DE SECCIÓN DE PERFILES EN CAJÓN (kg) TRABAJANDO COMO COLUMNAS**



**COL-01**

ALTURA EN METROS	920 PV			1524 PV			2032 PV
	22	20	18	20	18	14	14
	2.44	1764	2266	3210	2412	3481	6252
2.75	1706	2183	3080	2355	3390	6051	6398
3.05	1642	2094	2939	2294	3291	5834	6222
3.35	1572	1995	2784	2225	3182	5594	6026
3.65	1495	1887	2614	2152	3063	5331	5813
4.25	1322	1643	2231	1984	2795	4738	5331
4.80	1141	1386	1796	1808	2515	4116	4825
5.50	873	1044	1368	1554	2104	3178	4092
6.10				1285	1697	2584	3335

**CAPACIDAD DE CARGA A COMPRESIÓN DE SECCIÓN DE PERFILES ESPALDA CON ESPALDA (kg)**



**COL-02**

ALTURA EN METROS	920 PV			1524 PV			2032 PV
	22	20	18	20	18	14	14
	2.44	1471	1857	2563	1872	2615	4313
2.75	1333	1664	2259	1670	2290	3587	3549
3.05	1184	1455	1929	1451	1904	2867	
3.35	1019	1205	1574	1195	1330	2376	
3.65	844	1015	1326				
4.25							
4.80							
5.50							
6.10							

**NOTAS:**

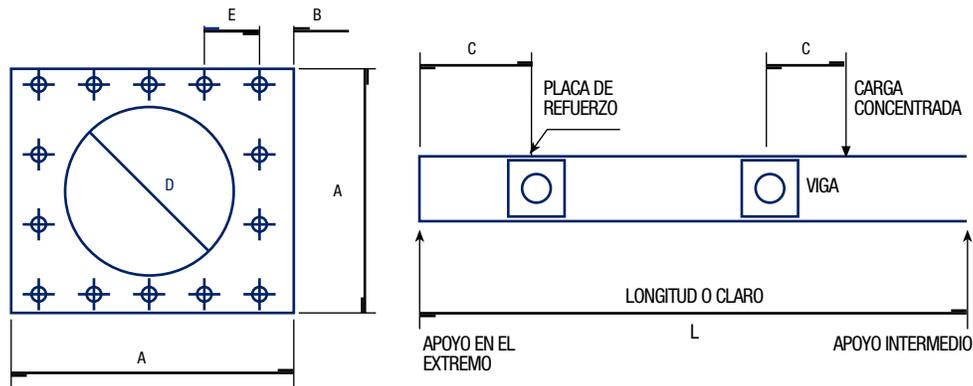
1. Sección espalda con espalda.- Deberá unirse mediante tornillos TXP-12 ó THX-34 a cada 15 cm. En zig-zag.
2. Sección cajón deberá formarse con ángulos (2) 1524AL18 a cada 30 cm.

**TABLA V-05**

**V-05**

Diámetros máximos y refuerzos de perforaciones en almas de vigas hechas en el campo para paso de instalaciones y refuerzos mínimos de estas perforaciones.

VIGA	D DIÁMETRO MÁXIMO DE PERFORACIÓN (CM)	TAMAÑO DE LA PLACA DE REFUERZO MIN. (AxA) cm	CALIBRE MÍNIMO DE LA PLACA	E ESPACIAMIENTO ENTRE TORNILLOS DE ANCLAJE DE PLACA DE REF. (cm)	B DISTANCIA MÍNIMA A EXTREMO DE PLACA (cm)	C DISTANCIA MÍNIMA DE PERFORACIÓN A REACCIÓN O CARGA CONCENTRADA
2032 PV	10.5	18 x 18	14	4.5	1.8	L/14
1524 PV	8.5	14 x 14	14	3.5	1.2	L/8



**NOTAS:**

1. La placa de refuerzo deberá ser de cal. 14 como mínimo.
2. Los tornillos de fijación de la placa de refuerzo deberán ser tornillos de cabeza extraplana (TXP-12) o hexagonal (THX-34).



Perforaciones de fábrica en los componentes poste-viga **PANEL REY\***. En caso de requerirse mayor dimensión en las perforaciones, hacerlas de acuerdo a las especificaciones de la tabla V-05.



Postes-vigas **PANEL REY\*** actuando como vigas de entresuelo, arriostradas con bloques sólidos.

## POSTES DE BASTIDORES INTERIORES

### TABLA PI-1

PI-1

Cargas axiales permisibles sin presión de viento.

Velocidad de diseño de viento.

$$V_D = 0.00 \text{ km./h } F_y = 2320 \text{ kg./cm}^2$$

ALTURA METROS	CONDICIÓN SUJECIÓN LATERAL CONTINUA	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE "POSTE-VIGA (PV)" KILOGRAMOS (KG)								
		635 PV		920 PV			1524 PV			2032 PV
		22	20	22	20	18	20	18	14	14
2.44	0	275	324	377	446	581	527	675	991	
	1/2	713	902	831	1059	1492	1111	1577	2740	2846
	1/3	713	902	900	1158	1644	1222	1762	3161	3256
2.75	0									
	1/2	663	833	788	997	1393	1057	1488	2535	2646
	1/3	663	833	875	1123	1590	1198	1722	3070	3167
3.05	0									
	1/2	610	758	741	931	1287	998	1391	2313	2431
	1/3	610	758	849	1086	1531	1172	1679	2971	3071
3.35	0									
	1/2	552	675	690	858	1170	934	1284	2068	2194
	1/3	552	675	819	1044	1466	1143	1632	2863	2966
3.65	0									
	1/2	488	576	633	777	1041	863	1166	1801	1933
	1/3	488	576	787	999	1395	1112	1579	2744	2850
4.25	0									
	1/2	356	425	506	589	765	704	889	1306	1409
	1/3	356	425	714	1088	1234	1041	1462	2476	2589
4.8	0									
	1/2	280	333	389	462	600	544	697	1024	
	1/3	280	333	638	789	1066	967	1339	2193	2315
5.5	0									
	1/2									
	1/3			528	623	817	859	1160	1785	1918
6.1	0									
	1/2									
	1/3			423	506	664	755	987	1426	1539

#### NOTAS:

1. Tabla de cálculo desarrollada con base en el Manual AISI North American for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members S100 Edition 2016.
2. Puntos de cedencia del acero para todos los miembros,  $f_y = 2,320 \text{ kg/cm}^2$ .

#### NOTA PARA TABLAS DE LA PV-3 A LA PV-13

Consideraciones de diseño de las tablas de capacidades de los componentes PANEL REY\* actuando como columnas (postes).

En el desarrollo de las tablas se han observado las siguientes consideraciones para cada componente, espaciamiento, altura y condición de sujeción lateral continua.

1. Esfuerzo a flexión.
2. Esfuerzo a compresión axialmente aplicado.
3. Esfuerzo a flexocompresión.
4. Esfuerzo a cortante.
5. Deflexión de la columna debido al viento e incluyendo la carga axial.
6. Aplastamiento del alma en los extremos del elemento (apoyos).
7. La relación de la esbeltez de cada elemento y caso es menor a 200.

La tabulación de las tablas se realizó bajo los siguientes factores:

1. AISI North American for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members S100 Edition 2016.
2. Todos los elementos PANEL REY\* se fabrican con lámina de acero cuyo  $F_y = 2,320 \text{ kg/cm}^2$
3. La sujeción lateral continua de los ensambles para bastidores de muro deben ser realizados con componentes PANEL REY\* tipo SL y con bloques sólidos 1.22 cm a.c.
4. Las propiedades físicas y de sección de los componentes PANEL REY\* (ver pag. 13)
5. Las capacidades de los componentes PANEL REY\* han sido incrementadas 33% para los cálculos de viento (carga accidental).
6. Todas las consideraciones de las tablas VA-03 y VA-04 en cuanto a capacidad del alma para soportar compresiones.
7. Para consultar estas tablas deberá tenerse como dato la Velocidad de Diseño (VD) o la presión exterior ( $P_e$ ) los cuales pueden obtenerse consultando el Manual de Diseño por Viento. (Ver el índice).

## POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES TABLA PV-3



Cargas axiales permisibles con  
presión lateral de viento 20.2 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.  
**V<sub>D</sub> = 70 km./h Fy = 2320 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV					920 PV				
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	616	616	784	784	866	856	1125	1091	1617	1531
	40.6	581	581	747	747	847	847	1104	1091	1592	1531
	61	519	519	683	683	809	809	1063	1063	1544	1531
2.75	30.5	522	522	666	666	819	812	1064	1028	1529	1431
	40.6	495	495	626	626	794	794	1036	1028	1496	1431
	61	425	425	558	558	745	745	982	982	1432	1431
3.05	30.5	437	437	555	555	766	763	995	960	1431	1322
	40.6	402	402	515	515	734	734	960	960	1388	1322
	61	343	343	449	449	676	676	893	893	1309	1322
3.35	30.5	360	360	456	456	706	706	916	884	1318	1202
	40.6	327	327	419	419	668	668	875	875	1267	1202
	61	+270	+270	355	355	602	602	798	798	1175	1175
3.65	30.5	295	295	368	368	640	640	831	801	1193	1071
	40.6	263	263	333	333	599	599	785	785	1530	1071
	61	+209	+209	+275	+275	526	526	701	701	1037	1037
4.25	30.5	+191	+191	244	244	507	507	657	607	942	789
	40.6	+164	+164	+214	+214	463	463	607	607	881	789
	61					387	387	522	522	780	780
4.8	30.5			+172	+172	398	398	514	476	736	619
	40.6					354	354	467	467	680	619
	61					+281	+281	+385	+385	585	585
5.5	30.5					283		364		522	
	40.6					+244		+321		473	
	61									+389	
6.1	30.5					+206		+271		396	
	40.6							+232		+351	
	61										

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV					920 PV				
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	616	616	784	784	866	856	1125	1091	1617	1531
	40.6	581	581	747	747	847	847	1104	1091	1592	1531
	61	519	519	683	683	809	809	1063	1063	1544	1531
2.75	30.5	522	522	666	666	819	812	1064	1028	1529	1431
	40.6	495	495	626	626	794	794	1036	1028	1496	1431
	61	425	425	558	558	745	745	982	982	1432	1431
3.05	30.5	437	437	555	555	766	763	995	960	1431	1322
	40.6	402	402	515	515	734	734	960	960	1388	1322
	61	343	343	449	449	676	676	893	893	1309	1322
3.35	30.5	360	360	456	456	706	706	916	884	1318	1202
	40.6	327	327	419	419	668	668	875	875	1267	1202
	61	+270	+270	355	355	602	602	798	798	1175	1175
3.65	30.5	295	295	368	368	640	640	831	801	1193	1071
	40.6	263	263	333	333	599	599	785	785	1530	1071
	61	+209	+209	+275	+275	526	526	701	701	1037	1037
4.25	30.5	+191	+191	244	244	507	507	657	607	942	789
	40.6	+164	+164	+214	+214	463	463	607	607	881	789
	61					387	387	522	522	780	780
4.8	30.5			+172	+172	398	398	514	476	736	619
	40.6					354	354	467	467	680	619
	61					+281	+281	+385	+385	585	585
5.5	30.5					283		364		522	
	40.6					+244		+321		473	
	61									+389	
6.1	30.5					+206		+271		396	
	40.6							+232		+351	
	61										

### NOTAS:

1/3: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a tercios de altura.

1/2: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a mitad de altura.

+: Números que presentan un asterisco (+) a la izquierda indica que el componente a soportar la carga que sigue al asterisco sufrirá una deflexión mayor a 1/360 de la altura correspondiente pero no mayor a 1/240.

Ver nota pág. 20.

## POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES TABLA PV-4



Cargas axiales permisibles con  
presión lateral de viento 26.4 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.  
**V<sub>D</sub> = 80 km./h Fy = 2320 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV					920 PV				
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	616	616	784	784	866	856	1125	1091	1617	1531
	40.6	581	581	747	747	847	847	1104	1091	1592	1531
	61	519	519	683	683	809	809	1063	1063	1544	1531
2.75	30.5	522	522	666	666	819	812	1064	1028	1529	1431
	40.6	495	495	626	626	794	794	1036	1028	1496	1431
	61	425	425	558	558	745	745	982	982	1432	1431
3.05	30.5	437	437	555	555	766	763	995	960	1431	1322
	40.6	402	402	515	515	734	734	960	960	1388	1322
	61	343	343	449	449	676	676	893	893	1309	1322
3.35	30.5	360	360	456	456	706	706	916	884	1318	1202
	40.6	327	327	419	419	668	668	875	875	1267	1202
	61	+270	+270	355	355	602	602	798	798	1175	1175
3.65	30.5	295	295	368	368	640	640	831	801	1193	1071
	40.6	263	263	333	333	599	599	785	785	1150	1071
	61	+209	+209	+275	+275	526	526	701	701	1037	1037
4.25	30.5	+191	+191	244	244	507	507	657	607	942	789
	40.6	+164	+164	+214	+214	463	463	607	607	881	789
	61					387	387	522	522	780	780
4.8	30.5			+172	+172	398	398	514	476	736	619
	40.6					354	354	467	467	680	619
	61					+281	+281	+385	+385	585	585
5.5	30.5					283		364		522	
	40.6					+244		+321		473	
	61									+389	
6.1	30.5					+206		+271		396	
	40.6							+232		+351	
	61										

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE							
		1524 PV				2032 PV			
		20		18		14		14	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	1267	1152	1826	1635	3276	2839	3375	2950
	40.6	1267	1152	1826	1635	3276	2839	3375	2950
	61	1241	1152	1826	1635	3276	2839	3375	2950
2.75	30.5	1241	1095	1784	1542	3182	2627	3282	2743
	40.6	1241	1095	1784	1542	3182	2627	3282	2743
	61	1212	1095	1784	1542	3182	2627	3282	2743
3.05	30.5	1215	1035	1740	1442	3080	2397	3183	2520
	40.6	1214	1035	1740	1442	3080	2397	3183	2520
	61	1165	1035	1724	1442	3080	2397	3183	2520
3.35	30.5	1185	968	1691	1330	2967	2143	3074	2273
	40.6	1170	968	1691	1330	2967	2143	3074	2273
	61	1130	968	1669	1330	2967	2143	3074	2273
3.65	30.5	1153	894	1636	1209	2844	1866	2954	2003
	40.6	1145	894	1636	1209	2844	1866	2954	2003
	61	1087	894	1619	1209	2844	1866	2954	2003
4.25	30.5	1079	729	1515	922	2566	1353	2683	1460
	40.6	1058	729	1515	922	2566	1353	2683	1460
	61	979	729	1483	922	2566	1353	2683	1460
4.8	30.5	1002	564	1388	722	2273	1061	2399	
	40.6	966	564	1388	722	2273	1061	2399	
	61	865	564	1322	722	2273	1061	2399	
5.5	30.5	890		1202		1850		1988	
	40.6	835		1202		1850		1988	
	61	718		1121		1850		1988	
6.1	30.5	782		1023		1478		1595	
	40.6	715		1023		1478		1595	
	61	585		942		1478		1595	

### NOTAS:

1/3: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a tercios de altura.

1/2: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a mitad de altura.

+: Números que presentan un asterisco (+) a la izquierda indica que el componente a soportar la carga que sigue al asterisco sufrirá una deflexión mayor a 1/360 de la altura correspondiente pero no mayor a 1/240.

Ver nota pag. 20.

**POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES**  
**TABLA PV-5**



Cargas axiales permisibles con presión lateral de viento 41.3 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.  
**V<sub>D</sub> = 100 km./h F<sub>y</sub> = 2320 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV				920 PV					
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	534	534	696	696	831	831	1085	1085	1575	1575
	40.6	486	486	639	639	792	792	1041	1041	1531	1531
	61	398	398	538	538	713	713	963	963	1435	1435
2.75	30.5	433	433	569	569	757	757	1007	1007	1466	1466
	40.6	381	381	508	508	713	713	954	954	1400	1400
	61	+293	+293	+407	+407	626	626	853	853	1278	1278
3.05	30.5	350	350	455	455	687	687	910	910	1330	1330
	40.6	+298	+298	398	398	634	634	849	849	1260	1260
	61			+298	+298	534	534	735	735	1120	1120
3.35	30.5	+273	+273	361	361	613	613	809	809	1203	1203
	40.6	+223	+223	+306	+306	551	551	744	744	1116	1116
	61					442	442	621	621	963	963
3.65	30.5	+212	+212	+278	+278	534	534	718	718	1059	1059
	40.6					473	473	639	639	971	971
	61					+359	+359	512	512	814	814
4.25	30.5					394	394	529	529	796	796
	40.6					+324	+324	+455	+455	709	709
	61									+556	+556
4.8	30.5					+284	+284	+389	+389	595	595
	40.6							+319	+319	+512	+512
	61										
5.5	30.5									+396	
	40.6										
	61										
6.1	30.5										
	40.6										
	61										

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE							
		1524 PV				2032 PV			
		20		18		14		14	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	1256	1155	1832	1640	3286	2848	3385	2958
	40.6	1238	1155	1820	1640	3286	2848	3385	2958
	61	1202	1155	1781	1640	3286	2848	3385	2958
2.75	30.5	1229	1098	1790	1547	3192	2635	3292	2751
	40.6	1205	1098	1779	1547	3192	2635	3292	2751
	61	1157	1098	1731	1547	3192	2635	3292	2751
3.05	30.5	1197	1038	1745	1446	3089	2404	3192	2527
	40.6	1171	1038	1734	1446	3089	2404	3192	2527
	61	1110	1038	1656	1446	3089	2404	3192	2527
3.35	30.5	1165	971	1696	1334	2976	2150	3083	2280
	40.6	1128	971	1670	1334	2976	2150	3083	2280
	61	1046	971	1589	1334	2976	2150	3083	2280
3.65	30.5	1128	897	1641	1213	2852	1872	2963	2009
	40.6	1072	897	1616	1213	2852	1872	2963	2009
	61	986	897	1522	1213	2852	1872	2963	2009
4.25	30.5	1029	731	1519	924	2573	1357	2691	1465
	40.6	969	731	1471	924	2573	1357	2691	1465
	61	856	731	1342	924	2573	1357	2691	1465
4.8	30.5	934	566	1392	725	2280	1064	2406	
	40.6	860	566	1315	725	2280	1064	2406	
	61	714	566	1157	725	2280	1064	2406	
5.5	30.5	787		1206		1856		1994	
	40.6	705		1104		1856		1994	
	61	547		917		1856		1994	
6.1	30.5	668		1026		1483		1600	
	40.6	575		921		1483		1600	
	61	413		728		1483		1600	

**NOTAS:**

1/3: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a tercios de altura.

1/2: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a mitad de altura.

+: Números que presentan un asterisco (+) a la izquierda indica que el componente a soportar la carga que sigue al asterisco sufrirá una deflexión mayor a l/360 de la altura correspondiente pero no mayor a l/240

Ver nota pag. 20.

**POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES**  
**TABLA PV-6**



Cargas axiales permisibles con  
presión lateral de viento 49.9 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.  
**V<sub>D</sub> = 110 km./h F<sub>y</sub> = 2320 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV					920 PV				
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	504	504	657	657	807	807	1059	1059	1549	1549
	40.6	448	448	592	592	762	762	1011	1011	1489	1489
	61	+349	+349	480	480	673	673	918	918	1384	1384
2.75	30.5	402	402	529	529	731	731	972	972	1422	1422
	40.6	343	343	464	464	673	673	904	904	1356	1356
	61	+244	+244	+349	+349	577	577	788	788	1218	1218
3.05	30.5	+316	+316	420	420	652	652	874	874	1285	1285
	40.6	+258	+258	+354	+354	590	590	797	797	1203	1203
	61			476	476	673	673	918	918	1384	1384
3.35	30.5	+242	+242	+325	+325	573	573	772	772	1140	1140
	40.6			+263	+263	503	503	691	691	1052	1052
	61					+380	+380	554	554	883	883
3.65	30.5			+246	+246	494	494	664	664	1001	1001
	40.6					421	421	583	583	904	904
	61					+294	+294	+442	+442	736	736
4.25	30.5					+350	+350	483	483	737	737
	40.6					+276	+276	+399	+399	643	643
	61									+472	+472
4.8	30.5							+346	+346	+538	+538
	40.6									+450	+450
	61										
5.5	30.5										
	40.6										
	61										
6.1	30.5										
	40.6										
	61										

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE							
		1524 PV						2032 PV	
		20		18		14		14	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	1273	1179	1859	1673	3353	2906	3454	3019
	40.6	1243	1179	1838	1673	3353	2906	3454	3019
	61	1203	1179	1793	1673	3334	2906	3454	3019
2.75	30.5	1234	1121	1826	1579	3257	2689	3359	2807
	40.6	1215	1121	1794	1579	3257	2689	3359	2807
	61	1154	1121	1732	1579	3242	2689	3359	2807
3.05	30.5	1206	1059	1779	1475	3152	2454	3258	2579
	40.6	1166	1059	1733	1475	3152	2454	3258	2579
	61	1093	1059	1647	1475	3149	2454	3258	2579
3.35	30.5	1159	991	1731	1362	3036	2194	3146	2327
	40.6	1119	991	1667	1362	3036	2194	3146	2327
	61	1028	991	1567	1362	3019	2194	3146	2327
3.65	30.5	1115	915	1672	1237	2910	1910	3023	2050
	40.6	1067	915	1611	1237	2910	1910	3023	2050
	61	963	915	1478	1237	2861	1910	3023	2050
4.25	30.5	1014	746	1530	943	2626	1385	2746	1495
	40.6	936	746	1444	943	2626	1385	2746	1495
	61	804	746	1277	943	2529	1385	2746	1495
4.8	30.5	896	578	1383	739	2327	1086	2455	
	40.6	818	578	1267	739	2327	1086	2455	
	61	656	578	1084	739	2197	1086	2455	
5.5	30.5	747		1160		1894		2034	
	40.6	651		1050		1894		2034	
	61	+472		836		1768		2034	
6.1	30.5	622		984		1513		1633	
	40.6	+515		858		1513		1633	
	61			+634		1419		1633	

**NOTAS:**

1/3: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a tercios de altura.

1/2: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a mitad de altura.

+: Números que presentan un asterisco (+) a la izquierda indica que el componente a soportar la carga que sigue al asterisco sufrirá una deflexión mayor a l/360 de la altura correspondiente pero no mayor a l/240

Ver nota pag. 20.

**POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES**  
**TABLA PV-7**



Cargas axiales permisibles con presión lateral de viento 59.4 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.  
**V<sub>D</sub> = 120 km./h F<sub>y</sub> = 2320 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV					920 PV				
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	456	456	606	606	759	759	999	999	1466	1466
	40.6	396	396	536	536	707	707	945	945	1403	1403
	61	292	292	417	417	613	613	837	837	1276	1276
2.75	30.5	358	358	479	479	682	682	905	905	1343	1343
	40.6	297	297	408	408	620	620	833	833	1254	1254
	61			289	289	503	503	708	708	1114	1114
3.05	30.5	+275	+275	371	371	602	602	802	802	1203	1203
	40.6			303	303	532	532	723	723	1105	1105
	61					405	405	585	585	944	944
3.35	30.5			+282	+282	518	518	701	701	1063	1063
	40.6					445	445	616	616	956	956
	61					+311	+311	468	468	778	778
3.65	30.5					438	438	599	599	914	914
	40.6					+359	+359	510	510	808	808
	61							+361	+361	+633	+633
4.25	30.5					+296	+296	+418	+418	659	659
	40.6							+336	+336	+557	+557
	61										
4.8	30.5									+472	+472
	40.6										
	61										
5.5	30.5										
	40.6										
	61										
6.1	30.5										
	40.6										
	61										

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE							
		1524 PV						2032 PV	
		20		18		14		14	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	1228	1145	1806	1625	3257	2823	3355	2933
	40.6	1199	1145	1768	1625	3257	2823	3355	2933
	61	1148	1145	1713	1625	3230	2823	3355	2933
2.75	30.5	1190	1089	1764	1533	3164	2612	3263	2727
	40.6	1152	1089	1721	1533	3164	2612	3263	2727
	61	1084	1084	1636	1533	3124	2612	3263	2727
3.05	30.5	1148	1029	1700	1433	3062	2383	3165	2505
	40.6	1109	1029	1658	1433	3062	2383	3165	2505
	61	1019	1019	1568	1433	2996	2383	3165	2505
3.35	30.5	1105	962	1645	1323	2950	2131	3056	2260
	40.6	1050	962	1594	1323	2950	2131	3056	2260
	61	956	956	1466	1323	2848	2131	3056	2260
3.65	30.5	1050	889	1577	1202	2827	1856	2937	1992
	40.6	999	889	1509	1202	2827	1856	2937	1992
	61	871	871	1381	1202	2699	1856	2937	1992
4.25	30.5	944	725	1432	916	2551	1346	2667	1452
	40.6	863	725	1339	916	2551	1346	2667	1452
	61	710	710	1169	916	2359	1346	2667	1452
4.8	30.5	829	561	1275	718	2260	1055	2385	
	40.6	724	561	1169	718	2260	1055	2385	
	61	553	553	956	718	2019	1055	2385	
5.5	30.5	667		1063		1839		1976	
	40.6	556		935		1839		1976	
	61	+366		+701		1573		1976	
6.1	30.5	540		880		1470		1586	
	40.6	+425		+744		1470		1586	
	61					1233		1586	

**NOTAS:**

1/3: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a tercios de altura.

1/2: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a mitad de altura.

+: Números que presentan un asterisco (+) a la izquierda indica que el componente a soportar la carga que sigue al asterisco sufrirá una deflexión mayor a 1/360 de la altura correspondiente pero no mayor a 1/240

Ver nota pag. 20.

## POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES TABLA PV-8



Cargas axiales permisibles con  
presión lateral de viento 69.7 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.  
**V<sub>D</sub> = 130 km./h F<sub>y</sub> = 2320 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV					920 PV				
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	425	425	569	569	733	733	976	976	1437	1437
	40.6	359	359	491	491	675	675	908	908	1360	1360
	61	+245	+245	+362	+362	565	565	788	788	1228	1228
2.75	30.5	+324	+324	439	439	647	647	872	872	1301	1301
	40.6	+257	+257	+363	+363	581	581	796	796	1211	1211
	61					456	456	655	655	1046	1046
3.05	30.5	+241	+241	+335	+335	560	560	767	767	1159	1159
	40.6					486	486	679	679	1054	1054
	61					+349	+349	524	524	869	869
3.35	30.5					479	479	659	659	1008	1008
	40.6					+396	+396	565	565	894	894
	61							+403	+403	701	701
3.65	30.5					398	398	555	555	863	863
	40.6					+312	+312	+459	+459	748	748
	61									+548	+548
4.25	30.5							+376	+376	605	605
	40.6									+496	+496
	61										
4.8	30.5									+423	+423
	40.6										
	61										
5.5	30.5										
	40.6										
	61										
6.1	30.5										
	40.6										
	61										

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE							
		1524 PV						2032 PV	
		20		18		14		14	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	1214	1145	1794	1625	3257	2823	3355	2933
	40.6	1183	1145	1760	1625	3257	2823	3355	2933
	61	1114	1114	1689	1625	3192	2823	3355	2933
2.75	30.5	1175	1089	1743	1533	3164	2612	3263	2727
	40.6	1135	1089	1698	1533	3164	2612	3263	2727
	61	1056	1056	1608	1533	3073	2612	3263	2727
3.05	30.5	1131	1029	1680	1433	3062	2383	3165	2505
	40.6	1081	1029	1632	1433	3062	2383	3165	2505
	61	984	984	1517	1433	2937	2383	3165	2505
3.35	30.5	1081	962	1624	1323	2950	2131	3056	2260
	40.6	1020	962	1556	1323	2945	2131	3056	2260
	61	905	905	1424	1323	2790	2131	3056	2260
3.65	30.5	1027	889	1554	1202	2827	1856	2937	1992
	40.6	956	889	1472	1202	2826	1856	2937	1992
	61	820	820	1316	1202	2622	1856	2937	1992
4.25	30.5	899	725	1381	916	2551	1346	2667	1452
	40.6	812	725	1284	916	2518	1346	2667	1452
	61	639	639	1084	916	2248	1346	2667	1452
4.8	30.5	779	561	1222	718	2260	1055	2385	
	40.6	670	561	1092	718	2191	1055	2385	
	61	+474	+474	863	718	1870	1055	2385	
5.5	30.5	614		999		1839		1976	
	40.6	+493		852		1764		1976	
	61			+599		1424		1976	
6.1	30.5	+480		812		1470		1586	
	40.6			+659		1430		1586	
	61					+1084		1586	

### NOTAS:

1/3: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a tercios de altura.

1/2: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a mitad de altura.

+: Números que presentan un asterisco (+) a la izquierda indica que el componente a soportar la carga que sigue al asterisco sufrirá una deflexión mayor a 1/360 de la altura correspondiente pero no mayor a 1/240

Ver nota pag. 20.

**POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES**  
**TABLA PV-9**



Cargas axiales permisibles con  
presión lateral de viento 80.8 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.  
**V<sub>D</sub> = 140 km./h F<sub>y</sub> = 2320 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV					920 PV				
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	403	403	547	547	725	725	973	973	1448	1448
	40.6	+330	+330	462	462	659	659	899	899	1362	1362
	61			+317	+317	535	535	760	760	1199	1199
2.75	30.5	+300	+300	+414	+414	634	634	860	860	1297	1297
	40.6			+330	+330	556	556	772	772	1192	1192
	61					412	412	611	611	1001	1001
3.05	30.5			+307	+307	542	542	745	745	1139	1139
	40.6					454	454	646	646	1021	1021
	61					+299	+299	+472	+472	813	813
3.35	30.5					451	451	631	631	981	981
	40.6					+358	+358	526	526	855	855
	61							+344	+344	+638	+638
3.65	30.5					+366	+366	522	522	829	829
	40.6							+416	+416	701	701
	61									+482	+482
4.25	30.5									+568	+568
	40.6										
	61										
4.8	30.5										
	40.6										
	61										
5.5	30.5										
	40.6										
	61										
6.1	30.5										
	40.6										
	61										

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE							
		1524 PV				2032 PV			
		20		18		14		14	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	1230	1179	1830	1673	3353	2903	3454	3019
	40.6	1197	1179	1782	1673	3343	2903	3454	3019
	61	1122	1122	1703	1673	3213	2903	3454	3019
2.75	30.5	1187	1121	1769	1579	3257	2689	3359	2807
	40.6	1142	1121	1719	1579	3241	2689	3359	2807
	61	1048	1048	1614	1579	3082	2689	3359	2807
3.05	30.5	1139	1059	1708	1475	3152	2454	3258	2579
	40.6	1075	1059	1642	1475	3101	2454	3258	2579
	61	963	963	1508	1475	2946	2454	3258	2579
3.35	30.5	1080	991	1621	1362	3036	2194	3146	2327
	40.6	1012	991	1558	1362	2979	2194	3146	2327
	61	877	877	1403	1362	2786	2194	3146	2327
3.65	30.5	1020	915	1547	1237	2910	1910	3023	2050
	40.6	939	915	1454	1237	2813	1910	3023	2050
	61	781	781	1281	1237	2587	1910	3023	2050
4.25	30.5	882	746	1379	943	2626	1385	2746	1495
	40.6	775	746	1252	943	2490	1385	2746	1495
	61	582	582	1014	943	2170	1385	2746	1495
4.8	30.5	745	578	1194	739	2327	1086	2455	
	40.6	619	578	1049	739	2151	1086	2455	
	61	+403	+403	788	739	1803	1086	2455	
5.5	30.5	569		943		1894		2034	
	40.6	+434		788		1703		2034	
	61					1332		2034	
6.1	30.5	+431		+758		1513		1633	
	40.6			+591		1350		1633	
	61					+973		1633	

**NOTAS:**

1/3: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a tercios de altura.  
 1/2: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a mitad de altura.  
 +: Números que presentan un asterisco (+) a la izquierda indica que el componente a soportar la carga que sigue al asterisco sufrirá una deflexión mayor a 1/360 de la altura correspondiente pero no mayor a 1/240  
 Ver nota pag. 20.

**POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES**  
**TABLA PV-10**



Cargas axiales permisibles con  
presión lateral de viento 105.6 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.  
**V<sub>D</sub> = 160 km./h F<sub>y</sub> = 2320 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV					920 PV				
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	+335	+335	466	466	663	663	904	904	1363	1363
	40.6	+249	+249	+367	+367	582	582	811	811	1259	1259
	61					430	430	642	642	1060	1060
2.75	30.5			+335	+335	561	561	778	778	1200	1200
	40.6					466	466	669	669	1070	1070
	61					+295	+295	+477	+477	837	837
3.05	30.5					459	459	653	653	1030	1030
	40.6					356	356	534	534	889	889
	61							+325	+325	+646	+646
3.35	30.5					+365	+365	532	532	864	864
	40.6							+411	+411	715	715
	61					+273	+273			+462	+462
3.65	30.5							+423	+423	703	703
	40.6									+561	+561
	61										
4.25	30.5										
	40.6										
	61										
4.8	30.5										
	40.6										
	61										
5.5	30.5										
	40.6										
	61										
6.1	30.5										
	40.6										
	61										

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE							
		1524 PV				2032 PV			
		20		18		14		14	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	1201	1179	1788	1673	3325	2906	3454	3019
	40.6	1152	1152	1738	1673	3283	2906	3454	3019
	61	1051	1051	1626	1626	3152	2906	3454	3019
2.75	30.5	1145	1121	1719	1579	3248	2689	3359	2807
	40.6	1078	1078	1655	1579	3161	2689	3359	2807
	61	963	963	1507	1507	2970	2689	3359	2807
3.05	30.5	1086	1059	1648	1475	3119	2454	3258	2579
	40.6	1008	1008	1564	1475	2997	2454	3258	2579
	61	863	863	1397	1397	2804	2454	3258	2579
3.35	30.5	1008	991	1561	1362	2986	2194	3146	2327
	40.6	922	922	1448	1362	2838	2194	3146	2327
	61	755	755	1265	1265	2594	2194	3146	2327
3.65	30.5	935	915	1472	1237	2844	1910	3023	2050
	40.6	841	841	1352	1237	2672	1910	3023	2050
	61	646	646	1124	1124	2376	1910	3023	2050
4.25	30.5	785	746	1263	943	2486	1385	2746	1495
	40.6	655	655	1110	943	2305	1385	2746	1495
	61	+418	+418	833	833	1935	1385	2711	1495
4.8	30.5	631	578	1055	739	2153	1086	2455	
	40.6	+484	+484	881	739	1923	1086	2455	
	61			+571	+541	1509	1086	2376	
5.5	30.5	+439		802		1727		2034	
	40.6			+609		1466		2034	
	61					+1014		1956	
6.1	30.5			+602		1377		1633	
	40.6					+1107		1633	
	61							1596	

**NOTAS:**

1/3: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a tercios de altura.

1/2: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a mitad de altura.

+: Números que presentan un asterisco (+) a la izquierda indica que el componente a soportar la carga que sigue al asterisco sufrirá una deflexión mayor a 1/360 de la altura correspondiente pero no mayor a 1/240

Ver nota pag. 20.

**POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES**  
**TABLA PV-11**



Cargas axiales permisibles con  
presión lateral de viento 133.6 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.  
**V<sub>D</sub>=180 km./h F<sub>y</sub>=2320 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV					920 PV				
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	+263	+263	+387	+387	597	597	434	434	1280	1280
	40.6					500	500	828	828	1150	1150
	61					+319	+319	711	711	915	915
2.75	30.5					484	484	518	518	1096	1096
	40.6					+373	+373	691	691	949	949
	61							+566	+566	+679	+679
3.05	30.5					+376	+376	343	343	917	917
	40.6					+255	+255	+555	+555	756	756
	61									+470	+470
3.35	30.5					+277	+277	+423	+423	746	746
	40.6									+578	+578
	61										
3.65	30.5									+591	+591
	40.6										
	61										
4.25	30.5										
	40.6										
	61										
4.8	30.5										
	40.6										
	61										
5.5	30.5										
	40.6										
	61										
6.1	30.5										
	40.6										
	61										

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE							
		1524 PV						2032 PV	
		20		18		14		14	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	1160	1160	1747	1673	3287	2906	3454	3019
	40.6	1096	1096	1681	1673	3194	2906	3454	3019
	61	981	981	1542	1542	3047	2906	3360	3019
2.75	30.5	1095	1095	1668	1579	3168	2689	3359	2807
	40.6	1017	1017	1581	1579	3063	2689	3359	2807
	61	871	871	1414	1414	2844	2689	3251	2807
3.05	30.5	1026	1026	1580	1475	3021	2454	3258	2579
	40.6	932	932	1472	1472	2891	2454	3258	2579
	61	753	753	1269	1269	2636	2454	3152	2579
3.35	30.5	947	947	1481	1362	2891	2194	3146	2327
	40.6	837	837	1357	1357	2722	2194	3146	2327
	61	627	627	1109	1109	2419	2194	2998	2327
3.65	30.5	860	860	1372	1237	2720	1910	3023	2050
	40.6	734	734	1229	1229	2532	1910	3023	2050
	61	488	488	951	951	2167	1910	2846	2050
4.25	30.5	681	681	1141	943	2349	1385	2746	1495
	40.6	+526	+526	955	943	2086	1385	2746	1495
	61			+632	+632	1670	1385	2502	1495
4.8	30.5	+512	+512	915	739	1969	1086	2455	
	40.6	+341	+341	+715	+715	1692	1086	2455	
	61					+1211	+1086	2146	
5.5	30.5			+640		1517		2034	
	40.6					+1228		2034	
	61							1675	
6.1	30.5					+1166		1633	
	40.6					+877		1633	
	61							1263	

**NOTAS:**

1/3: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a tercios de altura.

1/2: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a mitad de altura.

+: Números que presentan un asterisco (+) a la izquierda indica que el componente a soportar la carga que sigue al asterisco sufrirá una deflexión mayor a 1/360 de la altura correspondiente pero no mayor a 1/240

Ver nota pag. 20.

**POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES**  
**TABLA PV-12**



Cargas axiales permisibles con  
presión lateral de viento 165.0 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.  
**V<sub>D</sub>=200 km./h F<sub>y</sub>=2320 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV					920 PV				
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5			+308	+308	527	527	752	752	1189	1189
	40.6					410	410	623	623	1039	1039
	61					+154	+154	+390	+390	764	764
2.75	30.5					400	400	600	600	988	988
	40.6					+275	+275	+456	+456	817	817
	61									+517	+517
3.05	30.5					+290	+290	+457	+457	798	798
	40.6									+620	+620
	61										
3.35	30.5									+626	+626
	40.6										
	61										
3.65	30.5									+470	+470
	40.6										
	61										
4.25	30.5										
	40.6										
	61										
4.8	30.5										
	40.6										
	61										
5.5	30.5										
	40.6										
	61										
6.1	30.5										
	40.6										
	61										

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE							
		1524 PV						2032 PV	
		20		18		14		14	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	1118	1118	1698	1698	3238	2906	3454	3019
	40.6	1046	1046	1617	1617	3108	2906	3454	3019
	61	889	889	1454	1454	2932	2906	3454	3019
2.75	30.5	1039	1039	1606	1579	3091	2689	3454	2807
	40.6	948	948	1502	1502	2958	2689	3454	2807
	61	759	759	1298	1298	2692	2689	3454	2807
3.05	30.5	959	959	1502	1475	2933	2454	3454	2579
	40.6	846	846	1376	1376	2758	2454	3454	2579
	61	613	613	1132	1132	2452	2452	3454	2579
3.35	30.5	867	867	1392	1362	2762	2194	3454	2327
	40.6	737	737	1243	1243	2581	2194	3454	2327
	61	452	452	951	951	2191	2191	3454	2327
3.65	30.5	772	772	1271	1237	2585	1910	3454	2050
	40.6	618	618	1098	1098	2363	1910	3454	2050
	61	+277	+277	775	775	1929	1910	3454	2050
4.25	30.5	570	570	1010	943	2175	1385	3454	1495
	40.6	+384	+384	802	802	1891	1385	3454	1495
	61			+362	+362	1369	1369	3454	1495
4.8	30.5	+389	+389	772	739	1780	1086	3454	
	40.6			+539	+539	1463	1086	3454	
	61					+920	+920	3454	
5.5	30.5					+1300		3454	
	40.6					+980		3454	
	61							3454	
6.1	30.5					+949		3454	
	40.6							3454	
	61							3454	

**NOTAS:**

1/3: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a tercios de altura.

1/2: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a mitad de altura.

+: Números que presentan un asterisco (+) a la izquierda indica que el componente a soportar la carga que sigue al asterisco sufrirá una deflexión mayor a 1/360 de la altura correspondiente pero no mayor a 1/240

Ver nota pag. 20.

**POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES**  
**TABLA PV-13**



Cargas axiales permisibles con  
presión lateral de viento 199.6 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.  
**V<sub>D</sub> = 220 km./h F<sub>y</sub> = 2320 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV					920 PV				
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5					454	454	669	669	1093	1093
	40.6					+324	+324	522	522	920	920
	61							+195	+195	+608	+608
2.75	30.5					+322	+322	+508	+508	880	880
	40.6							+347	+347	+688	+688
	61										
3.05	30.5							+362	+362	+683	+683
	40.6									+480	+480
	61										
3.35	30.5									+505	+505
	40.6										
	61										
3.65	30.5										
	40.6										
	61										
4.25	30.5										
	40.6										
	61										
4.8	30.5										
	40.6										
	61										
5.5	30.5										
	40.6										
	61										
6.1	30.5										
	40.6										
	61										

ALTURA METROS	ESPACIAMIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS) COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE							
		1524 PV						2032 PV	
		20		18		14		14	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	1073	1073	1649	1649	3164	2906	3452	3019
	40.6	980	980	1550	1550	3034	2906	3368	3019
	61	788	788	1355	1355	2804	2804	3236	3019
2.75	30.5	984	984	1541	1541	3016	2689	3357	2807
	40.6	874	874	1417	1417	2852	2689	3256	2807
	61	626	626	1173	1173	2552	2552	3079	2807
3.05	30.5	888	888	1425	1425	2845	2454	3258	2579
	40.6	756	756	1274	1274	2633	2454	3140	2579
	61	450	450	984	984	2279	2279	2905	2579
3.35	30.5	785	785	1297	1297	2643	2194	3146	2327
	40.6	632	632	1120	1120	2400	2194	2986	2327
	61	256	256	775	775	1988	1988	2714	2327
3.65	30.5	676	676	1160	1160	2437	1910	3023	2050
	40.6	494	494	960	960	2178	1910	2853	2050
	61	+043	+043	+541	+541	1691	1691	2506	2050
4.25	30.5	+456	+456	877	877	1997	1385	2731	1495
	40.6	+174	+174	+630	+630	1672	1385	2499	1495
	61					+1103	+1103	2027	1495
4.8	30.5				+622	1573	1086	2455	
	40.6					+1231	+1086	2144	
	61							1585	
5.5	30.5					+1095		2025	
	40.6							1684	
	61							+1029	
6.1	30.5							1633	
	40.6							+1271	
	61								

**NOTAS:**

1/3: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a tercios de altura.

1/2: Sujeción lateral continua por ambos lados del bastidor con cercha plana "SL" a mitad de altura.

+: Números que presentan un asterisco (+) a la izquierda indica que el componente a soportar la carga que sigue al asterisco sufrirá una deflexión mayor a l/360 de la altura correspondiente pero no mayor a l/240

Ver nota pag. 20.

## POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES

**PF-17**

Elementos Poste-Viga sujeto a presión lateral de viento exclusivamente.

Deflexión máxima L/360

VELOCIDAD DE DISEÑO DE VIENTO	ESPACIAMIENTO DE POSTES A CENTROS (cm)	ALTURA MÁXIMA PERMISIBLE PARA COMPONENTE POSTE-VIGA PANEL REY (METROS)								
		COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE								
		635 PV		920 PV			1524 PV			2032 PV
		22	20	22	20	18	20	18	14	14
60	30.5	3.59	3.8	4.85	5.14	5.62	7.66	8.39	9.64	12.21
	40.6	3.26	3.46	4.41	4.67	5.11	6.96	7.62	8.76	11.1
	61	2.85	3.02	3.85	4.08	4.46	6.08	6.65	7.65	9.68
80	30.5	2.89	3.06	3.9	4.14	4.53	6.17	6.75	7.76	9.83
	40.6	2.63	2.78	3.55	3.76	4.12	5.61	6.14	7.06	8.93
	61	2.29	2.43	3.1	3.28	3.59	4.89	5.36	6.16	7.8
100	30.5	2.65	2.8	3.57	3.79	4.15	5.65	6.19	7.11	9
	40.6	2.41	2.55	3.25	3.45	3.77	5.13	5.62	6.46	8.15
	61	2.1	2.22	2.84	3.01	3.29	4.48	4.91	5.64	7.15
110	30.5	2.5	2.64	3.37	3.57	3.91	5.33	5.83	6.71	8.49
	40.6	2.27	2.4	3.06	3.25	3.55	4.84	5.3	6.09	7.72
	61	1.98	2.1	2.67	2.84	3.1	4.23	4.63	5.32	6.74
120	30.5	2.36	2.5	3.18	3.37	3.69	5.03	5.51	6.33	8.01
	40.6	2.14	2.27	2.89	3.07	3.35	4.57	5.01	5.75	7.28
	61	1.87	1.98	2.52	2.68	2.93	3.99	4.37	5.02	6.36
140	30.5	2.13	2.26	2.88	3.06	3.34	4.55	4.99	5.73	7.26
	40.6	1.94	2.06	2.62	2.78	3.04	4.14	4.53	5.21	6.6
	61	1.69	1.79	2.29	2.42	2.65	3.61	3.96	4.55	5.76
150	30.5	2.04	2.16	2.75	2.92	3.19	4.35	4.77	5.48	6.94
	40.6	1.85	1.96	2.5	2.65	2.9	3.95	4.33	4.98	6.3
	61	1.62	1.71	2.18	2.32	2.53	3.45	3.78	4.35	5.5
160	30.5	1.95	2.07	2.64	2.8	3.06	4.17	4.57	5.25	6.65
	40.6	1.77	1.88	2.4	2.54	2.78	3.79	4.15	4.77	6.04
	61	1.55	1.64	2.09	2.22	2.43	3.31	3.62	4.17	5.27
180	30.5	1.8	1.91	2.43	2.58	2.82	3.84	4.21	4.83	6.12
	40.6	1.63	1.73	2.21	2.34	2.56	3.49	3.82	4.39	5.56
	61	1.43	1.51	1.93	2.04	2.24	3.05	3.34	3.84	4.86
200	30.5	1.68	1.78	2.27	2.4	2.63	3.58	3.93	4.51	5.71
	40.6	1.53	1.62	2.06	2.19	2.39	3.26	3.57	4.1	5.19
	61	1.33	1.41	1.79	1.91	2.09	2.77	3.11	3.58	4.53
220	30.5	1.57	1.67	2.13	2.26	2.47	3.36	3.68	4.23	5.36
	40.6	1.43	1.52	1.93	2.05	2.24	3.06	3.35	3.85	4.87
	61	1.25	1.32	1.63	1.79	1.96	2.51	2.89	3.36	4.25

### NOTAS:

1. Capacidades de los componentes PV incrementan 33% de acuerdo a los reglamentos oficiales mexicanos y al Manual AISI North American for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members S100 Edition 2016 Section I6.3.1a
2. Cálculo de la capacidad de los componentes PV actuando sin recubrimiento alguno en esta tabla.
3. Ninguno de estos componentes esta considerado que actua soportando carga axial. Exclusivamente presión lateral por viento.
4. Deflexión máxima de L/360.

## POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES

**PF-18**

Elementos Poste-Viga sujeto a presión lateral de viento exclusivamente.

Deflexión máxima L/240

VELOCIDAD DE DISEÑO DE VIENTO	ESPACIAMIENTO DE POSTES A CENTROS (cm)	ALTURA MÁXIMA PERMISIBLE PARA COMPONENTE POSTE-VIGA PANEL REY (METROS)								
		COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE								
		635 PV		920 PV			1524 PV			2032 PV
		22	20	22	20	18	20	18	14	14
60	30.5	4.11	4.35	5.55	5.88	6.44	8.77	9.6	11.04	13.97
	40.6	3.74	3.96	5.04	5.35	5.85	7.97	8.73	10.03	12.7
	61	3.26	3.45	4.4	4.67	5.11	6.96	7.62	8.76	11.09
80	30.5	3.31	3.51	4.47	4.74	5.18	7.06	7.73	8.89	11.25
	40.6	3.01	3.19	4.06	4.31	4.71	6.42	7.03	8.08	10.23
	61	2.63	2.78	3.55	3.76	4.11	5.6	6.14	7.05	8.93
100	30.5	3.03	3.21	4.09	4.34	4.75	6.47	7.08	8.14	10.31
	40.6	2.75	2.92	3.72	3.94	4.31	5.88	6.44	7.4	9.37
	61	2.4	2.55	3.25	3.44	3.77	5.13	5.62	6.46	8.18
110	30.5	2.86	3.03	3.86	4.09	4.48	6.1	6.68	7.68	9.72
	40.6	2.6	2.75	3.51	3.72	4.07	5.54	6.07	6.98	8.83
	61	2.27	2.4	3.06	3.25	3.55	4.84	5.3	6.09	7.71
120	30.5	2.7	2.86	3.64	3.86	4.23	5.76	6.3	7.25	9.17
	40.6	2.45	2.6	3.31	3.51	3.84	5.23	5.73	6.59	8.34
	61	2.14	2.27	2.89	3.06	3.35	4.46	5	5.75	7.28
140	30.5	2.44	2.59	3.3	3.5	3.83	5.21	5.71	6.56	8.31
	40.6	2.22	2.35	3	3.18	3.48	4.74	5.19	5.97	7.55
	61	1.94	2.05	2.56	2.78	3.04	3.96	4.53	5.21	6.59
150	30.5	2.33	2.47	3.15	3.34	3.66	4.98	5.46	6.27	7.94
	40.6	2.12	2.25	2.86	3.04	3.32	4.53	4.96	5.7	7.22
	61	1.84	1.96	2.39	2.63	2.9	3.7	4.25	4.98	6.3
160	30.5	2.24	2.37	3.02	3.2	3.5	4.77	5.23	6.01	7.61
	40.6	2.03	2.15	2.75	2.91	3.18	4.34	4.75	5.46	6.92
	61	1.72	1.87	2.25	2.47	2.78	3.47	4	4.77	6.04
180	30.5	2.06	2.18	2.78	2.95	3.23	4.34	4.81	5.53	7.01
	40.6	1.87	1.98	2.53	2.68	2.93	3.76	4.32	5.03	6.37
	61	1.52	1.65	1.98	2.18	2.48	3.07	3.53	4.34	5.36
200	30.5	1.92	2.04	2.53	2.75	3.01	3.91	4.49	5.17	6.54
	40.6	1.68	1.82	2.19	2.41	2.74	3.39	3.9	4.7	5.93
	61	1.37	1.49	1.79	1.96	2.24	2.77	3.18	3.91	4.84
220	30.5	1.77	1.91	2.3	2.53	2.83	3.56	4.09	4.85	6.14
	40.6	1.53	1.66	2	2.19	2.49	3.08	3.54	4.36	5.39
	61	1.25	1.35	1.63	1.79	2.03	2.51	2.89	3.56	4.4

### NOTAS:

1. Capacidades de los componentes PV incrementan 33% de acuerdo a los reglamentos oficiales mexicanos y al Manual AISI North American for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members S100 Edition 2016 Section I6.3.1a
2. Cálculo de la capacidad de los componentes PV actuando sin recubrimiento alguno en esta tabla.
3. Ninguno de estos componentes está considerado que actúa soportando carga axial. Exclusivamente presión lateral por viento.
4. Deflexión máxima de L/240.

## POSTES FACHADA

Elementos Poste Fachada sujeto a presión lateral de viento exclusivamente.

Deflexión máxima L/360



VELOCIDAD DE DISEÑO DE VIENTO	ESPACIAMIENTO DE POSTES A CENTROS (cm)	410PF20	635PF20	920PF20	1524PF20
60	30.5	2.67	3.71	4.94	7.38
	40.6	2.41	3.38	4.49	6.7
	61	2.12	2.95	3.92	5.85
80	30.5	2.15	2.99	3.98	5.94
	40.6	1.96	2.72	3.61	5.4
	61	1.71	2.37	3.16	4.71
100	30.5	1.97	2.74	3.64	5.44
	40.6	1.79	2.49	3.31	4.94
	61	1.56	2.16	2.89	4.32
110	30.5	1.86	2.58	3.43	5.13
	40.6	1.69	2.35	3.12	4.66
	61	1.47	2.05	2.73	4.07
120	30.5	1.75	2.44	3.24	4.84
	40.6	1.59	2.22	2.95	4.4
	61	1.39	1.93	2.57	3.84
140	30.5	1.59	2.21	2.94	4.38
	40.6	1.44	2.01	2.67	3.99
	61	1.26	1.75	2.33	3.48
150	30.5	1.52	2.11	2.81	4.19
	40.6	1.38	1.92	2.55	3.81
	61	1.2	1.67	2.23	3.32
160	30.5	1.45	2.02	2.69	4.02
	40.6	1.32	1.84	2.44	3.65
	61	1.15	1.6	2.13	3.19
180	30.5	1.34	1.86	2.48	3.7
	40.6	1.22	1.69	2.25	3.36
	61	1.06	1.48	1.96	2.92
200	30.5	1.25	1.74	2.31	3.45
	40.6	1.13	1.58	2.1	3.14
	61	0.99	1.38	1.83	2.63
220	30.5	1.17	1.63	2.17	3.24
	40.6	1.06	1.48	1.97	2.93
	61	0.93	1.29	1.69	2.39

## Muros Fachadas PERFIREFY



Muro fachada en proceso de construcción.



Muro fachada en proceso de construcción.

## POSTES FACHADA

Elementos Poste Fachada sujeto a presión lateral de viento exclusivamente.

Deflexión máxima L/240



VELOCIDAD DE DISEÑO DE VIENTO	ESPACIAMIENTO DE POSTES A CENTROS (cm)	410PF20	635PF20	920PF20	1524PF20
60	30.5	3.06	4.25	5.65	8.44
	40.6	2.78	3.87	5.14	7.68
	61	2.43	3.37	4.49	6.7
80	30.5	2.46	3.42	4.55	6.8
	40.6	2.24	3.11	4.14	6.18
	61	1.95	2.72	3.61	5.4
100	30.5	2.26	3.14	4.17	6.23
	40.6	2.05	2.85	3.79	5.66
	61	1.79	2.49	3.31	4.94
110	30.5	2.13	2.96	3.93	5.87
	40.6	1.93	2.69	3.57	5.34
	61	1.69	2.35	3.12	4.66
120	30.5	2.01	2.76	3.71	5.54
	40.6	1.82	2.54	3.37	5.04
	61	1.59	2.21	2.94	4.4
140	30.5	1.82	2.53	3.36	5.02
	40.6	1.65	2.3	3.06	4.56
	61	1.44	2.01	2.66	3.77
150	30.5	1.74	2.42	3.21	4.8
	40.6	1.58	2.2	2.92	4.31
	61	1.38	1.92	2.55	3.52
160	30.5	1.66	2.31	3.08	4.6
	40.6	1.51	2.1	2.8	4.05
	61	1.32	1.83	2.33	3.3
180	30.5	1.53	2.13	2.83	4.13
	40.6	1.39	1.94	2.52	3.57
	61	1.22	1.61	2.06	2.92
200	30.5	1.43	1.99	2.62	3.72
	40.6	1.3	1.78	2.27	3.22
	61	1.13	1.45	1.85	2.63
220	30.5	1.34	1.87	2.39	3.38
	40.6	1.06	1.62	2.07	2.93
	61	1	1.32	1.69	2.39

### TABLAS DE PROPIEDADES

Propiedades físicas y de selección de perfiles de acero PERFIREY

### COMPONENTES POSTE FACHADA

Ancho	Peso Kg/m	Área cm <sup>2</sup>	Ix cm <sup>4</sup>	Sx cm <sup>3</sup>	Rx cm	Iy cm <sup>4</sup>	Sy cm <sup>3</sup>	Ry cm <sup>3</sup>
4.10 cm	0.88	1.03	3.06	1.49	1.72	1.36	0.69	1.15
6.35 cm	0.96	1.23	8.20	2.58	2.58	2.91	1.34	1.54
9.20 cm	1.16	1.49	19.26	4.19	3.59	6.90	2.95	2.15
15.24 cm	1.60	2.04	64.06	8.41	5.60	27.52	10.80	3.67

## TORNILLOS AUTOROSCANTES ESTRUCTURALES TABLA TOR-01

# TOR-01

Cargas permisibles en kilogramos por tornillo.

ESPESOR DE LÁMINA (calibre)	CABEZA HEXAGONAL THX-34		CABEZA EXTRA PLANA TXP-12	
	TRACCIÓN	CORTANTE	TRACCIÓN	CORTANTE
22	33	101	28	82
20	45	124	39	105
18	77	161	62	157
14	149	236	121	336

### NOTAS:

1. Carga permisible en kg. tornillo con un factor de seguridad de 2.5 con lámina  $F_y=2320$  kg/cm<sup>2</sup>.
2. La carga permisible debe seleccionarse para el calibre de lámina más delgado de la unión.



Sujeción lateral **PANEL REY\*** empleada como contraviento diagonal.

## TORNILLOS TABLA TOR-02

# TOR-02

Espaciamientos mínimos a centros en centímetros.

LOCALIZACIÓN	TIPO	
	THX-34	TXP-12
A CENTRO	1.5	2.0
A EXTREMO	0.5	0.7

## SUJECIONES LATERALES DIAGONALES

# SL-01

(Contravientos).

COMPONENTE TAMAÑO - ESTILO - CALIBRE	CARGA PERMISIBLE A TENSIÓN KG.
635 SL 22	1,087
1250 SL 22	2,130
1420 SL 22	2,425

### NOTAS:

1. Capacidad calculada a tensión pura empleando el Manual AISI North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members S-100 Edition 2016 Section D, e incrementándolas a 33% por cargas accidentales.

# MANUAL DE DISEÑO POR VIENTO SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY

## INTRODUCCIÓN

La finalidad de este capítulo es de presentar los procedimientos necesarios para determinar las velocidades de diseño por viento en la República Mexicana y las fuerzas mínimas por viento que deberán de emplearse para el Sistema **Panel Rey**.

Todo el análisis de viento que se muestra aquí es con relación al Manual de Diseño de Obras Civiles Cap. C1.4. Diseño por Viento de la **Comisión Federal de Electricidad**, Edición 2020.

## CRITERIOS PARA DISEÑO POR VIENTO

### GRUPO B:

Estructuras en las que se requiere un grado de seguridad moderado. Construcciones cuya falla ocasionaría la pérdida de un número reducido de vidas, pérdidas económicas moderadas, o pondría en peligro otras construcciones de este grupo y/o causaría daños moderados a las del Grupo A+ y A. Como ejemplo a este grupo se encuentran las estructuras no fundamentales, tales como: plantas industriales, subestaciones eléctricas de menos importancia a las del grupo A, bodegas ordinarias, gasolineras (excepto depósitos exteriores de combustibles pertenecientes al Grupo A), comercios, restaurantes, casas para habitación, viviendas, edificios de departamentos u oficinas, hoteles, bardas cuya altura sea mayor que 2.5 metros. También pertenecen a esta grupo: salas de reunión y espectáculos, estructuras de depósitos urbanas o industriales, no incluidas en el Grupo A. Los recubrimientos y elementos no estructurales que formen parte de las fachadas y techos, pertenecerán a este Grupo B siempre y cuando no causen daños corporales y materiales importantes al desprenderse, de lo contrario se analizarán las condiciones para el grupo A y A+. Solamente para el caso del diseño de los recubrimientos y anclajes, según al grupo que le corresponda, la presión deberá multiplicarse por un factor de 1.5, como se indica en los incisos 3.5.1.1 y 3.5.1.2 del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad.

## CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS SEGÚN SU RESPUESTA ANTE LA ACCIÓN DEL VIENTO

### TIPO 1

Estructuras poco sensibles a los efectos dinámicos inducidos por las ráfagas del viento. Se agrupan en este tipo aquellas en las que la relación de esbeltez  $\lambda$ , (definida como relación entre la altura y la menor dimensión en planta), es menor o igual que cinco con un periodo fundamental del primer modo de vibrar, menor o igual que un segundo. Se consideran dentro de este tipo la mayoría de los edificios para habitación u oficinas, bodegas, naves industriales, teatros y auditorios, paneles solares, parapetos, bardas con altura hasta 2.5 m, puentes con claros menores que 100 m. Para traveses y para armaduras simples o continuas, la relación de esbeltez se obtendrá al dividir el claro mayor por la menor dimensión perpendicular a éste. Incluye también las construcciones cerradas con sistemas de cubiertas rígidos, capaces de resistir las cargas debidas al viento sin que varíe esencialmente su geometría. Para el diseño de este tipo de estructuras se deberán considerar los empujes medios estáticos, los cuales son causados por presiones y succiones del flujo medio del viento, tanto exteriores como interiores y generan presiones globales (para el diseño de la estructura en conjunto) y locales (para el diseño de un elemento estructural o de recubrimiento en particular). Se considera que estos empujes no varían con el tiempo. La respuesta de la estructura ante el empuje medio del viento se calculará según se establece en el inciso 3 del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad.

Con el fin de evaluar las fuerzas inducidas por la acción del viento se procede a utilizar un análisis estático para elementos estructurales del Tipo 1. Para los tipos restantes, debe utilizarse un análisis dinámico. Como se indicó anteriormente, si la altura total de la estructura es mayor que 200 m, si los claros de techos son mayores que 100 m o si el periodo fundamental del primer modo de vibrar es mayor a 5.

## SE DEBERÁ DE DEFINIR LA CATEGORÍA DEL TERRENO SEGÚN SU RUGOSIDAD

Tanto en el procedimiento de análisis estático como en el dinámico intervienen factores que dependen de las condiciones topográficas y de exposición locales del sitio en donde se desplantará la construcción, así como del tamaño de ésta. Por lo tanto, a fin de evaluar correctamente dichos factores, es necesario establecer clasificaciones de carácter práctico. En la tabla 1.1 se consignan cuatro categorías de terrenos atendiendo al grado de rugosidad que se presenta alrededor de la zona de desplante.

### DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD BÁSICA DE DISEÑO, $V_D$

DETERMINAMOS LA VELOCIDAD DE DISEÑO ( $V_D$ ) LA CUAL ESTÁ DADA EN Km/h Y LA OBTENDREMOS DE LA SIGUIENTE FÓRMULA:

$$V_D = F_T F_{rz} V_R$$

Donde:

$V_D$  Es la velocidad con la cual se calculan los efectos del viento sobre la estructura o sobre un componente de la misma.

$F_T$  Factor que depende de la topografía local, adimensional.

$F_{rz}$  Factor que toma en cuenta el efecto de las características de exposición local, adimensional.

$V_R$  Velocidad regional de ráfaga que le corresponde al sitio en donde se construirá la estructura, en Km/h

### FACTOR DE TOPOGRAFÍA, $F_T$

Este factor toma en cuenta el efecto topográfico local del sitio en donde se desplantará la estructura. Así, por ejemplo, si la construcción se localiza en las laderas o cimas de colinas o montañas de altura importante con respecto al nivel general del terreno de los alrededores, es muy probable que se generen aceleraciones del flujo del viento y por consiguiente, deberá incrementarse la velocidad regional.

### TABLA 1.1 FACTOR DE TOPOGRAFÍA LOCAL, $F_T$

SITIOS	EJEMPLOS DE TOPOGRAFÍA LOCAL	$F_T$
PROTEGIDOS	Valles cerrados	0.9
NORMALES	Terreno prácticamente plano: Ausencia de cambios topográficos importantes, con pendientes menores de 5%.	1.0
EXPUESTOS	Promontorios: Montes, cerros, lomas, cimas, colinas, montañas. Terraplenes: Peñascos, acantilados, precipicios, diques presas.	Ver las ecuaciones 2.6 a 2.8

Para los efectos topográficos locales de promontorios y terraplenes, el factor de topografía se calcula de acuerdo con las siguientes condiciones:

a) Si  $\frac{H_t}{2L_u} < 0.05$ ,

dentro de la zona achurada de afectación local (Fig 2.7(a) y 2.7(b).

$F_T = 1.00$

b) Si  $0.05 \leq \frac{H_t}{2L_u} \leq 0.45,$

dentro de la zona achurada de afectación local (Fig 2.7(a) y 2.7(b)).

$$F_T = 1 + \left[ \frac{H_t}{3.5(Z_t + L_1)} \right] \left( 1 - \frac{|X_t|}{L_2} \right) \quad (2.7)$$

c) Si  $\frac{H_t}{2L_u} > 0.45$

dentro de la zona de separación del flujo,  $L_s = H_t/4$ , (Fig 2.7(c)).

$$F_T = 1 + 0.71 \left( 1 - \frac{|X_t|}{L_2} \right) \quad (2.8)$$

dentro de la zona achurada de afectación local (Fig 2.7(c)), aplíquese la ecuación 2.7.

Las variables que intervienen en los casos anteriores y en las Figs 2.7 (a) a 2.7 (c), se definen como:

$H_t$	altura del promontorio o terraplén, medida verticalmente desde el inicio de la cuesta hasta la cresta, en m,
$L_u$	distancia horizontal en barlovento medida desde $H_t/2$ hasta la cresta del promontorio o terraplén, en m,
$X_t$	distancia horizontal en barlovento o sotavento, medida entre la estructura y la cresta del promontorio o terraplén (puede tener valor positivo o negativo), en m,
$L_1$	escala longitudinal para determinar la variación vertical de $F_T$ , se toma el valor mayor entre $0.36 L_u$ y $0.4 H_t$ , en m,
$L_2$	escala longitudinal para determinar la variación horizontal de $F_T$ , se toma igual a $4 L_1$ para promontorio o terraplén en barlovento e igual a $10 L_1$ para terraplenes en sotavento, en m, y
$Z_t$	altura de referencia de la estructura medida desde el nivel promedio del terreno, en m, esta altura puede ser la altura total de la estructura, $H$ , o la altura de referencia, medida desde el nivel del terreno hasta la altura promedio del techo de la estructura, $h$ .

## ZONA DE AFECTACIÓN LOCAL

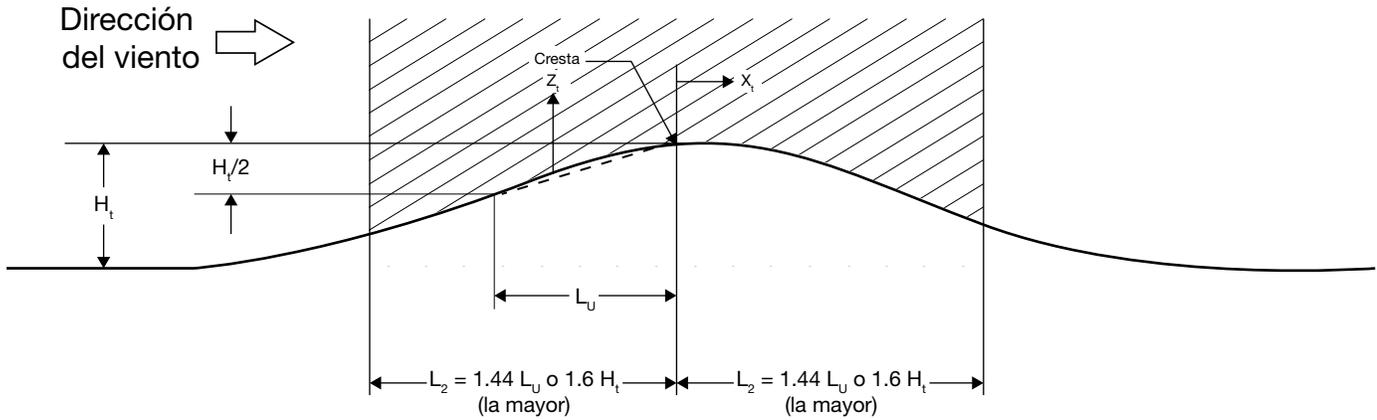


Figura 2.7(a) Promontorios.

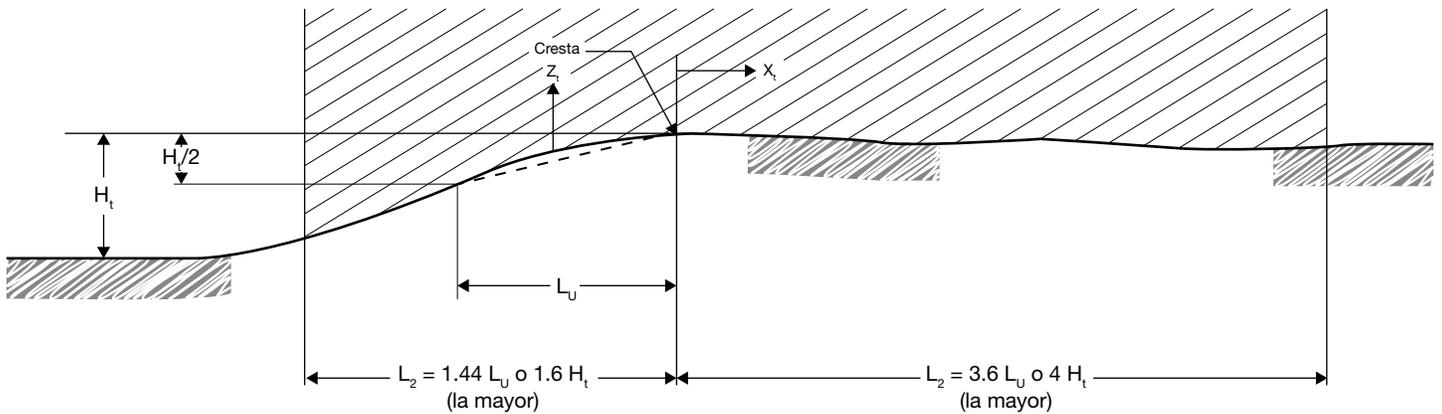
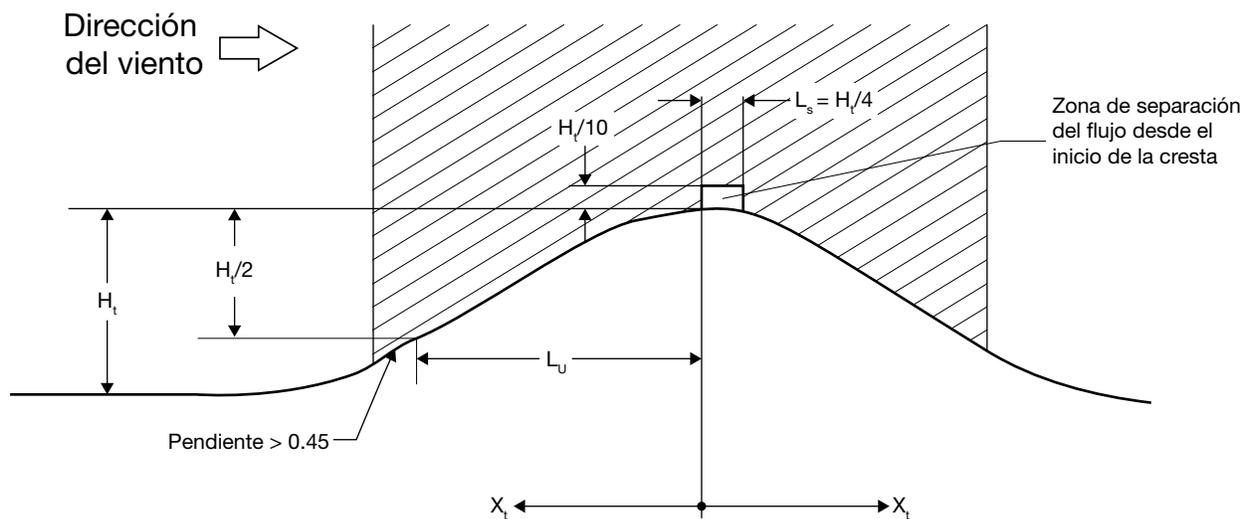


Figura 2.7(b) Terraplenes.

En la zona de sotavento de los terraplenes, a lo largo de la distancia  $L_2$ , la pendiente promedio no deberá exceder de 0.5.

## ZONA DE AFECTACIÓN LOCAL



**Figura 2.7(c)** Zona de separación del flujo para pendientes mayores que 0.45.

En los casos de sitios expuestos que no se apeguen a las condiciones anteriores, el factor de topografía podrá obtenerse utilizando alguno de los siguientes procedimientos:

1. Experimentos a escala en túneles de viento.
2. Mediciones realizadas directamente en el sitio.

Expertos en la materia deberán validar los resultados de cualquiera de estos procedimientos.

**SE DEBERÁ DE DEFINIR EL FACTOR DE EXPOSICIÓN:**

Frz

El factor de exposición local, Frz, es adimensional, establece la variación de la velocidad del viento con la altura, en función de la Categoría de terreno. Este factor se obtiene de acuerdo con las ecuaciones siguientes:

$$F_{rz} = C \quad \text{si } Z \leq 10 \quad (2.3)$$

$$F_{rz} = C \left(\frac{Z}{10}\right)^\alpha \quad \text{si } 10 < Z < \delta \quad (2.4)$$

$$F_{rz} = C \left(\frac{\delta}{10}\right)^\alpha \quad \text{si } Z \geq \delta \quad (2.5)$$

Donde:

- C Coeficiente de escala de rugosidad, adimensional,
- Z altura por encima del terreno natural, a la cual se desea conocer la velocidad de diseño, en m,
- $\alpha$  expone que determina la forma de la variación de la velocidad del viento con la altura, adimensional y
- $\delta$  altura medida a partir del nivel del terreno de desplante, por encima de la cual la variación de la velocidad del viento no es importante y puede suponerse constante; a esta altura se le conoce como altura gradiente, en m.

**Tabla 2.2, VALORES DE C,  $\alpha$  y  $\delta$**

CATEGORÍA DEL TERRENO	C	$\alpha$	$\delta$ (m)
1	1.142	0.061	280
2	1.000	0.095	350
3	0.832	0.140	410
4	0.668	0.192	470

Las variables  $\alpha$ ,  $\delta$  y C están en función de la rugosidad del terreno, cuyos valores recomendados se presentan en la tabla 2.2.

**TABLA I.5 CATEGORÍA DEL TERRENO SEGÚN SU RUGOSIDAD**

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS	LIMITACIONES
1	Terreno abierto, prácticamente plano, sin obstrucciones y superficies de agua.	Franjas costeras planas, bahías, zonas de pantanos o de lagos, campos aéreos, pastizales y tierras de cultivo sin setos o bardas, superficies nevadas planas.	Las obstrucciones existentes, tienen alturas menores que 1.5 m. La longitud mínima de este tipo de terreno en la dirección del viento debe ser de 2000 m o 20 veces la altura de la construcción por diseñar, la que sea mayor.
2	Terreno plano u ondulado con pocas obstrucciones.	Campos de cultivo o granjas con pocas obstrucciones tales como setos o bardas, árboles y construcciones dispersas.	Las obstrucciones existentes, tienen alturas de 1.5 a 5 m, la longitud mínima debe ser la mayor entre 1500 o 20 veces la altura de la construcción por diseñar.
3	Terreno cubierto por numerosas obstrucciones estrechamente espaciadas.	Áreas urbanas, suburbanas y de bosques, o cualquier terreno con numerosas obstrucciones estrechamente espaciadas. El tamaño de las construcciones corresponde al de las casas y viviendas.	Las obstrucciones existentes presentan alturas de 3 a 10 m. La longitud mínima de este tipo de terreno en la dirección del viento debe ser de 500 m o 20 veces la altura de la construcción, la que sea mayor.
4	Terreno con numerosas obstrucciones largas, altas y estrechamente espaciadas.	Grandes centros urbanos y complejos industriales bien desarrollados.	Por lo menos el 50% de los edificios tienen una altura mayor que 20 m. Las obstrucciones miden de 10 a 30 m de altura. La longitud mínima de este tipo de terreno en la dirección del viento debe ser la mayor entre 400 m y 20 veces la altura de la construcción.

**COMO SIGUIENTE PASO SE DEBERÁ DE DEFINIR LA VELOCIDAD REGIONAL, VR, PARA EL PERÍODO DE RETORNO REQUERIDO, DE 50 AÑOS.**

**DE**

**TABLA III. 1(a) VELOCIDADES REGIONALES DE LAS CIUDADES MÁS IMPORTANTES**

CIUDAD	CLAVE DEL OBSERVATORIO	LONGITUD	LATITUD	T10	T50	T200	Q5	Q15
Acapulco, Gro.	12002	-99.749	16.763	112.00	140.70	163.40	210.00	223.00
Aguascalientes, Ags.	1001	-102.291	21.851	111.40	134.40	152.70	193.00	204.00
Campeche, Camp.	4003	-90.507	19.837	100.90	126.80	154.80	210.00	226.00
Cd. Guzmán, Jal.	14030	-103.464	19.718	85.10	101.70	115.40	150.00	158.00
Cd. Juárez, Chih.		-106.729	31.654	126.06	140.91	152.92	181.30	187.69
Cd. Obregón, Son.	26020	-109.932	27.372	131.00	152.00	168.90	208.00	218.00
Cd. Victoria, Tamps.	28165	-99.170	23.742	108.10	127.60	143.60	182.00	191.00
Coatzacoalcos, Ver.	**30601	-94.511	18.140	122.80	140.00	153.90	188.00	196.00
Colima, Col.		-103.721	19.218	95.57	119.67	136.81	183.74	195.40
Colotlán, Jal.	14032	-103.268	22.108	126.20	147.30	164.10	202.00	211.00
Comitán, Chis.	7025	-92.135	16.232	86.40	98.40	108.30	136.00	142.00
Cozumel, Q. Roo	23005	-86.910	20.432	135.40	198.70	245.50	312.00	336.00
*Cuernavaca, Mor.	17726	-99.215	18.943	94.70	110.30	122.90	153.00	163.00
Culiacán, Sin.	25014	-107.441	24.635	102.20	130.80	154.90	204.00	219.00
Chapingo, Edo. Méx.	15021	-98.889	19.487	88.30	103.70	117.00	152.00	161.00
Chetumal, Q. Roo	23006	-88.328	18.500	96.40	150.10	189.70	251.00	273.00

CIUDAD	CLAVE DEL OBSERVATORIO	LONGITUD	LATITUD	T10	T50	T200	Q5	Q15
Chihuahua, Chih.	8040	-106.030	28.671	116.10	134.90	150.00	186.00	195.00
Chilpancingo, Gro.	12033	-99.514	17.572	112.90	129.70	143.30	177.00	185.00
Durango, Dgo.	10017	-104.600	24.062	110.60	126.20	138.90	171.00	178.00
Ensenada, B.C.	2025	-116.530	31.850	81.00	96.80	109.60	142.00	150.00
Guadalajara, Jal.	14065	-103.392	20.707	92.80	107.60	119.70	151.00	158.00
Guanajuato, Gto.	11024	-101.266	21.014	137.90	157.00	171.50	204.00	211.00
*Guaymas, Son.	**26602	-110.943	27.915	97.90	123.60	146.80	195.00	209.00
Hermosillo, Son.	26040	-110.930	29.078	89.20	106.60	120.70	156.00	165.00
Jalapa, Ver.	30075	-96.904	19.513	112.00	131.30	146.60	183.00	191.00
La Paz, B.C.	3025	-110.321	24.129	124.80	165.00	195.00	248.00	264.00
Lagos de Moreno, Jal.	14083	-101.942	21.348	119.00	134.30	146.70	178.00	185.00
*León, Gto.		-101.736	21.122	120.66	137.52	152.80	181.64	189.22
Manzanillo, Col.	6018	-104.319	19.044	137.20	184.20	218.30	274.00	292.00
Mazatlán, Sin.	25062	-106.411	23.217	124.60	172.60	207.50	265.00	284.00
Mérida, Yuc.	31019	-89.652	20.947	123.10	164.20	197.30	259.00	278.00
*Mexicali, B.C.	**2504	-115.590	32.614	110.20	123.20	133.70	161.00	167.00
México, D.F.	9048	-99.197	19.404	104.10	118.80	130.80	161.00	169.00
* Monclova, Coah.	5019	-101.434	26.900	122.90	143.00	159.20	197.00	206.00
Monterrey, N.L.	19052	-100.272	25.683	126.20	147.50	164.50	203.00	213.00
Morelia, Mich.	16080	-101.183	19.722	93.00	108.10	120.50	152.00	160.00
Nvo. Casas Gdes, Chih.	8107	-107.931	30.377	121.60	141.90	158.10	195.00	205.00
Oaxaca, Oax.	20078	-96.721	17.002	115.50	129.00	140.00	169.00	175.00
Orizaba, Ver.	30120	-97.098	18.866	129.80	152.70	171.10	211.00	222.00
Pachuca, Hgo.	13022	-98.750	20.088	90.30	103.50	114.30	143.00	150.00
*Parral de Hgo., Chih	8078	-105.677	26.919	127.40	149.20	166.50	205.00	214.00
Piedras Negras, Coah.	5025	-100.549	28.684	171.80	193.60	209.10	241.00	248.00
Progreso, Yuc.	31023	-89.654	21.277	130.00	189.60	231.40	299.00	324.00
Puebla, Pue.	21.065	-98.163	19.055	99.80	114.30	126.00	156.00	163.00
Puerto Cortés, B.C.	**3602	-111.830	24.480	118.60	153.30	180.70	232.00	247.00
*Puerto Vallarta, Jal.		-105.260	20.641	114.16	145.71	170.34	216.36	229.81
Querétaro, Qro.	22013	-100.369	20.563	117.80	137.60	153.30	190.00	198.00
Río Verde, S.L.P.		-99.988	21.930	117.68	137.12	155.12	186.94	195.92
Salina Cruz, Oax.	20100	-95.227	16.162	108.30	127.10	142.30	179.00	188.00
Saltillo, Coah.	5034	-101.024	25.351	119.50	137.50	151.90	186.00	195.00
S.C. de las Casas, Chis.	7144	-92.637	16.725	82.10	95.30	106.10	135.00	141.00
S. Luis Potosí, S.L.P.	24070	-100.987	22.176	129.20	151.20	168.90	209.00	219.00
S. la Marina, Tamps.	28092	-98.208	23.764	109.70	133.60	165.30	225.00	243.00
Tampico, Tamps.	28110	-97.925	22.387	128.80	154.90	181.90	240.00	260.00
Tamuín, S.L.P.	24140	-98.783	22.017	110.00	126.50	140.00	174.00	182.00
Tapachula, Chis.	7164	-92.296	14.887	86.20	101.50	113.90	145.00	153.00
Tepic, Nay.	18039	-104.884	21.519	112.50	132.50	148.80	187.00	197.00
Tlaxcala, Tlax.	29031	-98.247	19.325	74.10	86.10	95.90	123.00	129.00
Toluca, Edo. Méx.	15126	-99.714	19.291	84.10	96.10	105.80	133.00	139.00
Torreón, Coah.	5040	-103.416	25.520	133.00	156.40	175.10	215.00	227.00

CIUDAD	CLAVE DEL OBSERVATORIO	LONGITUD	LATITUD	T10	T50	T200	Q5	Q15
Tulancingo, Hgo.	13041	-98.357	20.084	95.50	108.90	119.80	149.00	156.00
Tuxpan, Ver.	30190	-97.417	20.960	96.90	129.50	163.50	223.00	243.00
*Tuxtla Gutz., Chis	7165	-93.147	16.763	111.40	127.50	140.30	172.00	179.00
Valladolid, Yuc.	31036	-88.216	20.693	107.80	153.60	189.30	250.00	270.00
Veracruz, Ver.	30192	-96.111	19.143	161.20	180.00	193.80	224.00	232.00
*Villahermosa, Tab	27083	-92.921	17.981	112.40	130.80	145.50	181.00	189.00
Zacatecas, Zac.	32031	-102.567	22.779	119.80	139.10	154.70	191.00	200.00

**NOTAS:**

(\*) En estas ciudades no existen o son escasos los registros de velocidades de viento, por lo que éstas se obtuvieron de los mapas de isotacas.

## CÁLCULO DE LA CORRECCIÓN DE DENSIDAD G Y OBTENCIÓN DE LA PRESIÓN DINÁMICA BASE, $q_z$

$$q_z = 0.0048 G V_D \text{ (en Kg/m}^2\text{)}$$

Donde:

- G** es el factor de corrección por temperatura y por altura con respecto al nivel del mar, adimensional.
- $V_D$**  la velocidad de diseño, en Km/h
- $q_z$**  la presión dinámica de base a una altura Z sobre el nivel del terreno, en Km/m<sup>2</sup>

El factor de 0.0048 corresponde a un medio de la densidad del aire y el valor de G se obtiene de la expresión:

$$G = \frac{0.392 \Omega}{273 + \tau}$$

donde:

- $\Omega$  es la presión biométrica, en mm de Hg
- $\tau$  la temperatura ambiental en °C.

En la tabla 1.7 se presenta la relación entre los valores de la altitud,  $h_m$ , en metros sobre el nivel del mar, msnm y la presión barométrica,  $\Omega$ .

### NOTAS:

En caso de no contar con  $\tau$  se puede hacer una aproximación de G con la siguiente fórmula, donde "h" es la altura del lugar sobre el nivel del mar (kmsnm) en km.

### TABLA I.7 RELACIÓN ENTRE ALTITUD Y LA PRESIÓN BAROMÉTRICA

ALTITUD ( msnm )	PRESIÓN BAROMÉTRICA (mm de Hg)
0	760
500	720
1000	675
1500	635
2000	600
2500	565
3000	530
3500	495

### NOTAS:

Se puede interpolar para valores intermedios de la altitud,  $h_m$

**TABLA III.1(b) UBICACIÓN, ALTITUD Y TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE LAS CIUDADES MÁS IMPORTANTES**

CIUDAD	CLAVE DEL OBSERVATORIO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD (msnm)	TEMP. MÍNIMA DIARIA (°C)
Acapulco, Gro.	12002	-99.749	16.763	3	10.7
Aguascalientes, Ags.	1001	-102.291	21.851	1874	0.6
Campeche, Camp.	4003	-90.507	19.837	5	13.7
Cd. Guzmán, Jal.	14030	-103.464	19.718	1515	3.8
Cd. Juárez, Chih.		-106.729	31.654	11.28	-1.8
Cd. Obregón, Son.	26020	-109.932	27.372	38	7.7
Cd. Victoria, Tamps.	28.165	-99.170	23.742	337	4.0
Coatzacoalcos, Ver.	**30601	-94.511	18.140	37	10.3
Colima, Col.		-103.721	19.218	500	7.3
Colotlán, Jal.	14032	-103.268	22.108	1673	9.3
Comitán, Chis.	7025	-92.135	16.232	1607	2.3
Cozumel, Q. Roo	23005	-86.910	20.432	8	11.9
*Cuernavaca, Mor.	17726	-99.215	18.943	1618	7.8
Culiacán, Sin.	25014	-107.441	24.635	39	8.1
Chapingo, Edo. Méx.	15021	-98.889	19.487	2250	-2.0
Chetumal, Q. Roo	23006	-88.328	18.500	9	11.6
Chihuahua, Chih.	8040	-106.030	28.671	1372	-1.0
Chilpancingo, Gro.	12033	-99.514	17.572	1265	9.1
Durango, Dgo.	10017	-104.600	24.062	1872	-2.7
Ensenada, B.C.	2025	-116.530	31.850	184	5.3
Guadalajara, Jal.	14065	-103.392	20.707	1551	3.5
Guanajuato, Gto.	11024	-101.266	21.014	1984	3.1
*Guaymas, Son.	**26602	-110.943	27.915	3	7.9
Hermosillo, Son.	26040	-110.930	29.078	211	6.3
Jalapa, Ver.	30075	-96.904	19.513	1360	4.6
La Paz, B.C.	3026	-110.321	24.129	24	8.0
Lagos de Moreno, Jal.	14083	-101.942	21.348	1920	-0.6
*León, Gto.		-101.736	21.122	1807	4.4
Manzanillo, Col.	6018	-104.319	19.044	2244	9.8

**TABLA III.1(b) CONTINUACIÓN**

CIUDAD	CLAVE DEL OBSERVATORIO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD (msnm)	TEMP. MÍNIMA DIARIA (°C)
Mazatlán, Sin.	25062	-106.411	23.217	2	17.2
Mérida, Yuc.	31019	-89.652	20.947	12	9.2
Mexicali, B.C.	**2504	-115.590	32.614	50	0.9
México, D.F.	9048	-99.197	19.404	2232	0.0
Monclova, Coah.	5019	-101.434	26.900	615	8.8
Monterrey, N.L.	19052	-100.272	25.683	500	2.8
Morelia, Mich.	16080	-101.183	19.722	1913	4.2
Nvo. Casas Gdes, Chih.	8107	-107.931	30.377	1456	-4.0
Oaxaca, Oax.	20078	-96.721	17.002	1530	5.1
Orizaba, Ver.	30120	-97.098	18.866	1259	2.8
Pachuca, Hgo.	13022	-98.750	20.088	2368	-3.0
Parral de Hgo., Chih	8078	-105.677	26.919	1785	-4.8
Piedras Negras, Coah.	5025	-100.549	28.684	247	-0.7
Progreso, Yuc.	31023	-89.654	21.277	0	10.4
Puebla, Pue.	21065	-98.163	19.055	2179	0.2
Puerto Cortés, B.C.	**3602	-111.830	24.480	3	7.0
Puerto Vallarta, Jal.		-105.260	20.641	8	13.3
Querétaro, Qro.	22013	-100.369	20.563	1824	4.4
Río Verde, S.L.P.		-99.988	21.930	990	0.5
Salina Cruz, Oax.	20100	-95.227	16.162	8	11.7
Saltillo, Coah.	5034	-101.024	25.351	1790	-1.9
S.C. de las Casas, Chis.	7144	-92.637	16.725	2115	9.1
S. Luis Potosí, S.L.P.	24070	-100.987	22.176	1883	4.5
S. la Marina, Tamps.	28092	-98.208	23.764	20	5.6
Tampico, Tamps.	28110	-97.925	22.387	6	10.7
Tamuín, S.L.P.	24140	-98.783	22.017	29	8.9
Tapachula, Chis.	7164	-92.296	14.887	118	8.5
Tepic, Nay.	18039	-104.884	21.519	915	5.1
Tlaxcala, Tlax.	29031	-98.247	19.325	2248	-5.0

**TABLA III.1(b) CONTINUACIÓN**

CIUDAD	CLAVE DEL OBSERVATORIO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD (msnm)	TEMP. MÍNIMA DIARIA (°C)
Toluca, Edo. Méx.	15126	-99.714	19.291	2726	6.6
Torreón, Coah.	5040	-103.416	25.520	1123	-2.4
Tulancingo, Hgo.	13041	-98.357	20.084	2214	-1.5
Tuxpan, Ver.	30190	-97.417	20.960	10	7.3
*Tuxtla Gutz., Chis	7165	-93.147	16.763	569	12.6
Valladolid, Yuc.	31036	-88.216	20.693	27	13.0
Veracruz, Ver.	30192	-96.111	19.143	16	10.2
*Villahermosa, Tab	27083	-92.921	17.981	2397	14.1
Zacatecas, Zac.	32031	-102.567	22.779	2612	0.5

### FUERZAS SOBRE CONSTRUCCIONES CERRADAS:

Las fuerzas que se ejercen sobre los elementos de estructuras cerradas tales como muros y techos, dispuestos de tal manera que forman una construcción prismática, serán las resultantes de las presiones actuantes sobre sus superficies exteriores e interiores, estos elementos no necesariamente son impermeables, pueden tener aberturas (ventanas o puertas) por donde el flujo del viento puede penetrar y generar presiones interiores, dichas fuerzas deberán calcularse de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$F_{es} = \sum (p_z A_{ref})$$

con:  $p_z = (p_e - p_i)$  para construcciones cerradas, o  $p_z = p_n$  para el caso de una construcción abierta donde se aplique la presión neta en donde  $F_{es}$  es la fuerza de viento que actúa perpendicularmente a la superficie de un elemento estructural en kg,  $p_z$  la presión de diseño actuante determinada principalmente por la forma de la construcción y un coeficiente de presión adimensional, dado en kg/m<sup>2</sup>,  $p_e$  = presión exterior en kg/m<sup>2</sup>,  $p_i$  = presión interior en kg/m<sup>2</sup>.

$A_{ref}$  = el área de la estructura o parte de ella, en m<sup>2</sup>, a la altura Z, sobre la que actúa la presión,  $p_z$ , Ella corresponde:

a) a una parte de las superficies de la construcción; la presión de diseño que corresponde a una velocidad y dirección del viento dada, es afectada por el coeficiente de presión exterior o interior,  $C_{pe}$  o  $C_{pi}$ , el cual a su vez depende de la forma de la estructura,

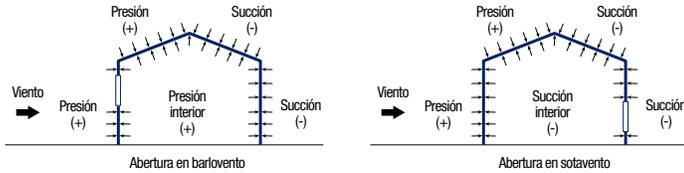
b) a la superficie de la construcción o de un elemento estructural, proyectada sobre un plano normal al flujo del viento; la presión de diseño es afectada por el coeficiente de arrastre,  $C_a$ , según la forma de la construcción o del elemento estructural.

c) a las superficies que se indiquen en los incisos correspondientes cuando se empleen coeficientes de fuerza,  $C_f$ , o coeficientes de presión neta,  $C_{pn}$ , para evaluar la fuerza total de diseño.

Las fuerzas y los momentos de volteo totales que actúan sobre una construcción deberán obtenerse sumando los efectos de las presiones exteriores e interiores, o de las presiones netas, que se presentan sobre sus superficies.

La convención de signos para presiones exteriores e interiores que se adopta, es que estas serán positivas cuando ejerzan un empuje y negativas cuando ejerzan una succión en la superficie sobre la que actúan.

En la siguiente imagen se muestra la convención de signos adoptada, la cual ya está considerada en los valores de los coeficientes de presión definidos en este capítulo, de esta manera la ecuación  $p_z = p_e - p_i$ , se aplica conservando el signo negativo.



**PRESIÓN EXTERIOR,  $P_e$** , sobre una de las superficies de una construcción cerrada se calculará utilizando la siguiente ecuación:

$$P_e = C_{pe} K_A K_L K_{ra} q_z$$

donde:

$P_e$  = es la presión exterior en kg/m<sup>2</sup>

$C_{pe}$  = coeficiente de presión exterior, adimensional

$K_A$  = factor de reducción de presión por tamaño de área, adimensional

$K_L$  = factor de presión local, adimensional

$K_{ra}$  = factor de presión para recubrimientos y anclajes, adimensional

$q_z$  = presión dinámica de base del viento en kg/m<sup>2</sup>

**TABLA I.8. COEFICIENTE DE PRESIÓN EXTERIOR,  $C_{pe}$ , PARA MUROS EN BARLOVENTO Y SOTAVENTO DE CONSTRUCCIONES CON PLANTA RECTANGULAR CERRADA.**

MURO	DIRECCIÓN DEL VIENTO ( $\Theta$ ), EN GRADOS	INCLINACIÓN DEL TECHO ( $\gamma$ ), EN GRADOS	d/b	$C_{pe}$
BARLOVENTO	Dirección del viento ( $\Theta$ ), en grados	Cualquiera	Cualquiera	0.80
SOTAVENTO	Normal ( $\Theta = 0^\circ$ ) a la cumbrera, para techos a una o dos aguas	$0^\circ \leq \gamma < 10^\circ$	$\leq 1.0$	-0.50
			= 2	-0.30
			$\geq 4$	-0.20
	Normal ( $\Theta = 0^\circ$ ) o paralela ( $\Theta = 90^\circ$ ) a la cumbrera, para techos a cuatro aguas	$10^\circ \leq \gamma \leq 15^\circ$ $20^\circ$ $\geq 25^\circ$	Cualquiera	-0.30
			$\leq 0.1$	-0.40
			$\geq 0.3$	-0.75
Paralela ( $\Theta = 90^\circ$ ) a la cumbrera, para techos a una o dos aguas	Cualquiera	$\leq 0.1$	-0.50	
		= 2	-0.30	
		$\geq 4$	-0.20	

**NOTAS:**

1. Esta tabla se aplica con ayuda de la figura I.8.
2. Para valores intermedios de d/b y  $\gamma$ , los valores del coeficiente  $C_{pe}$  pueden interpolarse linealmente.

**TABLA I.9. COEFICIENTE DE PRESIÓN EXTERIOR,  $C_{pe}$ , PARA ZONAS DE MUROS LATERALES DE CONSTRUCCIONES CON PLANTA RECTANGULAR CERRADA.**

Distancia horizontal a lo largo de un muro lateral medida a partir de la arista común con el muro de barlovento.	Coficiente de presión exterior $C_{pe}$
de 0 a 1 H	-0.65
de 1 H a 2 H	-0.50
de 2 H a 3 H	-0.30
> 3 H	-0.20

**NOTAS:**

1. La tabla se aplica con ayuda de la figura I.9.
2. La distancia horizontal se determina en función de la altura de la construcción, H, la cual a su vez se calcula según la fig. I.8.

**TABLA I.10A COEFICIENTE DE PRESIÓN EXTERIOR,  $C_{pe}$ , PARA ZONAS DE TECHOS DE CONSTRUCCIONES CON PLANTA RECTANGULAR CERRADA. CUBIERTA DE BARLOVENTO (CB) Y CUBIERTA DE SOTAVENTO (CS) PARA  $\gamma < 10^\circ$ . CUBIERTAS TRANSVERSALES (CT) DE TECHOS A UNA O DOS AGUAS Y CUALQUIER ÁNGULO  $\gamma$ .**

INCLINACIÓN DEL TECHO, CUBIERTA DE BARLOVENTO (CB) ( $\gamma$ )	RELACIÓN H/d	$C_{pe}$		ZONA E INCLINACIÓN DEL TECHO		RELACIÓN H/d	DISTANCIA HORIZONTAL SOBRE EL TECHO MEDIDA A PARTIR DE LA ARISTA SUPERIOR DEL MURO DE BARLOVENTO	$C_{pe}$		
		CASO 1	CASO 2	CUBIERTA TRANSVERSAL (CT) DE TECHOS A UNA O DOS AGUAS	CUBIERTA TRANSVERSAL (CT) DE TECHOS A UNA O DOS AGUAS			CASO 1	CASO 2	
10°	≤0.25	-0.70	-0.30			≤0.5	0 a 0.5 h	-0.90	-0.40	
15°		-0.50	0.00				0.5 h a 1 h	-0.90	-0.40	
20°		-0.30	0.20				1 h a 2 h	-0.50	-0.00	
25°		-0.20	0.30				2 h a 3 h	-0.30	-0.10	
30°		-0.20	0.40				> 3 h	-0.20	-0.20	
35°		0.00	0.50							
≥45°		0.00	0.80 sen $\gamma$							
10°	0.50	-0.90	-0.40							
15°		-0.70	-0.30							
20°		-0.40	0.00							
25°		-0.30	0.20	CUALQUIERA	0° ≤ $\gamma$ < 10°					
30°		-0.20	0.30							
35°		-0.20	0.40					0 a 0.5 h	-1.30	-0.60
≥45°		0.00	0.80 sen $\gamma$							
10°	≥1.0	-1.30	-0.60			≥1.0	0.5 h a 1 h	-0.70	-0.30	
15°		-1.00	-0.50				1 h a 2 h	(-0.70)	(-0.30) <sup>(1)</sup>	
20°		-0.70	-0.30				2 h a 3 h	(-0.70)	(-0.30)	
25°		-0.50	0.00				> 3 h	(-0.70)	(-0.30)	
30°		-0.30	0.20							
35°		-0.20	0.30							
≥45°		0.00	0.80 sen $\gamma$							

**TABLA I.10B COEFICIENTE DE PRESIÓN EXTERIOR,  $C_{pe}$ , PARA ZONAS DE TECHOS DE CONSTRUCCIONES CON PLANTA RECTANGULAR CERRADA. CUBIERTA DE SOTAVENTO (CS) PARA  $\gamma \geq 10^\circ$ . CUBIERTAS TRANSVERSALES (CT) DE TECHOS A CUATRO AGUAS Y ÁNGULO  $\gamma \geq 10^\circ$ .**

ZONA E INCLINACIÓN DEL TECHO	CUBIERTA DE SOTAVENTO (CS) ( $\gamma$ )	RELACIÓN H/d	ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE LA CUBIERTA ( $\gamma$ )	COEFICIENTE DE PRESIÓN EXTERIOR ( $C_{pe}$ )
INCLINACIÓN DEL TECHO CUBIERTA TRANSVERSAL (CT) DE TECHOS A CUATRO AGUAS ( $\gamma$ )				
			10°	-0.30
			15°	-0.50
		≥25	20°	-0.60
			≥25°	-0.60 para $b/d \leq 3$ -0.06 (7+b/d) para $3 < b/d < 8$ -0.90 para $b/d \leq 8$
			10°	-0.50
			15°	-0.50
			20°	-0.60
$\gamma \geq 10^\circ$	$\gamma \geq 10^\circ$	≥50	≥25°	-0.60 para $b/d \leq 3$ -0.06 (7+b/d) para $3 < b/d < 8$ -0.90 para $b/d \leq 8$
			10°	-0.70
			15°	-0.60
		≥1.00	20°	-0.60
			≥25°	-0.60 para $b/d \leq 3$ -0.06 (7+b/d) para $3 < b/d < 8$ -0.90 para $b/d \leq 8$

**TABLA I.11 FACTOR DE REDUCCIÓN, KA, PARA TECHOS Y MUROS LATERALES.**

Área tributaria en m2 A	Factor de reducción KA
<10	1.0
25	0.9
≥100	0.8

Puede interpolarse para valores intermedios del área tributaria, A.

El factor de presión local, KL, se obtendrá de la tabla I.12 y afectará sólo a las presiones exteriores, las cuales a su vez se combinarán con las interiores. Sin embargo, se tomará como 1.0 si la combinación de presiones exteriores e interiores resulta así más desfavorable.

La presión exterior, pe, se verá afectada por el factor KL, cuando se diseñen los siguientes elementos de una construcción dada:

- Estructura principal que soporta techos y muros laterales.
- Recubrimientos de los techos y muros laterales.
- Elementos que sostienen los recubrimientos (tales como largueros).
- Sistemas de sujeción de los recubrimientos.

**TABLA I.12 FACTOR DE REDUCCIÓN, KA, PARA TECHOS Y MUROS LATERALES.**

Presión externa	Casos	Referencia de las áreas	Relación de aspecto h/D	Área de afectación (Ar)	Proximidad al borde	KL
Empuje (+)	1	MBA1	Cualquiera	$\leq 0.25 a_0^2$	Cualquiera	1.50
Succión (-)	2	CBC1	Cualquiera	$\leq 0.25 a_0^2$	<a <sub>0</sub> a partir de los bordes de esquina	3.00
	3	CBA1	Cualquiera	$\leq a_0^2$	<a <sub>0</sub>	1.50
	4	CBA2	Cualquiera	$\leq 0.25 a_0^2$	<0.50 a <sub>0</sub>	2.00
	5	CSA3	Cualquiera	$\leq a_0^2$	<a <sub>0</sub>	1.50
	6	CSA4	Cualquiera	$\leq 0.25 a_0^2$	<0.50 a <sub>0</sub>	2.00
	7	MLA1	≤1	$\leq a_0^2$	<a <sub>0</sub>	1.50
	8	MLA2		$\leq 0.25 a_0^2$	<0.50 a <sub>0</sub>	2.00
	9	MLA3		$\leq 0.25 a_0^2$	<a <sub>0</sub>	1.50
	10	MLA4	>1	$\leq a_0^2$	<a <sub>0</sub>	2.00
	11	MLA5		$\leq 0.25 a_0^2$	<0.50 a <sub>0</sub>	3.00
Todas las áreas, empuje o succión.	12	---	Cualquiera	---	---	1.00

Cuando el área de un elemento de recubrimiento, o de un miembro de soporte de éste, exceda las áreas de afectación dadas en la tabla I.12, el factor de presión local, KL, será igual a 1.0 para el área restante de dicho elemento.

Al aplicar el factor de presión local, el límite negativo del producto KL\*Cpe será de -3.0.

**FACTOR DE PRESIÓN PARA RECUBRIMIENTOS Y ANCLAJES, Kra**

La presión interior, Pi se calculará utilizando la siguiente expresión:

El factor de presión para recubrimientos y anclajes, Kra, es igual a 1.50 y afectará tanto a las presiones exteriores como a las interiores. La velocidad regional, VR, para el diseño de recubrimientos y sus anclajes, se obtendrá para el periodo de retorno fijo que corresponda.

Las presiones exteriores e interiores, pe y pi, serán afectados por el factor Kra, cuando se diseñen los siguientes elementos:

- Recubrimientos de techos y muros de barlovento, sotavento y laterales.
- Sistemas de sujeción de los recubrimientos (anclajes).

## PRESIONES INTERIORES

La presión interior,  $P_i$  se calculará utilizando la siguiente expresión:

$$p_i = C_{pi} K_{ra} q_z$$

donde:

- $P_i$  = es la presión interior, en kg/m<sup>2</sup>
- $C_{pi}$  = es el coeficiente de presión interior, adimensional,
- $K_{ra}$  = es el factor para recubrimientos y anclajes, adimensional
- $q_z$  = presión dinámica de base, en kg/m<sup>2</sup>,

## PERMEABILIDAD

Si en una estructura existen huecos o hendiduras que permiten que el flujo de viento penetre a su interior, entonces se presentan presiones interiores que pueden alcanzar magnitudes importantes o actuar simultáneamente con las exteriores provocando condiciones desfavorables, por lo que deberán tomarse en cuenta. La permeabilidad de una superficie se determina como el cociente entre el área de las hendiduras y huecos, resultado de las tolerancias normales de la construcción, y el área total de esa superficie; dado que en la práctica es difícil evaluarla, en la tabla I.13 (a) se incluyen diferentes casos que, en forma cualitativa, toman en cuenta la permeabilidad de las superficies expuestas.

## IMPERMEABILIDAD

Se considera como superficie impermeable aquella en la que el cociente del área abierta y el área total de la superficie es menor que 0.001.

**TABLA I.13(a) COEFICIENTE DE PRESIÓN INTERNA,  $C_{pi}$ , PARA CONSTRUCCIONES CON PLANTA RECTANGULAR CERRADA Y MUROS PERMEABLES SIN ABERTURAS MAYORES AL 0.5% DEL ÁREA DEL MURO Y EL TECHO IMPERMEABLE.**

Condiciones de permeabilidad posibles	Coefficiente de presión interior $C_{pi}$
1. Un muro permeable, los otros impermeables: a) Muro de barlovento permeable b) Muro de barlovento impermeable (Casos a y b de la Fig 3.6)	$C_{pi}$ -0.3
2. Dos o tres muros igualmente permeables, el (los) otro (s) impermeable (s) a) Muro de barlovento permeable b) Muro de barlovento impermeable (Casos c y d de la Fig 3.6)	-0.10 ó 0.20 según lo que produzca la combinación de carga más desfavorable. -0.30
3. Todos los muros permeables (Casos e de la Fig 3.6)	-0.3 ó 0.00, según lo que produzca la combinación de carga más desfavorable
4. Construcciones selladas eficientemente y que tengan ventanas que no puedan abrirse (Casos f de la Fig 3.6)	-0.20 ó 0.00, según lo que produzca la combinación de carga más desfavorable

Es importante remarcar que esta presión interior se considera sobre todas las superficies interiores de la construcción y que, para diseñar las estructuras y sus recubrimientos, deberá tomarse en cuenta que las presiones interiores actúan simultáneamente con las exteriores descritas anteriormente. Presiones exteriores. debiéndose seleccionar la combinación de ellas que resulte más desfavorable. Asimismo, para su cálculo se considerará la altura de referencia (poner h con línea arriba).

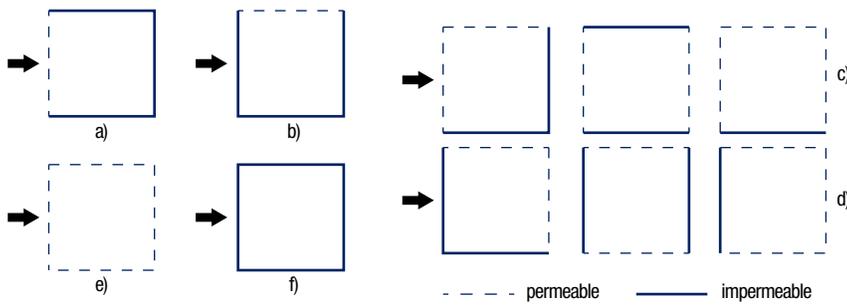
Los distintos valores del coeficiente de presión interior,  $C_{pi}$ , se dan en las tablas I.13(a) y I.13(b); la primera de ellas se aplica cuando las superficies son impermeables o permiten pequeñas filtraciones de viento al interior de la construcción -no son impermeables-, mientras que la segunda es aplicable cuando existen aberturas de tamaño considerable sobre las superficies que conforman la estructura.

## ABERTURAS

Se consideran como tales las puertas y ventanas abiertas, ventilas para aire acondicionado y sistemas de ventilación, aberturas en los recubrimientos, entre otras.

### ABERTURAS DOMINANTES

Se considera de este tipo, cuando el cociente del área abierta y el área total de la superficie es mayor que 0.005. Una abertura dominante no necesariamente es gran es grande, también puede presentarse como resultado de un escenario particular al producirse una abertura mientras otras están cerradas.



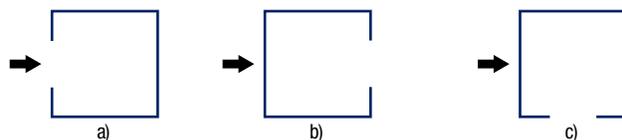
**Figura 3.6** Ejemplos que muestran diferentes casos de permeabilidad en muros de edificaciones. La flecha indica la dirección del viento.

**TABLA I.13(B) COEFICIENTE DE PRESIÓN INTERIOR,  $C_{pe}$ , PARA CONSTRUCCIONES CON PLANTA RECTANGULAR CERRADA Y ABERTURAS DOMINANTES MAYORES AL 0.5% DEL ÁREA DEL MURO O TECHO CORRESPONDIENTE.**

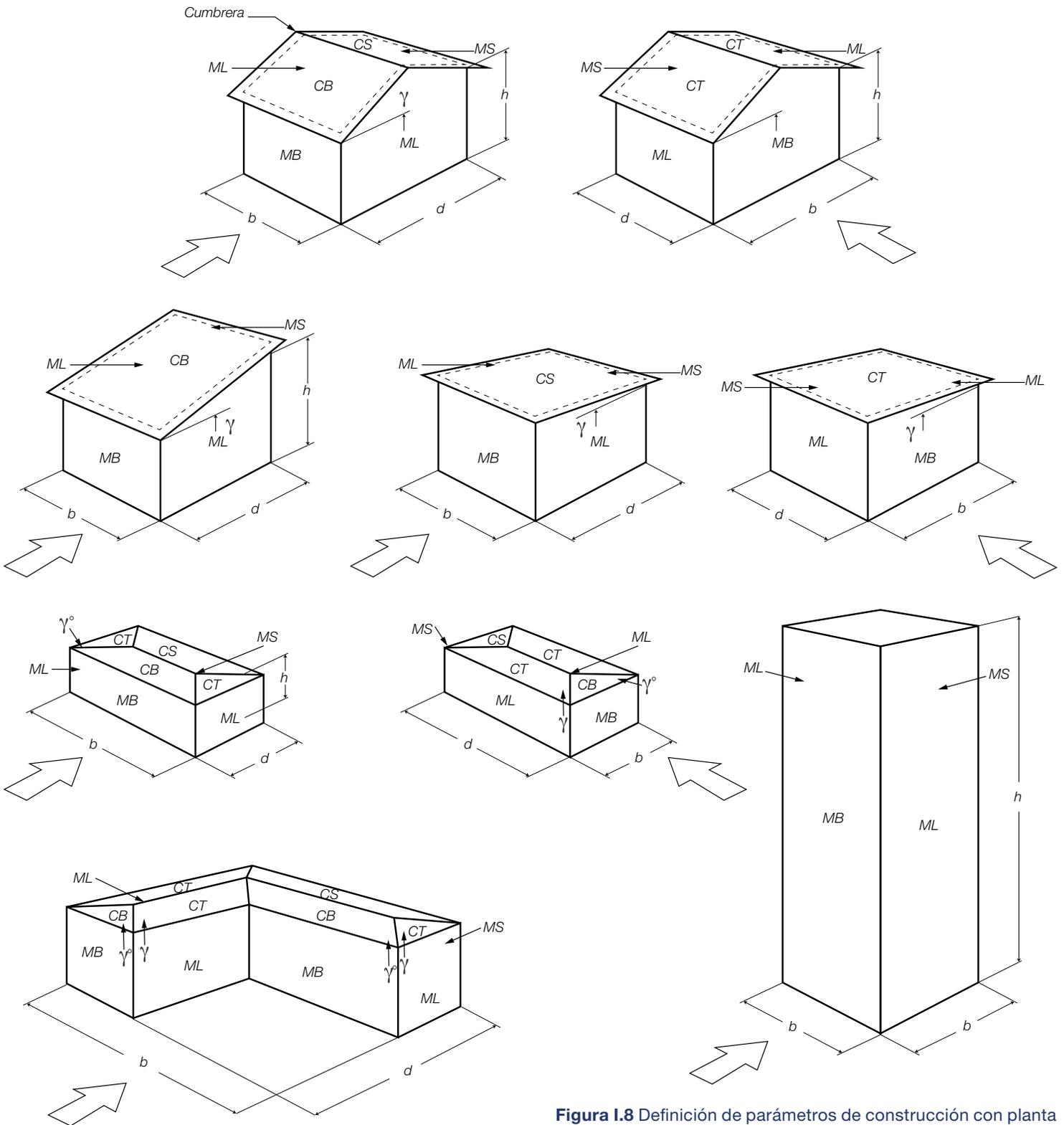
Ubicación de las aberturas dominantes	Relación entre el área de aberturas dominantes en una superficie y la suma de las áreas de las aberturas del techo y de los otros muros (Incluyendo el área de posible permeabilidad)						
	$\leq 0.5$		1		2	3	$\leq 6$
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2			
a) En el muro de barlovento (MB); (Fig 3.7 (a))	-0.30	0.00	-0.10	0.20	$0.70 C_{pe}$	$0.85 C_{pe}$	$C_{pe}$
b) En el muro de sotavento (MS); (Fig 3.7 (b))	-0.30	0.00	-0.30	0.00	$C_{pe}$	$C_{pe}$	$C_{pe}$
c) En un muro lateral (ML); (Fig 3.7 (c))	-0.30	0.00	-0.30	0.00	$C_{pe}$	$C_{pe}$	$C_{pe}$
d) En el techo	-0.30	0.00	-0.30	0.00	$C_{pe}$	$C_{pe}$	$C_{pe}$

**NOTAS:**

1. El valor de  $C_{pe}$  que se seleccione debe corresponder al de la superficie con la mayor abertura dominante. Por ejemplo, para el caso en el que la abertura dominante se ubique en el muro en sotavento, cuando la relación entre el área total de las aberturas dominantes y el área total del techo y de los otros muros sea 2, el  $C_{pe}$  será igual a  $C_{pe}$ , en donde el valor del  $C_{pe}$  deberá tomarse de la tabla 3.2 para muros en sotavento.
2. Dado que en las tablas 3.3 y 3.4  $C_{pe}$  varía según la zona de la superficie, para calcular el  $C_{pe}$  deberá localizarse, en la superficie en cuestión, el centroide de las aberturas y tomar el valor correspondiente a esa posición.



**Figura 3.7** Ejemplos que muestran diferentes casos de aberturas en muros de edificaciones. La flecha indica la dirección del viento.

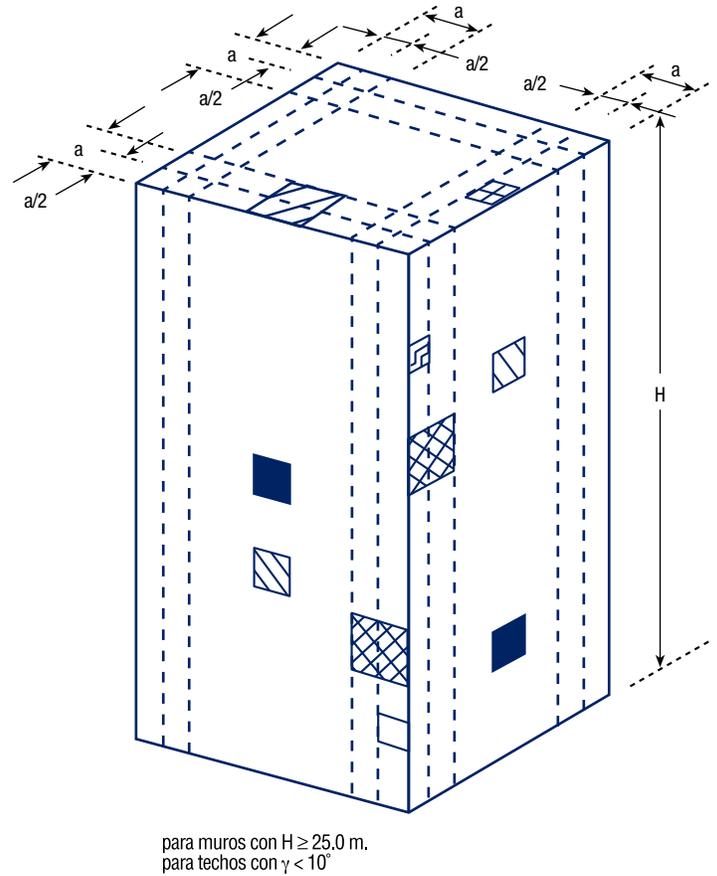
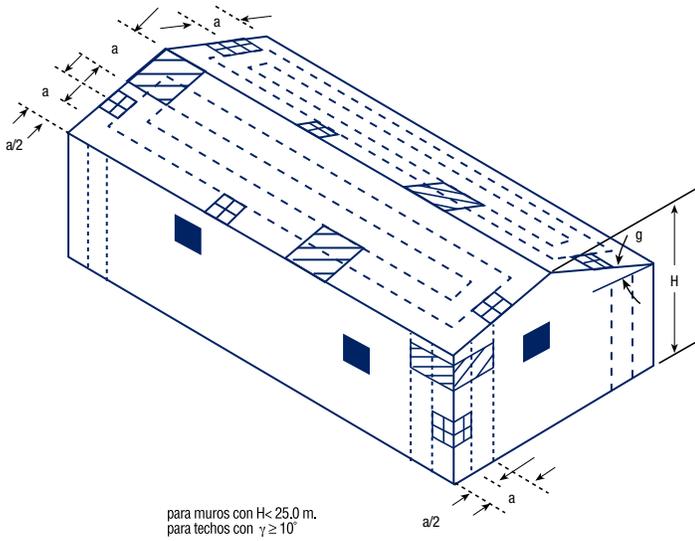
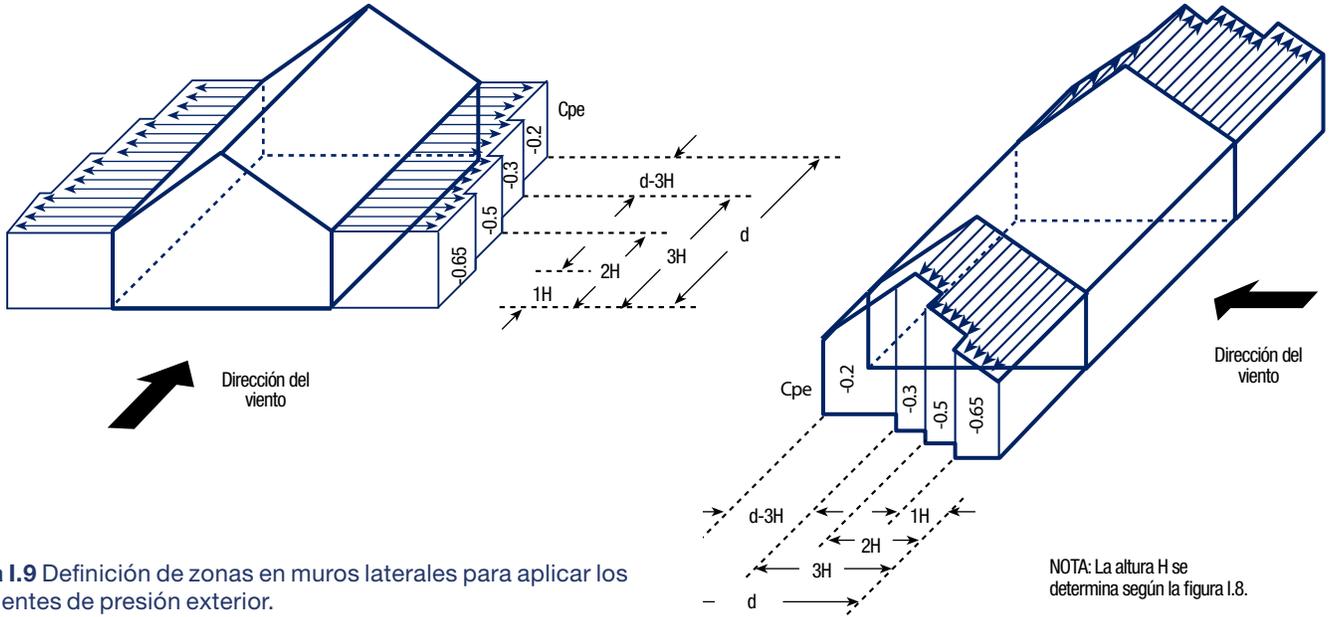


**Figura I.8** Definición de parámetros de construcción con planta cerrada.

**Leyenda:**

- MB: Muro de barlovento
- ML: Muro lateral
- MS: Muro de sotavento
- CB: Cubierta de barlovento
- CS: Cubierta de sotavento
- CT: Cubierta transversal
- h: Altura de referencia de la construcción, en m
- $\gamma$ : Inclinación del techo, en grados
- $\gamma^\circ$ : Inclinación de la cubierta transversal, en grados

➔ Indica la dirección del viento



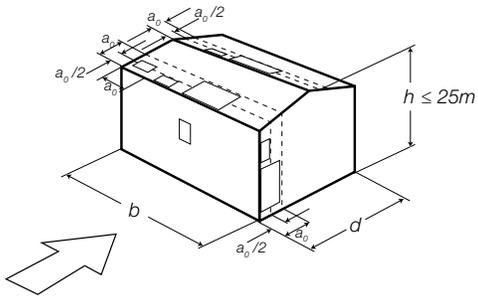
simbología

caso	simbología	$K_L$
caso 1		1.25
caso 2 (a)		1.5
caso 2 (b)		1.5
caso 3 (a)		2.0
caso 3 (b)		2.0
caso 4		3.0

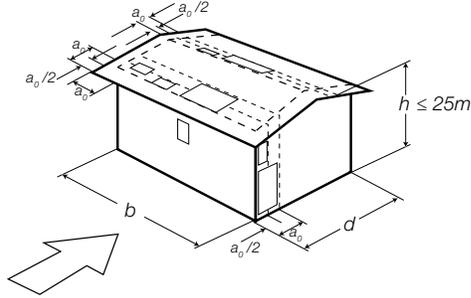
**NOTAS:**

La dimensión "a" debe tomarse como la mínima de  $0.2d$ ,  $0.2b$  y la altura H. Los valores de b, d y H se determinan según la figura I.8

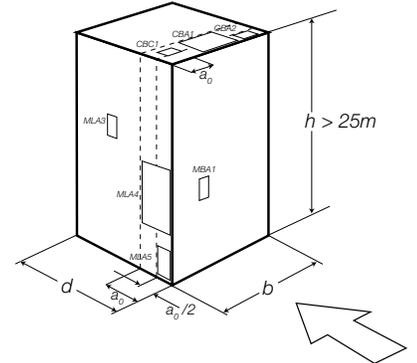
Figura I 10. Factores de presión local  $K_L$ , para recubrimientos y sus soportes.



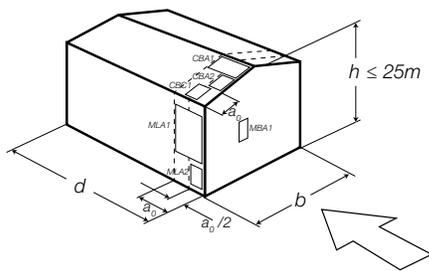
Zonas para la determinación de los factores de presión local,  $K_t$ , para recubrimientos y sus soportes.  
Construcciones sin aleros. Dirección del viento normal a la cumbre,  $\alpha=0^\circ$ .



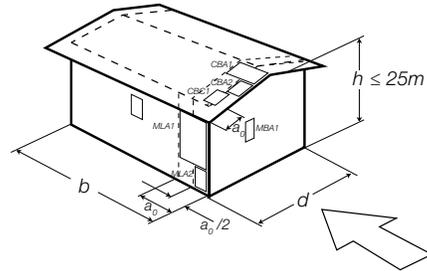
Zonas para la determinación de los factores de presión local,  $K_t$ , para recubrimientos y sus soportes.  
Construcciones con aleros. Dirección del viento normal a la cumbre,  $\alpha=0^\circ$ .



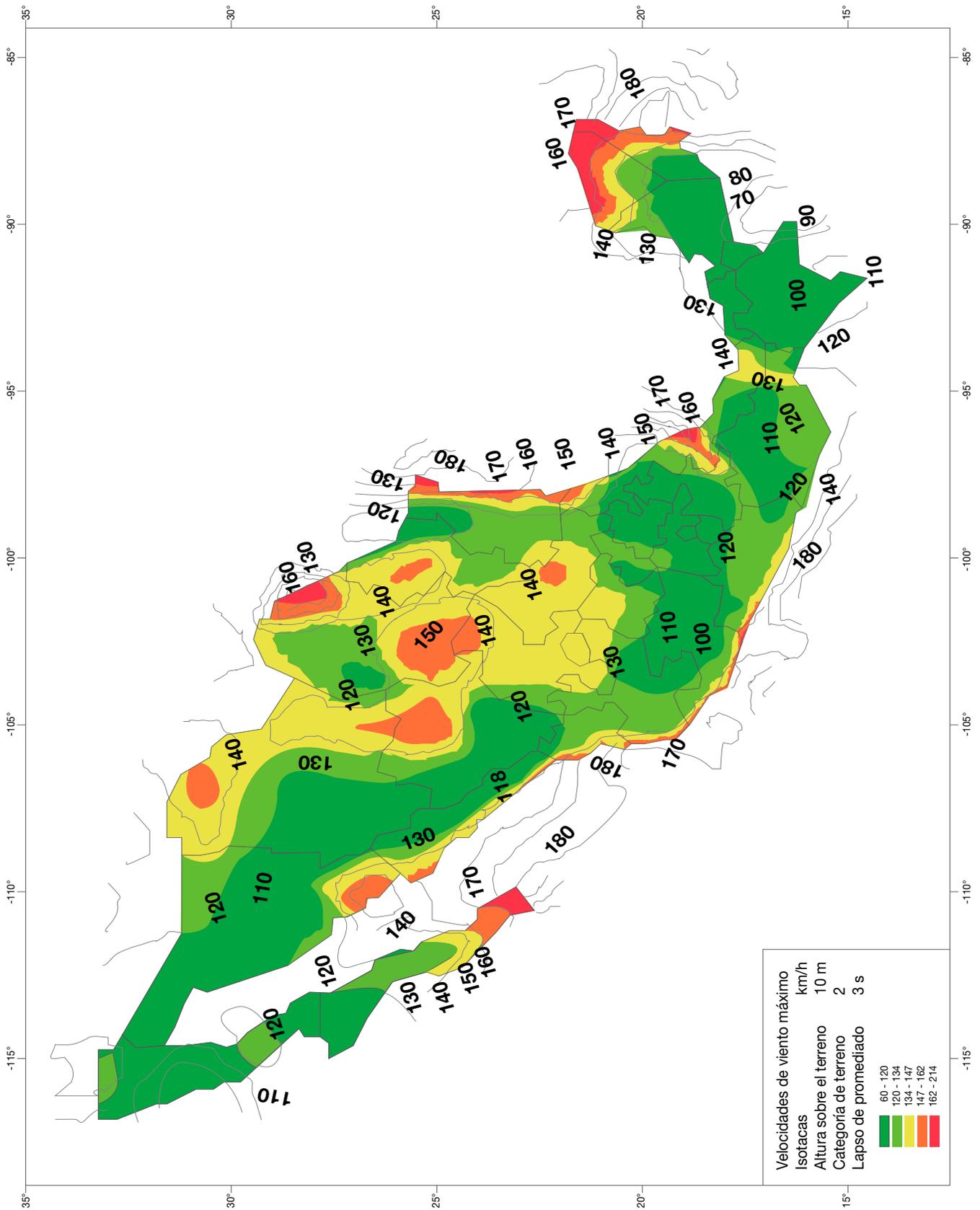
Zonas para la determinación de los factores de presión local,  $K_t$ , para recubrimientos y sus soportes.  
Construcciones con techos planos y alturas mayores que 25 m.



Zonas para la determinación de los factores de presión local,  $K_t$ , para recubrimientos y sus soportes.  
Construcciones sin aleros. Dirección del viento paralela la cumbre,  $\alpha=90^\circ$ .



Zonas para la determinación de los factores de presión local,  $K_t$ , para recubrimientos y sus soportes.  
Construcciones con aleros. Dirección del viento paralela la cumbre,  $\alpha=90^\circ$ .



# MANUAL DE DISEÑO SÍSMICO SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL REY

## 1. INTRODUCCIÓN

Comúnmente los edificios y las estructuras civiles se ven sometidos a fuerzas laterales provocadas por acciones de viento y/o fenómenos sísmicos, aunque estos últimos de manera más eventual. Por su parte la acción sísmica ha sido un factor hasta cierto punto impredecible dentro de la proyección estructural. Mucho se ha trabajado en materia de prevención sísmica de tal manera que el conocimiento de la actividad de una región específica, desde el punto de vista geológico, es actualmente una herramienta valiosa en la evaluación del riesgo sísmico. Tal conocimiento es útil al estimar magnitudes, localización y frecuencia de posibles eventos. De la misma forma, conocer los movimientos característicos de una falla tectónica puede contribuir a anticipar las características de respuesta del suelo en las cercanías de la falla. Sin embargo, no logra eliminarse la incertidumbre de la ocurrencia sísmica para fines de diseño, bajo esta situación los esfuerzos de los investigadores en los últimos años se han encaminado al desarrollo de modelos lo suficientemente reales para la predicción de la respuesta de las estructuras bajo excitación dinámica.

Es conocido que la energía de un sismo es disipada por medio de diferentes mecanismos dentro de las estructuras, de esta manera los efectos de las cargas laterales son distribuidos a los diferentes componentes estructurales. Uno de los factores más importantes que afecta la respuesta de las estructuras en condiciones sísmicas de carga es la ductilidad de sus miembros componentes. Ciertamente las estructuras sometidas a fenómenos sísmicos difícilmente conservan su comportamiento en el rango elástico, por lo que es importante contabilizar la capacidad que puedan desarrollar para disipar energía con niveles altos de deformación. Si se define la ductilidad como la relación entre la respuesta elástica máxima y la inelástica máxima independientemente de la intensidad de la carga entonces las estructuras que tienen valores altos de ductilidad pueden sostener grandes deformaciones plásticas y por lo tanto ofrecen mayor resistencia sísmica. En estas condiciones las componentes estructurales se pueden diseñar con niveles más bajos de capacidad resistente a las fuerzas laterales.

## 2. PROPÓSITO DEL MANUAL DE DISEÑO SÍSMICO

El objetivo del presente manual es ofrecer al diseñador o constructor una guía práctica que le facilite el análisis y diseño sísmico de una estructura con el sistema estructural Panel Rey.

## 3. CONSIDERACIONES GENERALES

Las cargas laterales provocadas por eventos sísmicos se consideran como aplicaciones puntuales en los entrepisos, de este modo tales cargas deberán ser disipadas por elementos sismoresistentes dispuestos en los muros de carga del sistema estructural. Por tal motivo el proyecto arquitectónico deberá permitir una estructuración eficiente para resistir las acciones producidas por el sismo. De preferencia se deberá cumplir con los requisitos que se establezcan en el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo, edición 2015 o en las Normas Técnicas Complementarias para diseño sísmico.

El presente manual hace recomendaciones de estructuración que deberán tomarse en cuenta al realizar el proyecto arquitectónico.

## 4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

### 4.1 - INTRODUCCIÓN.

El análisis sísmico de cualquier estructura se basa en el equilibrio dinámico de los cuerpos estructurales como se ilustra en la figura No 1. De acuerdo con el principio de D'Alembert:

$$FI+FD+FS=F(t)$$

en la que  $FI$  = fuerza de inercia  
 $FD$  = fuerza de amortiguamiento  
 $FS$  = fuerza que resiste el resorte

entonces:  $ma+kv+cd F(t)$

donde  $a$  = aceleración inercial de la masa  
 $m$  = masa de la estructura  
 $v$  = velocidad de desplazamiento  
 $k$  = rigidez de la estructura  
 $d$  = magnitud del desplazamiento  
 $c$  = constante de amortiguamiento de la estructura.

Cuando las estructuras se someten a una aceleración del terreno  $F(t)=m(a+g)$

entonces:  $g = \text{aceleración del terreno}$   
 $ma+kv+cd = -mg$

Las estructuras se caracterizan por ciertas propiedades que definen su comportamiento bajo cargas laterales. Estas propiedades involucran su masa y su rigidez. Como se mencionó anteriormente, en las estructuras actúan mecanismos de disipación de energía cuando se presenta un evento sísmico. Estos mecanismos afectan el equilibrio dinámico de las estructuras por medio de amortiguamiento, que puede considerarse de varias formas. De este modo las fuerzas que se involucran en el equilibrio dinámico de una estructura son las fuerzas inerciales, derivadas directamente de la masa; la rigidez del sistema, las fuerzas de amortiguamiento y las fuerzas externas.

Cada uno de estos parámetros pueden ser considerados de diferentes maneras y será decisión del diseñador tomar el criterio que más le favorezca.

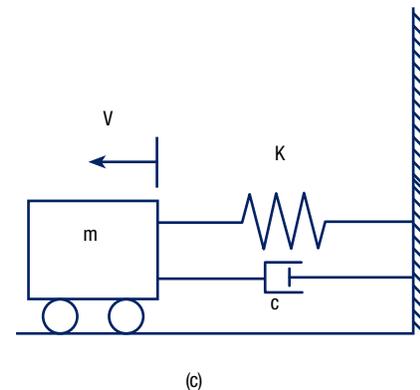
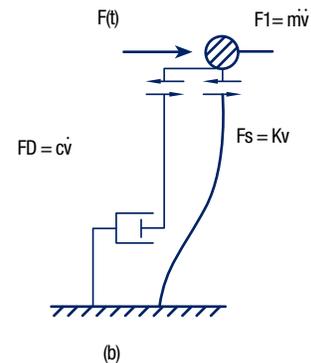
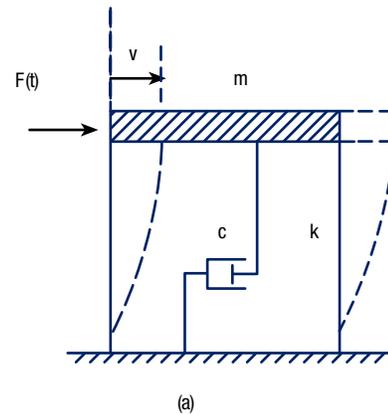
Por su parte la masa de las estructuras puede ser considerada puntual en cada entrepiso (modelo de masas concentradas). Por su parte la rigidez se evalúa en función de la geometría de las estructuras, de las propiedades de los materiales y de las secciones de diseño. Con respecto al amortiguamiento, éste puede ser considerado como un factor empírico-experimental que afecta directamente los desplazamientos.

En el diseño sismorresistente de una estructura normalmente se consideran datos de movimientos sísmicos pasados. Estos datos se obtienen de gráficas Aceleración vs. Tiempo que comúnmente se conocen con el nombre de acelerogramas.

Actualmente las herramientas computacionales han permitido el desarrollo de modelos y métodos analíticos para la evaluación de la respuesta de las estructuras bajo excitaciones dinámicas. La elección del tipo de análisis que deberá aplicarse en un caso específico dependerá de la estructura misma, de su uso e importancia, su definición geométrica y el criterio del diseñador.

Sin duda, parte de los objetivos de los diseñadores es contar con una metodología sencilla para resolver problemas prácticos.

Para el análisis de la mayoría de las estructuras Panel Rey, el Manual de Diseño Sísmico de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) ofrece una buena alternativa.



Sistema de un grado de libertad  
sujeto a una fuerza horizontal

Figura No 1. Equilibrio dinámico

## 4.2 - MÉTODO ESTÁTICO EQUIVALENTE.

Dadas las características de las estructuraciones Panel Rey\*, una buena opción para su análisis sísmico es el Método Estático Equivalente de acuerdo con el Manual de la Comisión Federal de Electricidad.

Basado en el Manual de Obras Civiles, Diseño por Sismo edición 2015 se ofrecen alternativas para el desarrollo del

análisis sísmico: 1) construcción del espectro sísmico, 2) uso del programa PRODISIS (Programa de Diseño Sísmico).

Para la construcción del espectro es necesario clasificar el tipo de estructura según su destino y su clase de acuerdo con la siguiente tabla:

**TABLA 1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS SEGÚN SU DESTINO**

GRUPO	DESCRIPCIÓN
A+	Las estructuras de gran importancia, o del Grupo A+, son aquellas en que se requiere un grado de seguridad extrema, ya que su falla causaría cientos o miles de víctimas, y/o graves pérdidas y daños económicos, culturales, ecológicos o sociales.  Ejemplos de estructuras de importancia extrema son las grandes presas y las plantas nucleares.
A	Estructuras en que se requiere un grado de seguridad alto. Construcciones cuya falla estructural causaría la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas, daños ecológicos o culturales, científicos o tecnológicos de magnitud intensa o excepcionalmente alta, o que constituyan un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o inflamables, así como construcciones cuyo funcionamiento sea esencial después de un sismo.  Ejemplo de ellas son las estructuras fundamentales (principales) de: Centrales de generación, transmisión y distribución eléctrica, instalaciones industriales de proceso, almacenamiento y distribución de hidrocarburos, sistemas de transporte y telecomunicaciones, sistemas de almacenamiento, conducción, distribución y tratamiento de aguas, escuelas, centros de investigación, estadios, hoteles, sistemas de emergencia como estaciones de bomberos u hospitales, etc.
B	Estructuras en que se requiere un grado de seguridad convencional. Construcciones cuya falla estructural ocasionaría la pérdida de un número reducido de vidas, pérdidas económicas moderadas o pondría en peligro otras construcciones de este grupo y/o daños a las del Grupo A+ y A moderados.  Ejemplo de ellas son las naves industriales, locales comerciales, estructuras comunes destinadas a vivienda u oficina, salas de espectáculos, depósitos y estructuras urbanas o industriales no incluidas en los Grupos A+ y A, así como muros de retención, bodegas ordinarias y bardas.

**TABLA 1.2 GRUPOS Y CLASES ESTRUCTURALES**

GRUPO	CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES	
A+	Todas las estructuras de gran importancia del sector energético o industrial.	
A	A1: Pertenece o se relaciona con el sector energético o industrial.	A2: No pertenece ni se relaciona con el sector energético o industrial.
B	B1: Altura mayor que 13 m o área total construida mayor que 400 m <sup>2</sup>	B2: Altura menor o igual que 13 m y área total construida menor o igual que 400 m <sup>2</sup>

Para estructuras A2 y B1 se determinarán los parámetros dinámicos del depósito de suelo idealizado como un manto homogéneo, es decir, el periodo dominante, la velocidad de propagación de ondas de corte y el espesor.

La relación entre estos parámetros es la siguiente:

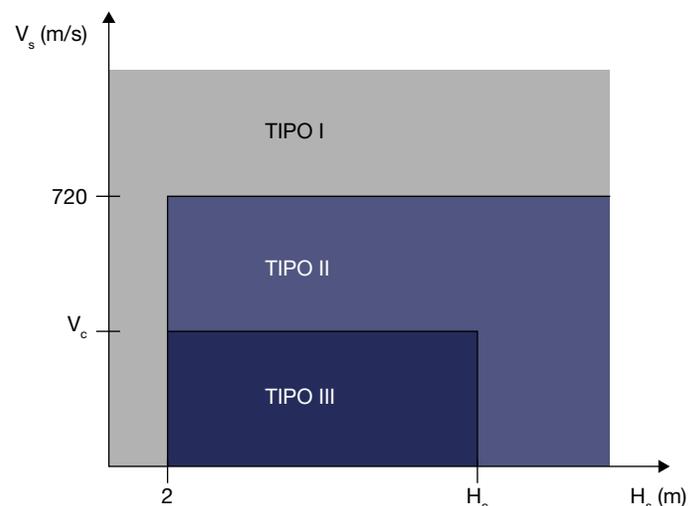
$$T_s = 4H_s/V_s$$

donde:

$H_s$  es el espesor total del estrato de terreno equivalente

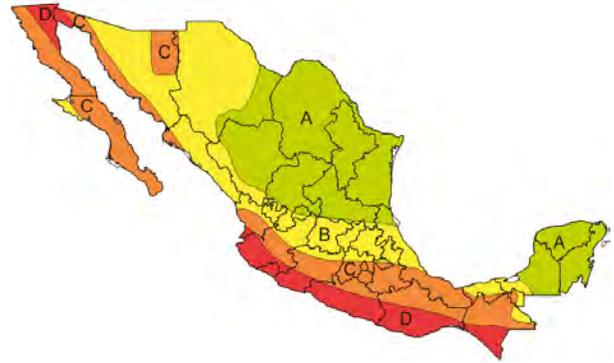
$V_s$  es la velocidad de propagación de ondas de corte en el estrato de terreno equivalente

$T_s$  es el periodo dominante del estrato del terreno equivalente



Carta de microzonificación sísmica.

Para la regionalización sísmica se toman en cuenta las intensidades del peligro sísmico en el territorio mexicano, tanto los valores de referencia como los que están asociado a periodos de retorno; se consideran cuatro zonas, dos de alta y dos de baja sismicidad. Para determinar la zona sísmica se proporciona un criterio basado en el valor de la aceleración máxima en roca  $a_0^r$ , para el nivel de referencia dado en el espectro de respuesta de referencia.



Regionalización sísmica de la República Mexicana

ACELERACIÓN MÁXIMA EN ROCA, $a_0^r$ (cm/s <sup>2</sup> ), CORRESPONDIENTE AL NIVEL DE REFERENCIA ER	ZONA	INTENSIDAD SÍSMICA
$a_0^r > 200$	D	MUY ALTA
$100 \leq a_0^r < 200$	C	ALTA
$50 \leq a_0^r < 100$	B	MODERADA
$a_0^r < 50$	A	BAJA

### PARÁMETROS ESPECTRALES PARA ESTRUCTURAS A2 Y B1 (ESPECTROS REGIONALES)

Los parámetros del espectro de diseño de la ec. 1.8, para estructuras A2 y B1, se obtendrán con el criterio de los Espectros Regionales. Para terreno Tipo I la aceleración máxima del terreno ( $a_0 = a_0^r$ ) y la aceleración máxima espectral (c), para 5% de amortiguamiento estructural, se obtienen con el programa PRODISIS. Para terrenos Tipo II y III estos parámetros se determinan como:

$$a_0 = F_{sit} a_0^r \quad (1.10)$$

$$C = F_{Res} a_0 \quad (1.11)$$

donde:

$F_{sit}$  es el factor de sitio

$F_{Res}$  es el factor de respuesta

Los factores  $F_{sit}$  y  $F_{Res}$ , que dependen de la zona sísmica, de la aceleración máxima en roca  $a_0^r$  (expresada en cm/s<sup>2</sup>) y del tipo de suelo, se calculan con las ecuaciones consignadas en las tablas 1.9 y 1.10.

**TABLA 1.9 FACTOR DE SITIO  $F_{sit}$  PARA DIFERENTES ZONAS Y TIPOS DE TERRENO.**

	TERRENO TIPO I	TERRENO TIPO II	TERRENO TIPO III
Zona A	$F_{sit} = 1.0$	$F_{sit} = 2.6$	$F_{sit} = 3.0$
Zona B	$F_{sit} = 1.0$	$F_{sit} = 2.6 - 0.2 \left( \frac{a_0^r - 50}{50} \right)$	$F_{sit} = 3.0 - 0.3 \left( \frac{a_0^r - 50}{50} \right)$
Zona C	$F_{sit} = 1.0$	$F_{sit} = 2.4 - 0.3 \left( \frac{a_0^r - 100}{100} \right)$	$F_{sit} = 2.7 - 0.4 \left( \frac{a_0^r - 100}{100} \right)$
Zona D	$F_{sit} = 1.0$	$F_{sit} = 2.1 - 0.5 \left( \frac{a_0^r - 200}{290} \right)$	$F_{sit} = 2.3 - 0.6 \left( \frac{a_0^r - 200}{290} \right)$

**TABLA 1.10 FACTOR DE RESPUESTA  $F_{Res}$  PARA DIFERENTES ZONAS Y TIPOS DE TERRENO.**

	TERRENO TIPO I	TERRENO TIPO II	TERRENO TIPO III
Zona A	PRODISIS*	$F_{Res} = 3.8$	$F_{Res} = 4.2$
Zona B	PRODISIS*	$F_{Res} = 3.8 - 0.2 \left( \frac{a_0^r - 50}{50} \right)$	$F_{Res} = 4.2 - 0.3 \left( \frac{a_0^r - 50}{50} \right)$
Zona C	PRODISIS*	$F_{Res} = 3.6 - 0.2 \left( \frac{a_0^r - 100}{100} \right)$	$F_{Res} = 3.9 - 0.3 \left( \frac{a_0^r - 100}{100} \right)$
Zona D	PRODISIS*	$F_{Res} = 3.4 - 0.5 \left( \frac{a_0^r - 200}{290} \right)$	$F_{Res} = 3.6 - 0.6 \left( \frac{a_0^r - 200}{290} \right)$

\* El valor de  $F_{Res}$  depende de las coordenadas geográficas del sitio y se obtiene con el programa PRODISIS

Los valores de  $a_0^r$ ,  $c$ ,  $a_0$  y  $c$  deben cumplir con las restricciones especificadas en la tabla 1.11.

**TABLA 1.11 RESTRICCIÓN DE LOS VALORES DE  $a_0^r$ ,  $a_0$  y  $c$  (en  $cm/s^2$ ).**

	TERRENO TIPO I	TERRENO TIPO II	TERRENO TIPO III
$a_0^r$	$32 \leq a_0^r \leq 490$	$80 \leq a_0 \leq 690$	$94 \leq a_0 \leq 752$
$c$	$80 \leq c \leq 1,225$	$320 \leq c \leq 2,000$	$390 \leq c \leq 2,256$

El resto de los parámetros, dependientes del tipo de terreno, necesarios para definir el espectro de diseño se consignan en la tabla 1.12.

**TABLA 1.12 VALORES DE LOS PERIODOS CARACTERÍSTICOS Y EXPONENTES QUE CONTROLAN LAS RAMAS DESCENDENTES DE LOS ESPECTROS DE DISEÑO.**

ZONA	TIPO DE TERRENO	$T_a$ (S)	$T_b$ (S)	$T_c$ (S)	K	r
Zona A	I	0.1	0.6	2.0	1.5	1/2
	II	0.2	1.4	2.0	1.0	2/3
	III	0.3	2.0	2.0	0.5	1
Zona B	I	0.1	0.6	2.0	1.5	1/2
	II	0.2	1.4	2.0	1.0	2/3
	III	0.3	2.0	2.0	0.5	1
Zona C	I	0.1	0.6	2.0	1.5	1/2
	II	0.2	1.4	2.0	1.0	2/3
	III	0.2	2.0	2.0	0.5	1
Zona D	I	0.1	0.6	2.0	1.5	1/2
	II	0.1	1.4	2.0	1.0	2/3
	III	0.1	2.0	2.0	0.5	1

Los espectros regionales son suficientemente conservadores para proteger la mayoría de las condiciones de terreno para cada zona sísmica. Sin embargo, será válido emplear espectros específicos de sitio para obtener reducciones racionales del espectro de diseño, siempre que se construyan como se indica en el inciso 3.1.6.1. Para ello, se debe utilizar un perfil estratigráfico que sea congruente con toda la información obtenida en la exploración del terreno, y que sea suficientemente conservador al considerar la profundidad y la velocidad de la roca basal. Se recomienda fijar la profundidad de la roca y la velocidad de los estratos profundos de forma que el periodo dominante obtenido del perfil estratigráfico coincida con el periodo obtenido con pruebas de vibración ambiental.

La velocidad de la roca debe ser al menos 1,000 m/s, a menos que se haya medido directamente una velocidad no menor que 720 m/s.

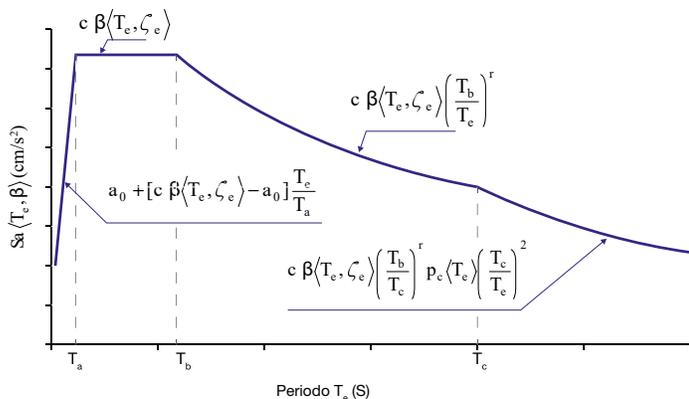
**TABLA 1.13 FACTORES PARA LA OBTENCIÓN DEL ESPECTRO DE ACELERACIÓN CONSTANTE.**

ZONA SÍSMICA	$F_{Sit}$	$F_{Res}$
A	3.0	4.2
B	3.0	4.2
C	2.7	3.9
D	2.3	3.6

Los espectros de aceleración constante son los espectros más conservadores de este documento. Si se juzga conveniente disponer de espectros más racionales se podrán emplear espectros regionales o espectros específicos de sitio.

### ESPECTRO DE DISEÑO SÍSMICO TRANSPARENTE

Las ordenadas del espectro de diseño transparente, como función del periodo estructural y el factor de amortiguamiento adquieren la forma paramétrica de la ec. 1.8:



Espectro de diseño sísmico

### PARÁMETROS ESPECTRALES PARA ESTRUCTURAS B2 (ESPECTRO DE ACELERACIÓN CONSTANTE)

Para estructuras B2, se puede emplear un Espectro de Aceleración Constante para todo periodo estructural, de la forma

$$S_a(T_e, \beta) = c \beta(T_e, \zeta_e) \quad (1.12)$$

donde:

$$C = F_{sit} F_{Res} a_0^r \quad (1.13)$$

Los factores  $F_{Sit}$  y  $F_{Res}$  se consignan en la tabla 1.13. Las aceleraciones espectrales dadas por la ec. 1.12 corresponden al 5% de amortiguamiento y están dadas en  $cm/s^2$ .

Para ello, la exploración del terreno debe hacerse al menos como se indica para estructuras A2 y B1, y de ser necesario, construir un modelo estratigráfico que sea congruente con toda la información obtenida en la exploración del terreno, siguiendo las recomendaciones que se hacen para las estructuras A2 y B1.

$$S_a(T_e, \beta) = \begin{cases} a_0 + [c \beta(T_e, \zeta_e) - a_0] \frac{T_c}{T_a} & \text{si } T_e < T_a \\ c \beta(T_e, \zeta_e) & \text{si } T_a \leq T_e < T_b \\ c \beta(T_e, \zeta_e) \left(\frac{T_b}{T_c}\right)^r & \text{si } T_b \leq T_e < T_c \\ c \beta(T_e, \zeta_e) \left(\frac{T_b}{T_c}\right)^r p_c(T_e) \left(\frac{T_c}{T_e}\right)^2 & \text{si } T_e \geq T_c \end{cases} \quad (1.8)$$

donde:

- $a_0$  es la aceleración máxima del terreno ( $cm/s^2$ )
- $C$  es la aceleración máxima espectral ( $cm/s^2$ )
- $T_a$  es el límite inferior de la meseta del espectro de diseño (s)
- $T_b$  es el límite superior de la meseta del espectro de diseño (s)
- $T_c$  es el periodo de inicio de la rama descendente en que los desplazamientos espectrales tienden correctamente al desplazamiento del terreno (s)
- $T_e$  es el periodo estructural en la dirección del análisis (s)
- $\beta(T_e, \zeta_e)$  es el factor de amortiguamiento. Para un amortiguamiento estructural  $\zeta_e$  5%, el valor de  $\beta(T_e, 0.05) = 1$ .
- $r$  es el parámetro que controla la caída de las ordenadas espectrales para  $T_b \leq T_e < T_c$ .

k es el parámetro que controla la caída de las ordenadas espectrales para  $T_e \geq T_c$

$P_c(T_e)$  es un factor empleado para definir la variación del espectro en la rama descendente calculado de la siguiente forma

$$P_c(T_e) = K + (1-K) \left( \frac{T_c}{T_e} \right)^2 \quad (1.9)$$

La segunda alternativa se basa en el uso del software computacional que provee el Instituto de Investigaciones Eléctricas llamada PRODISIS, donde mediante la ubicación de coordenadas geográficas o "localidad", tipo e importancia de la estructura, caracterización del terreno de cimentación ( $H_c$  y  $V_c$ ) y los factores el espectro es posible obtener las aceleraciones máxima en roca ( $cm/s^2$ ).

- a) Aceleración máxima en roca  $a_{0r}$ , correspondiente al nivel de referencia ER
- b) Aceleración máxima en roca  $a_{0r}$ ,  $EPR$ , correspondiente a un periodo de retorno especifico
- c) Espectro de respuesta de referencia en roca (ER)
- d) Espectro de respuesta para periodo de retorno especificado en roca (EPR)
- e) Espectro de diseño transparente en roca
- f) Espectro de diseño transparente regional
- g) Espectro de diseño modificado

Para obtener el acceso directo en línea al programa PRODISIS, consultar <https://www2.ineel.mx/prodisis/es/prodisis.php>



## COEFICIENTE SÍSMICO.

La CFE propone que la aceleración de excitación de una estructura en un evento sísmico es un porcentaje de la gravedad, este porcentaje se define como Coeficiente Sísmico (C).

Así:

$$a = (C) (g)$$

$$F = (m) (a)$$

$$F = (W / g)(C) (g)$$

$$F = (W) (C)$$

De este modo, C es el factor que multiplicado por el peso de la estructura, determina la fuerza que el sismo produce en su base.

$$CW=F$$

donde:

C = coeficiente sísmico  
W = peso de la estructura  
F = fuerza horizontal

El coeficiente sísmico depende del tipo de suelo donde se localice la construcción.

## FACTOR DE DUCTILIDAD O FACTOR DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO (Q).

Las estructuras tienen la capacidad de deformarse ante la acción de fuerzas externas y recuperar su geometría original, siempre y cuando no sea superado su rango elástico. En el caso de un sismo, las deformaciones inducidas por el movimiento del suelo sobrepasan, en la mayoría de los casos, el rango elástico de las estructuras. Su capacidad de deformación antes de que ocurra el colapso se conoce como ductilidad. Esta propiedad de las estructuras permite reducir las fuerzas sísmicas de diseño, ya que al deformarse en el rango plástico una gran cantidad de energía sísmica es disipada. ....Esta reducción se obtiene empleando un factor de comportamiento sísmico Q.

El factor de ductilidad de las estructuras depende de los materiales que se utilicen y su disposición. Para estructuras con características como las del sistema **Panel Rey** provistos de contraveteos con ductilidad normal se recomienda utilizar:

$$Q=2$$

El factor de ductilidad de las estructuras depende de los materiales que se utilicen y su disposición. Para estructuras con características como las del sistema **Panel Rey** se recomienda utilizar:

$$Q = 2$$

Factor de Sobrerresistencia

Para la reducción de la aceleración mediante el espectro de diseño, se considera que debido a las propiedades de los materiales su estructuración, estos valores pueden variar, sin embargo, para este sistema particular se sugiere el uso de:

$$R = 2$$

En estructuras irregulares se recomienda multiplicar por un factor de 0.8; si la estructura es fuertemente irregular este valor deberá disminuir.

Otra condición que deberá de ser tomada en cuenta será la redundancia de la estructura, tomando un valor de 1.0 cuando la estructura cuenta con al menos dos marcos o líneas de defensa paralelas en la dirección del análisis y que cada o línea de defensa disponga de al menos dos crujeas o estructuraciones equivalentes.

Es importante utilizar los factores anteriormente mencionados (ductilidad, sobrerresistencia, redundancia e irregularidad), ya que es posible optimizar el diseño de la estructura cuando se sobrepasa su comportamiento elástico ante la acción de un sismo.

## DETERMINACIÓN DE FUERZAS LATERALES Y CORTANTES EN CONSTRUCCIONES DE VARIOS NIVELES.

De acuerdo con el modelo de masas concentradas de la figura No. 2 la fuerza en cualquier nivel se determina con la siguiente expresión:

$$C_s = C / QR\rho\alpha$$

donde:

C= coeficiente sísmico

Q= factor de ductilidad

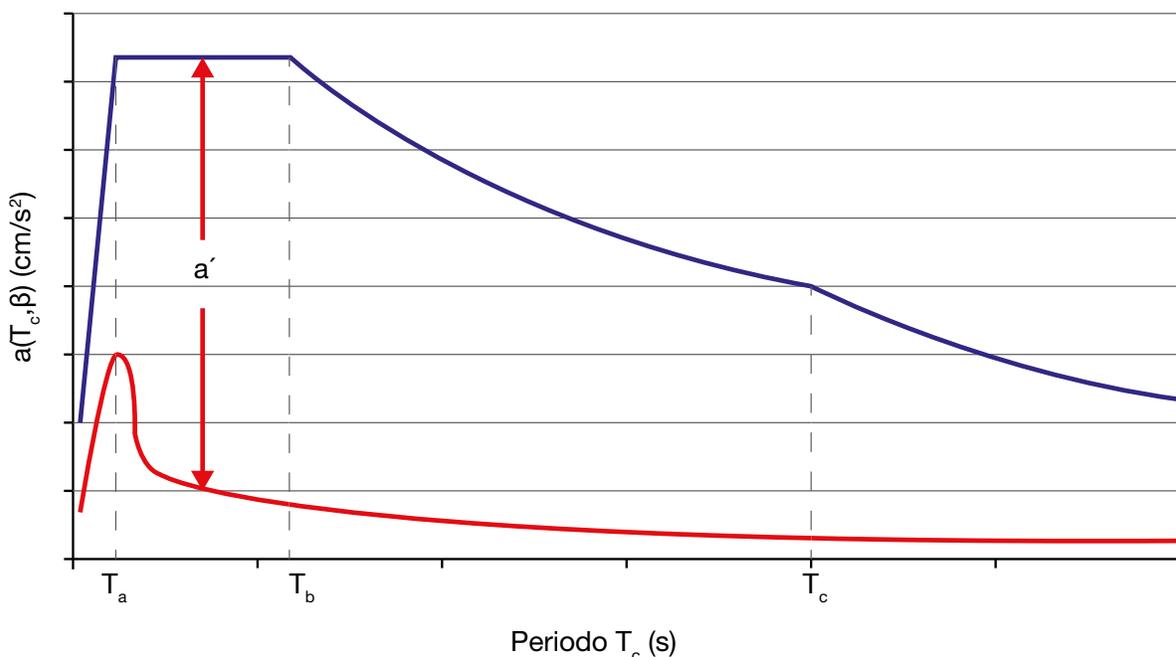
R= factor de sobrerresistencia

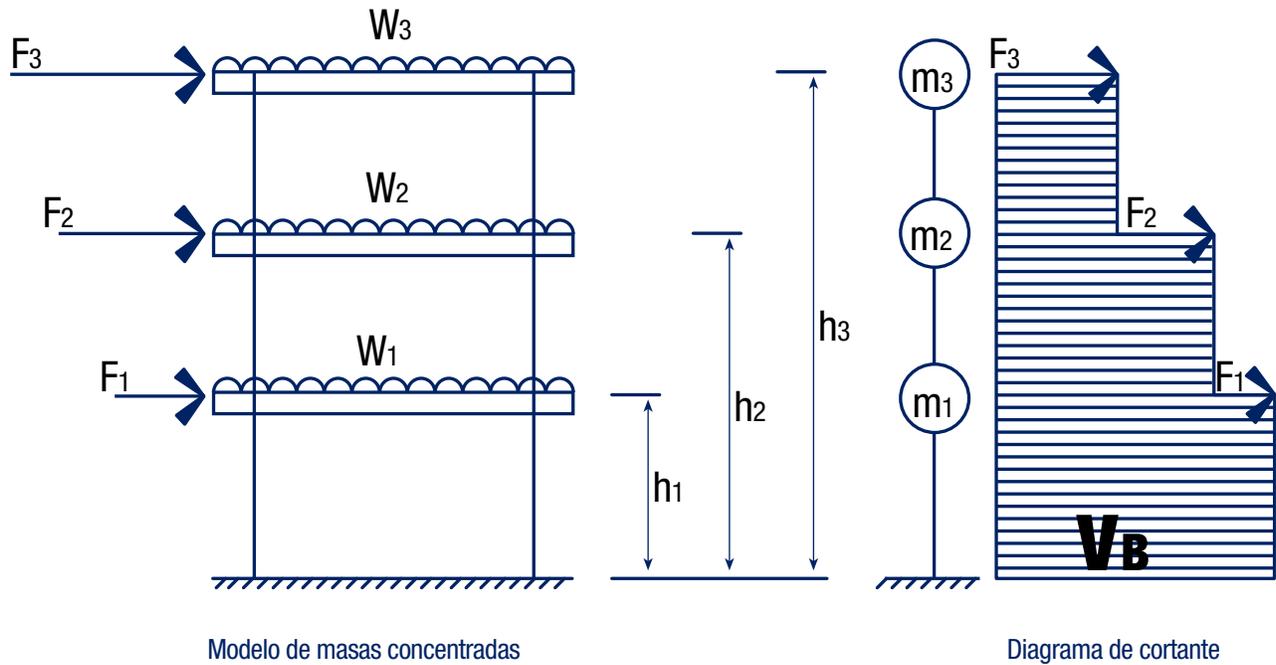
$\rho$ = factor de redundancia

$\alpha$ = factor correctivo de irregularidad

con el fin de reducir el espectro transparente y tomando los valores de las variables anteriores, podemos obtener el espectro modificado, así la fuerza del cortante basal que actúa en la base de la estructura sería:

$$V_b = C_s W$$





**Figura No 2.** Fuerzas laterales y cortantes en construcciones de varios niveles

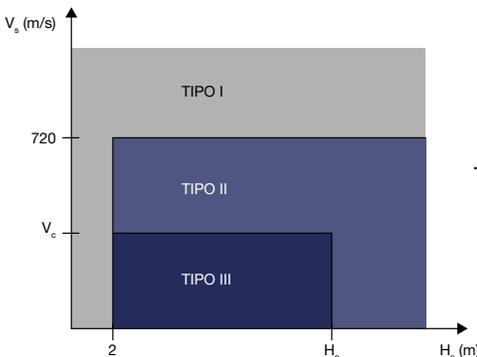
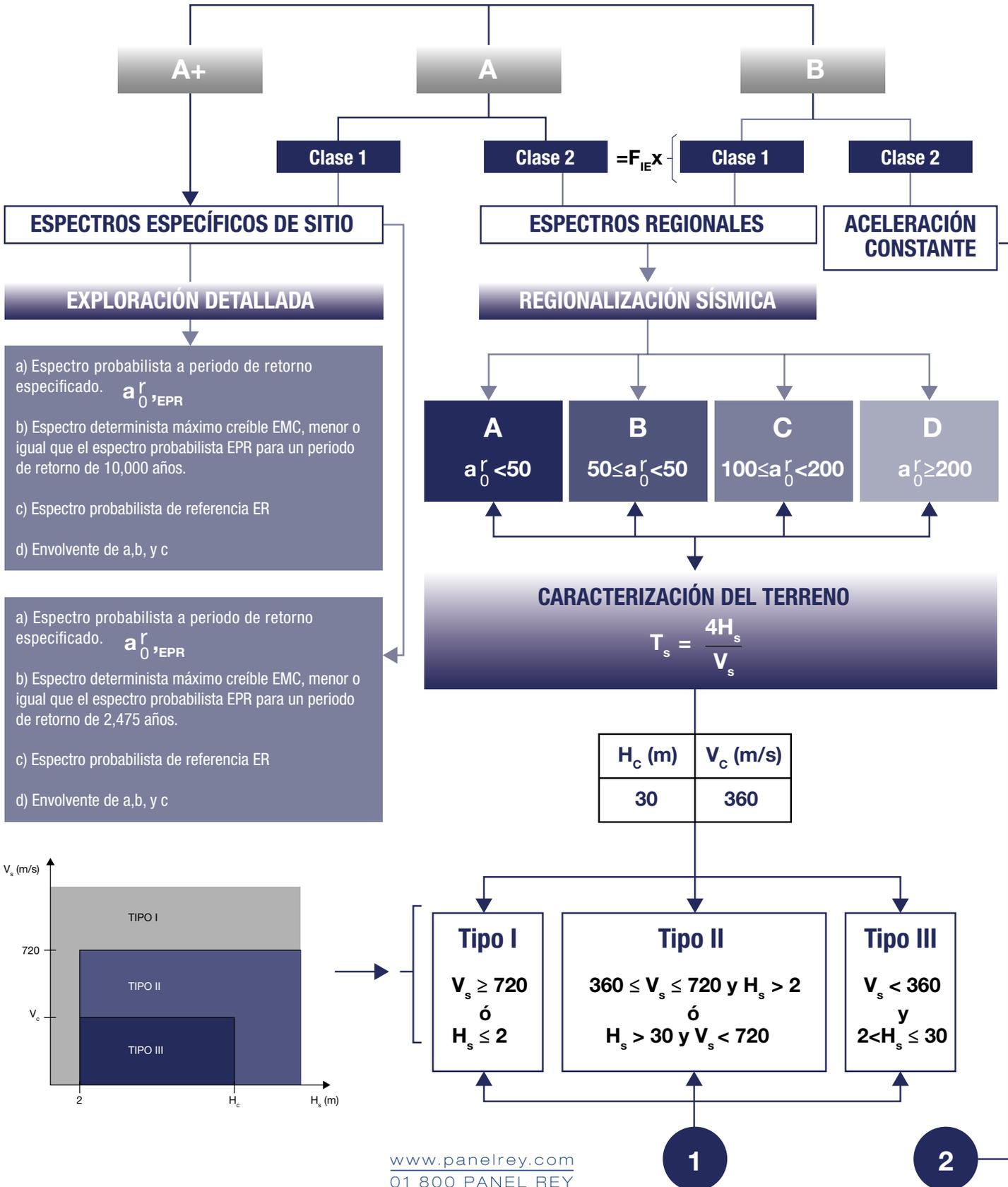
En general será necesario realizar un estudio de mecánica de suelos, para cada predio en que se ubique una construcción dentro de la República Mexicana, para determinar la cimentación requerida en función del tipo de terreno.

En resumen, podemos realizar la construcción del espectro transparente mediante las formulaciones y tablas que proporciona el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) 2015, o en su defecto, hacer uso del software computacional PRODISIS para obtener los espectros de respuesta necesarios.

A continuación se presenta el esquema para la construcción de espectros regionales y los valores prácticos para la obtención de espectros de diseño.



**PRODISIS**



1

Zona	Tipo de terreno	Ta(s)	Tb(s)	Tc(s)	k	r
A	I	0.1	0.6	2.0	1.5	1/2
	II	0.2	1.4	2.0	1.0	2/5
	III	0.3	2.0	2.0	0.5	I
B	I	0.1	0.6	2.0	1.5	1/2
	II	0.2	1.4	2.0	1.0	2/5
	III	0.3	2.0	2.0	0.5	I
C	I	0.1	0.6	2.0	1.5	1/2
	II	0.2	1.4	2.0	1.0	2/5
	III	0.2	2.0	2.0	0.5	I
D	I	0.1	0.6	2.0	1.5	1/2
	II	0.1	1.4	2.0	1.0	2/5
	III	0.1	2.0	2.0	0.5	I

**Parámetros espectrales**

$$a_0 = a_0^r F_{Sit}$$

$$c = a_0 F_{Res}$$

$F_{Sit}$  y  $F_{Res}$ . Ver tablas 1.9 y 1.10

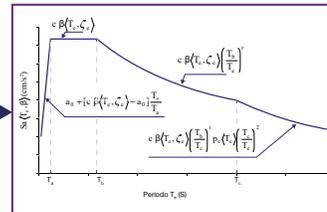
$$S_a(T_e, \beta) = \begin{cases} a_0 + [c \beta(T_e, \zeta_e) - a_0] \frac{T_e}{T_a} & \text{si } T_e < T_a \\ c \beta(T_e, \zeta_e) & \text{si } T_a \leq T_e < T_b \\ c \beta(T_e, \zeta_e) \left(\frac{T_b}{T_e}\right)^{\gamma} & \text{si } T_b \leq T_e < T_c \\ c \beta(T_e, \zeta_e) \left(\frac{T_b}{T_e}\right)^{\gamma} \rho_e(T_e) \left(\frac{T_c}{T_e}\right)^{\eta} & \text{si } T_e \geq T_c \end{cases}$$

2

Zona sísmica	$F_{Sit}$	$F_{Res}$
A	3.0	4.2
B	3.0	4.2
C	2.7	3.9
D	2.3	3.6

**Espectro de aceleración constante**

$$S_a(T_e, \beta) = c \beta(T_e, \zeta_e)$$

$$c = F_{Sit} F_{Res} a_0^r$$


ESTRUCTURA TIPO 1: EDIFICIOS

**Estados límite:**

A. Nivel de servicio  
 $\frac{a(T_e, \beta)}{5.5}$  ó  $\frac{a(T_e, \beta) A_{cd}(T_e)}{5.5}$

B. Nivel de prevención del colapso  
 $\frac{a(T_e, \beta)}{Q(T_e, Q)R(T_e, R_o)\rho}$  ó  $\frac{a(T_e, \beta) A_{cd}(T_e)}{Q(T_e, Q)R(T_e, R_o)\rho}$

$\beta(T_e, \zeta_e)$	Interacción Suelo-estructura	$Q(T_e, Q)$	$R(T_e, R_o)$	$\rho$	$A_{cd}(T_e)$	$\alpha$
$\zeta_e = 2\%$ $\zeta_e = 3\%$ $\zeta_e = 4\%$ $\zeta_e = 5\%$ $\zeta_e = 6\%$ $\zeta_e = 7\%$	$\bar{T}_e, \bar{\zeta}_e$ $\bar{Q}$ 1	$Q=4.0$ $Q=3.0$ $Q=2.0$ $Q=1.5$ $Q=1.25$	$R_o=3.0$ $R_o=2.5$ $R_o=2.0$	$\rho=1.25$ $\rho=1.0$ $\rho=0.8$	$0.8 + \frac{1}{2+52 \frac{T_e}{T_s} - 1}$	$\alpha=0.9$ $\alpha=0.8$ $\alpha=0.7$



## CARGAS GRAVITACIONALES

Las cargas gravitacionales con las cuales se calculan las acciones sísmicas laterales se dividen en muertas y vivas. Para el caso de las cargas vivas, cuando se trata de análisis sísmico son cambiadas por cargas instantáneas de acuerdo con el Reglamento de Construcción de la Ciudad de México.

## RECOMENDACIONES DE ESTRUCTURACIÓN DEL SISTEMA PANEL REY\*

a) Los largueros que forman el sistema de piso y la cubierta deberán coincidir con los postes que forman los muros cargadores para así lograr una transmisión adecuada de la carga.

b) Los postes deben tener continuidad en toda la altura de la construcción, los vanos se resolverán con dinteles.

c) Se evitarán las concentraciones de carga en los dinteles principalmente por concepto de vigas, en caso de requerirse las reacciones se tomarán con arreglos de postes en sección cajón, estos postes de requerirse en los niveles superiores deberán tener continuidad hasta la cimentación.

d) El sentido de los largueros será tal que su apoyo se realice sobre muros que tengan continuidad en todos los niveles.

e) Tanto los postes, como los largueros, tendrán que estar provistos como mínimo de un arriostramiento al centro de la longitud del elemento o a cada 1.22 m., así se evitarán posibles fallas por pandeo lateral y por consiguiente se obtendrá la resistencia completa a la compresión de los elementos.

f) Las acciones producidas por el evento sísmico o alguna otra carga lateral serán resistidas con diagonales de contraventeo colocadas en los muros de carga; estas deberán cumplir las siguientes condiciones:

f.1.) Las diagonales serán ortogonales y se colocarán en forma simétrica en planta para evitar torsiones por excentricidad de rigidez. Ver figura No. 3.

f.2) Es indispensable que las diagonales se instalen en bastidores muros, que tengan continuidad del nivel de cimentación al nivel de azotea.

f.3) De preferencia los contraventeos se instalarán en muros cuya relación de aspecto sea  $h/b < 1.0$  (figura No. 4). El contraventeo es más eficiente y económico si el muro es muy ancho.

f.4) De preferencia cumplir con el mayor número de requisitos de regularidad establecidos en las normas técnicas complementarias de diseño por sismo de la referencia No. 1 de este manual.

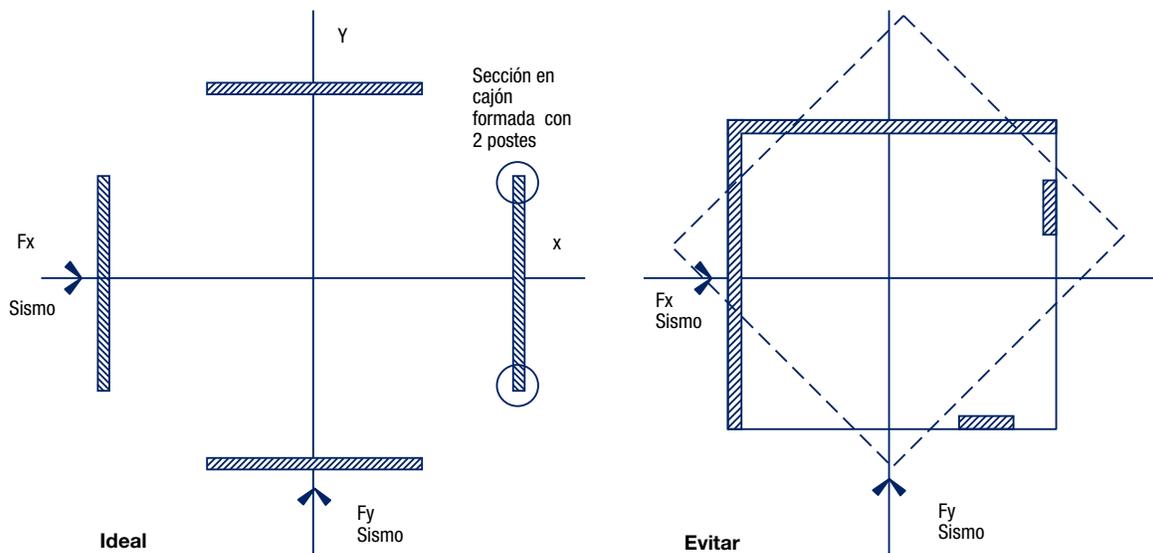
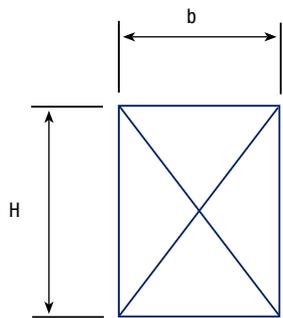


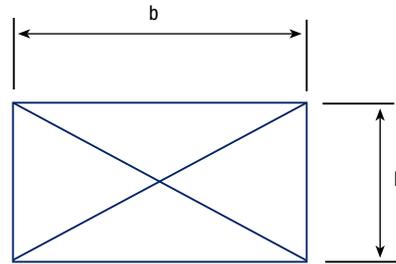
Figura No 3. Planta de arreglo geométrico de contravientos



Si  $b=0.5 H$

$$\frac{H}{b} = \frac{H}{0.5 H} = 2.0$$

**No recomendable**



Si  $b= 2 H$

$$\frac{H}{b} = \frac{H}{2 H} = 0.5$$

**Recomendable**

**Figura No 4.** Relación de aspecto de muro de contraventeo

## EJEMPLO PRÁCTICO

### ANÁLISIS Y DISEÑO SÍSMICO DE UNA CASA HABITACIÓN DE DOS NIVELES

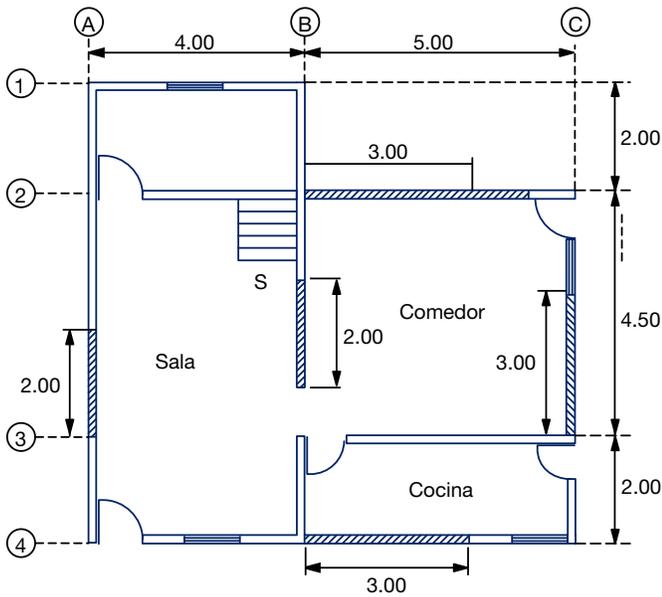
Para realizar el análisis y diseño sísmico de una casa habitación de 2 niveles cuya distribución en planta aparece en las figuras No. 5 y 6, planta baja y planta alta respectivamente.

### PROCEDIMIENTO

1. Clasificación de la estructura.
2. Identificar la zona sísmica (A, B, C o D) y tipo de terreno donde se localizará la construcción.
3. Determinar el coeficiente sísmico a utilizar mediante el software PRODISIS o la construcción del espectro de respuesta.
4. Realizar análisis de cargas gravitacionales.
5. Calcular superficie de cada nivel.
6. Realizar análisis estático (determinación de fuerzas laterales y corte basal).
7. Determinar ubicación de contraventeos en muros.
8. Distribuir la fuerza ( $F_i$ ) en cada sentido, en los muros contraventeados en su respectivo sentido.
9. Análisis de muros contraventeados, como armaduras en cantiliver.
10. Proponer elementos estructurales.
11. Cálculo del sistema de anclaje o fijación.

**DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO.**  
CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

Una casa habitación según la clasificación de estructuras del Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo de la Comisión Federal de Electricidad, pertenece a la Clase B1, por su altura mayor que 13 m o área total construida mayor que 400 m<sup>2</sup>.



**Figura No 5.** Ejemplo práctico Planta Baja

**Cotas:** m  
Sin escala

IDENTIFICACIÓN DE TIPO DE TERRENO Y ZONA SÍSMICA DEL LUGAR.

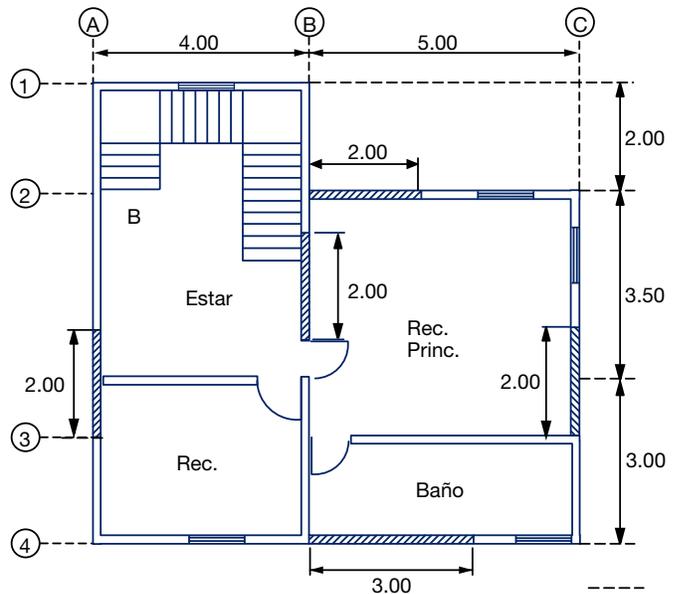
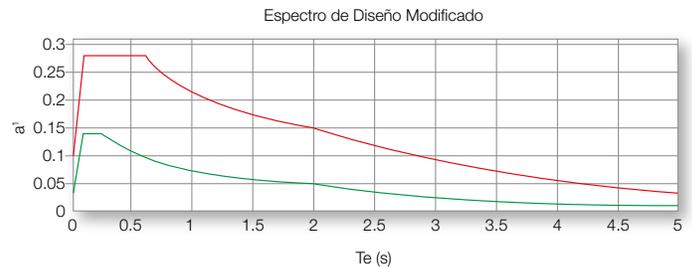
Para nuestro ejemplo suponemos que la construcción se ubicará en Coyotepéc, Estado de México.  
Por lo tanto: Suelo Tipo I, dentro de la zona sísmica C

COEFICIENTE SÍSMICO.

Se utilizará el programa PRODISIS para el cálculo del coeficiente sísmico:

$C = 0.277 \text{ g}$   
 $Q = 2$   
 $R_0 = 2$   
 $\rho = 1.0$   
 $\alpha = 0.8$

Por lo tanto utilizaremos un coeficiente sísmico para modificado para diseño de 0.139 g



**Figura No 6.** Ejemplo práctico Planta Alta

## ANÁLISIS DE CARGAS GRAVITACIONALES.

Para las cargas vivas de acuerdo con el Reglamento de Construcción de la Ciudad de México tenemos lo siguiente:

AZOTEA	DISEÑO TRADICIONAL	DISEÑO POR SISMO	
CONCRETO 5cm. ESPESOR	120 kg/m <sup>2</sup>	120 kg/m <sup>2</sup>	
LÁMINA ACANALADA	5 kg/m <sup>2</sup>	5 kg/m <sup>2</sup>	
IMPERMEABILIZANTE	5 kg/m <sup>2</sup>	5 kg/m <sup>2</sup>	
PLAFÓN PANEL	8.5 kg/m <sup>2</sup>	8.5 kg/m <sup>2</sup>	
ESTRUCTURA	13.0 kg/m <sup>2</sup>	13.0 kg/m <sup>2</sup>	
TEJA DE BARRO O SIMILAR	60.0 kg/m <sup>2</sup>	60.0 kg/m <sup>2</sup>	
<b>SUMA CARGA MUERTA</b>	<b>211.5 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>211.5 kg/m<sup>2</sup></b>	
CARGA VIVA	100.0 kg/m <sup>2</sup>	70.0 kg/m <sup>2</sup>	PEND. <5%
	40.0 kg/m <sup>2</sup>	20.0 kg/m <sup>2</sup>	PEND. >5%
GRANIZO	30.0 kg/m <sup>2</sup>	30.0 kg/m <sup>2</sup>	
<b>SUMA CARGA VIVA</b>	<b>130.0 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>100 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>PEND. &lt;5%</b>
	70.0 kg/m <sup>2</sup>	50 kg/m <sup>2</sup>	PEND. >5%
<b>TOTAL</b>	<b>341.5 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>311.5 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>PEND. &lt;5%</b>
	281.5 kg/m <sup>2</sup>	261.5 kg/m <sup>2</sup>	PEND. >5%

ENTREPISO	DISEÑO TRADICIONAL	DISEÑO POR SISMO
CONCRETO 5 CM DE ESPESOR	120 kg/m <sup>2</sup>	120 kg/m <sup>2</sup>
LÁMINA ACANALADA	5 kg/m <sup>2</sup>	5 kg/m <sup>2</sup>
MUROS DIVISORIOS	15 kg/m <sup>2</sup>	15 kg/m <sup>2</sup>
ESTRUCTURA	13 kg/m <sup>2</sup>	13 kg/m <sup>2</sup>
LOSETA DE BARRO PRENSADO	30 kg/m <sup>2</sup>	30 kg/m <sup>2</sup>
<b>SUMA CARGA MUERTA</b>	<b>183 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>183 kg/m<sup>2</sup></b>
CARGA VIVA	190 kg/m <sup>2</sup>	100 kg/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>373 kg/m<sup>2</sup></b>	<b>283 kg/m<sup>2</sup></b>

Suponemos que el proyecto arquitectónico indica pendientes mayores del 5% en la cubierta.

### DISEÑO POR SISMO

**AZOTEA 261.5 kg/m<sup>2</sup>**  
**ENTREPISO 273.0 kg/m<sup>2</sup>**

### CÁLCULO DE SUPERFICIE POR NIVEL

Sup. Azotea = (10.00 m)(9.5 m) - (5.0 m)(2.0 m)

Inclinada y volados

(de la figura No. 6)

Sup. Azotea = 85.0 m<sup>2</sup>

Inclinada y volados

Sup. Entrepiso = (8.5 m)(9.0 m) - (5.0 m)(2.0 m)

(de la figura No. 5)

Sup. Entrepiso = 66.5 m<sup>2</sup>

### ANÁLISIS ESTÁTICO EQUIVALENTE (figura No. 7)

W<sub>2</sub> = (Sup. Azotea)(Carga Azotea Diseño por Sismo)

W<sub>1</sub> = (Sup. Entrepiso)(Carga Entrepiso Diseño por Sismo)

W<sub>2</sub> = (85.0 m<sup>2</sup>)(261.5 kg/m<sup>2</sup>) = 22,227.5 kg

W<sub>1</sub> = (66.5 m<sup>2</sup>)(273.0 kg/m<sup>2</sup>) = 18,819.5kg

$$F_i = \frac{W_i h_i C_A W_i}{\sum W_i h_i Q}$$

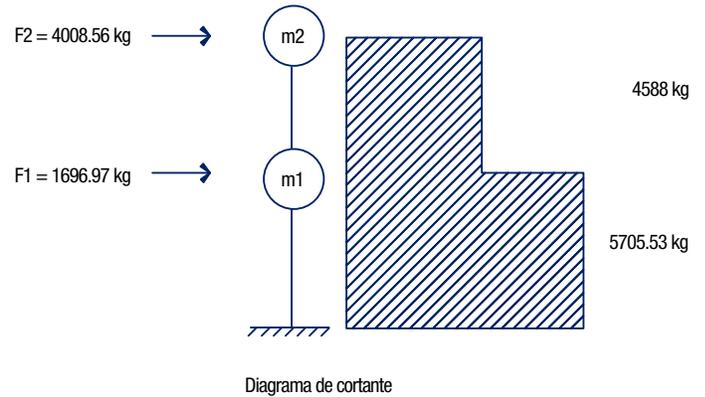
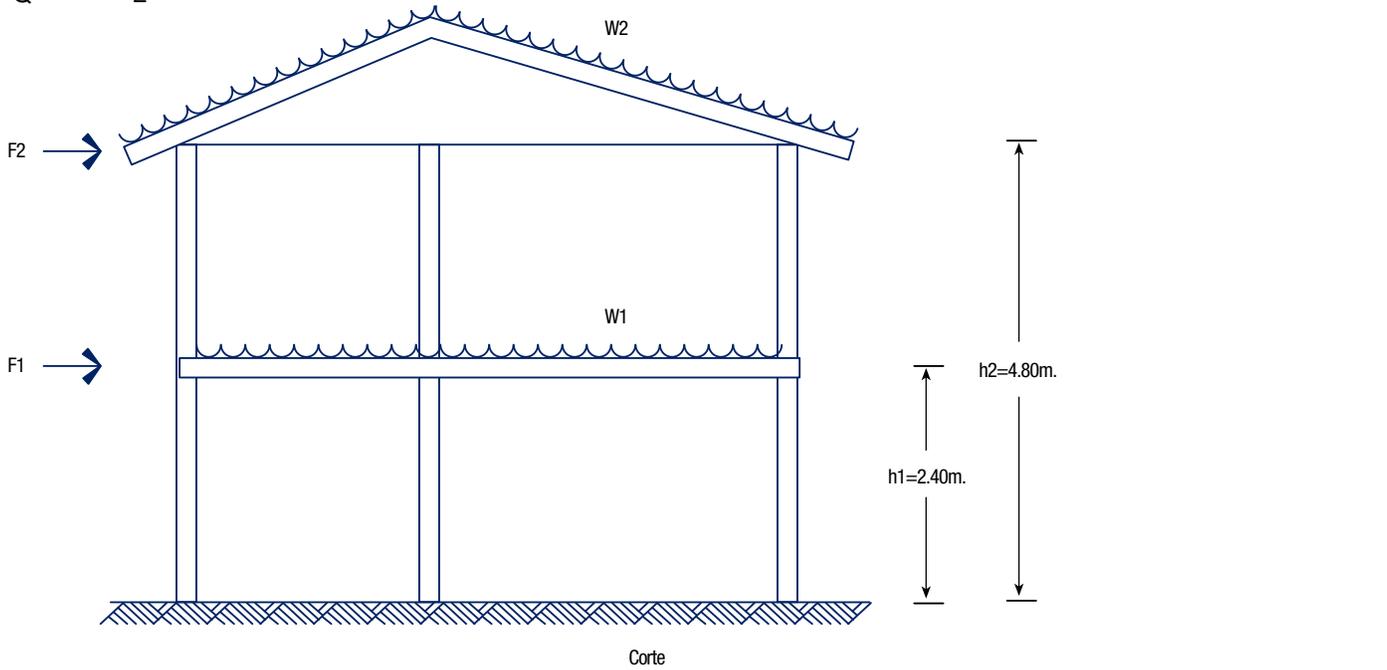
C<sub>s</sub> = 0.139 g (SECC. 8.2.3.)

$$F2 = \frac{(106,692) (0.32) (41,047.0)}{(151,858.6) (2.0)} = 4,008.56 \text{ kg.}$$

$$F1 = \frac{(45,166.6) (0.32) (41,047.0)}{(151,858.6) (2.0)} = 1,696.97 \text{ kg.}$$

$$Vb = \frac{C}{Q} \frac{\hat{A}Wi}{2} = \frac{0.32}{2} (40,382) = 6,461 \text{ kg.}$$

NIVEL	Wi (kg)	hi (m)	Wi hi (kg m)	Fi (kg)	Vi (kg)
AZOTEA	22,227.5	4.8	106,692	4,008.56	4,588
ENTREPISO	18,154.5	2.4	45,166.6	1,696.97	5,705.53
$\hat{A}Wi=$	41,047.0	$\hat{A}Wi hi=$	151,858.6		



**Figura No7.** Distribución de fuerzas laterales y de corte.  
Método Estático Equivalente.

### REVISIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS EN DIRECCIONES ORTOGONALES

En las figuras No. 5 y No. 6 (pág. 99) se observa la propuesta de muros por contraventear, seguir las recomendaciones de la sección de este manual para resistir el efecto sísmico en 2 direcciones.

#### SENTIDO X

muro eje 2 entre B y C	b (ancho de contraviento)
muro eje 4 entre B y C	3.0 m
	3.0 m

#### SENTIDO Y

muro eje a entre 2 y 3	b (ancho de contraviento)
muro eje b entre 2 y 3	2.0 m
muro eje c entre 2 y 3	2.0 m
	2.0 m

Recordemos que estos muros de preferencia deben tener continuidad en toda la altura de la construcción.

## DISTRIBUCIÓN DE FUERZAS $F_i$ .

### SENTIDO X

Existirán 2 muros con diagonales en este sentido, por lo tanto:

$$F_2 X = \frac{4008.56 \text{ kg.}}{2} = 2004.28 \text{ kg. por muro}$$

$$F_1 X = \frac{1696.97 \text{ kg.}}{2} = 848.48 \text{ kg. por muro}$$

### SENTIDO Y

Existirán 3 muros con diagonales en este sentido por lo tanto:

$$F_2 Y = \frac{4008.56 \text{ kg.}}{3} = 1336.19 \text{ kg. por muro}$$

$$F_1 Y = \frac{1696.97 \text{ kg.}}{3} = 565.65 \text{ kg. por muro}$$

En nuestro ejemplo la distribución de la fuerza es directa ya que el ancho de los muros de contraventeo es el mismo para cada dirección, en caso que los muros de un mismo sentido tengan distintos anchos la fuerza se distribuirá de forma proporcional al ancho del muro.

## ANÁLISIS DE MUROS CONTRAVENTEADOS

La fuerza sísmica de cada nivel ( $F_i$ ) que toma el muro produce un momento y un cortante en la base. El momento en la base es producto de las fuerzas en cada nivel por su distancia a la base del terreno. Ver figura No. 8.

Así el momento en cada muro en el sentido X es de:

$$M_X = F_2 (\text{azotea})(h_2) + F_1 (\text{entrepiso})(h_1) = 2004.28 \times 4.8 + 848.48 \times 2.4 = 11,657.85 \text{ kg-m}$$

y en el sentido Y es de:

$$M_Y = 1336.19 \times 4.8 + 565.65 \times 2.4 = 6981.72 \text{ kg-m}$$

El Cortante en la base es la suma de todas las fuerzas de los diferentes niveles del muro.

$$V_b(X) = F_2 + F_1 = 2004.28 + 848.48 = 2852.76 \text{ kg. en sentido X}$$

$$V_b(Y) = 1336.19 + 565.65 = 1901.84 \text{ kg. en sentido Y.}$$

La acción del momento en el muro es tomada o contrarrestada por las dos columnas o postes extremos que limitan el muro, los cuales reaccionan formando un par en sentido contrario al momento. Este par lo forman una carga de compresión en

uno de los postes y otra de tensión en el otro y se obtienen estas fuerzas del par dividiendo el momento en el muro entre la distancia entre los postes extremos que lo limitan.

De esta manera:

Tensión (T) = Compresión (P) = Momento (M) / Longitud de Muro (L)

$$T = P = M / L = 13,259.0 / 3.00 = 3885.95 \text{ kg. en cada muro en sentido X.}$$

$$T = P = M / L = 8,837.0 / 2.00 = 3940.86 \text{ kg. en cada muro en sentido Y}$$

Con esta fuerza se deben diseñar las dos columnas extremas del muro contraventeado. El mecanismo de respuesta de un contraventeo en diagonal bajo excitación dinámica en un sentido es por medio de acciones de tensión en una de sus cuerdas mientras que en la otra ocurren compresiones. Al ocurrir ésta en el sentido opuesto se invierte la naturaleza de las fuerzas en las cuerdas. De igual modo responden los postes extremos del muro contraventeado. Debido a que la excitación sísmica no ocurre en una dirección determinada la fuerza a considerar será siempre de compresión debido a que es la acción más desfavorable para un poste.

Con respecto a la respuesta de los contravientos, sólo una cuerda de la diagonal trabaja para tomar la carga lateral y es la que actúa a tensión, ya que la lámina que generalmente se usa para contraventeo es muy esbelta y no tiene capacidad de tomar compresiones.

La tensión que toma la diagonal se obtiene geoméricamente según su inclinación, por trigonometría simple. Para la diagonal cuyo muro tiene una altura de 2.40 m. y una longitud de 3.00 m. el ángulo que está formado con la base es de  $38.65^\circ$ , cuya tangente mide  $2.40 / 3.00 = 0.8$  y su coseno es la longitud del muro entre la longitud de la diagonal, o sea  $3.00 / 3.84 = 0.78$ . Ver figura No. 9.

Para los muros en sentido Y el coseno vale  $2.00 / 3.124 = 0.64$

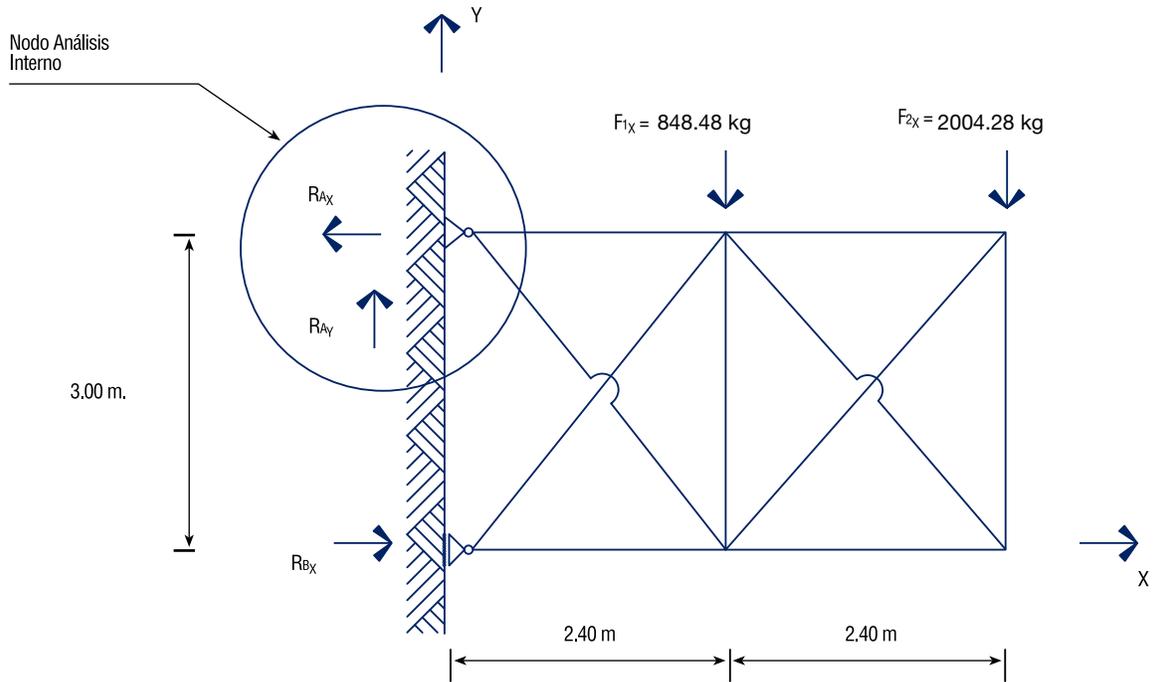
Por lo que la tensión (D) que toma la diagonal es igual al cortante del muro en la base ( $V_b$ ) dividiendo entre el coseno del ángulo.

$$D_X = V_b(X) / \text{COS } A = 2852.76 / 0.78 = 3657.38 \text{ kg.}$$

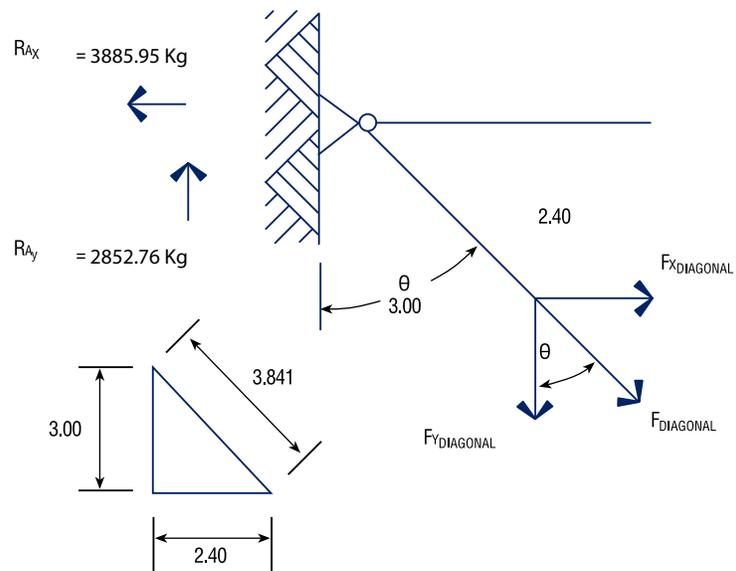
$$D_Y = V_b(Y) / \text{COS } B = 1901.84 / 0.64 = 2971.62 \text{ kg.}$$

## ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Ver figura No. 10 (pág. 95)



**Figura No 8.** Modelo estructural de un muro contraventado.



**Figura No 9.** Acciones de componentes de contraventado.

**DISEÑO DIAGONAL.**

**SENTIDO X**

DX = 3657.38 kg. TENSIÓN  
DY = 2971.62 kg TENSIÓN

El esfuerzo de fluencia del material es:

FY = 2320 kg / cm<sup>2</sup>

De acuerdo con el código de diseño de esfuerzos permisibles (ASD'2017) el esfuerzo permisible es 0.6 veces Fy para cargas normales.

$$F_s = 0.6 (2,812 \text{ kg / cm}^2) 1.333 = 1465.2 \text{ kg / cm}^2$$

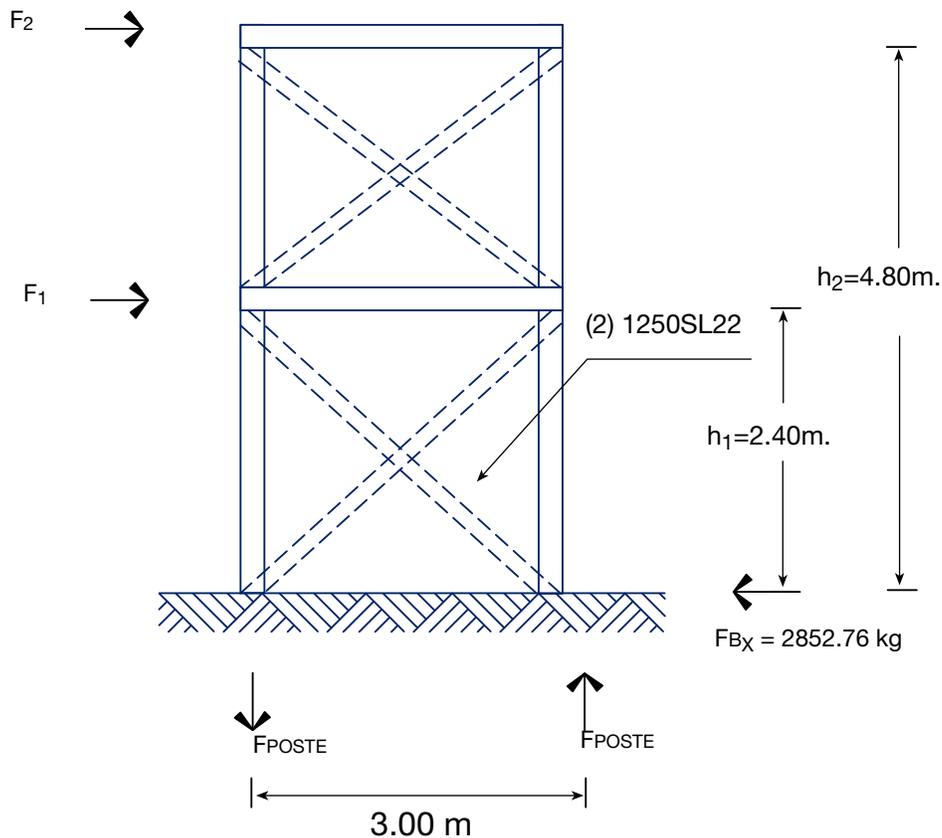
El área transversal de la diagonal requerida es igual a la tensión entre el esfuerzo permisible:

$$A_s = D / F_s$$

$$A_s (X) = \frac{3657.38 \text{ kg}}{1465.2 \text{ kg / cm}^2} = 2.496 \text{ cm}^2$$

$$A_s (Y) = \frac{2971.62 \text{ kg}}{1465.2 \text{ kg / cm}^2} = 2.038 \text{ cm}^2$$

Proponemos: una sección doble de 1250 SL22 que tienen  $A_s = 2 (.948) = 1.896$  en cada dirección.



**Figura No 10.** Respuesta estructural del modelo propuesto.

## DISEÑO DE POSTES ADICIONALES PARA CONTRAVENTE

Para el diseño del poste que se toma el valor de la carga y se puede directamente utilizar la tabla PI-1 seleccionando en función de la carga, dimensiones de los elementos que el proyecto permita, altura, número de elementos necesarios.

De manera técnica informativa se explica el razonamiento a seguir para obtener el dimensionamiento de los postes adicionales necesarios.

1er. Nivel.  $P = RAy = 3657.38 \text{ kg}$   
2do. Nivel  $P = (F2x)(\tan A) = (2004.28)(.8) = 1603.42 \text{ kg}$ .  
Si utilizamos (3) 920 PV 20.

Por su capacidad de carga estamos suponiendo el utilizar tres postes viga para formar una pequeña columna a cada lado del muro contraventeado, soportando la carga arriba descrita.

Para revisar si estos tres postes vigas resisten, consultamos la tabla para cargas axiales permisibles PI-1.

Para un poste viga 920 PV20 sin sujeción lateral veremos que resiste 540 kg. para una altura de 2.44m.

Revisando tres postes.

$$(3)(540) = 3657.38 \text{ kg}$$

$$1620 \text{ kg} < 3657.38 \text{ kg.} : \text{ No pasa}$$

Si tomamos el valor del 920 PV20 con sujeción lateral a 1/2 veremos que resiste 1060 kg.

Revisando cuatro postes.

$$(3)(1060)(1.333) = 4240 \text{ kg}$$

$$4240 \text{ kg} > 3657.38 \text{ kg.}$$

Por lo tanto colocar (4) 920 PV20 con sujeción lateral a 1/2 en los extremos del muro de contraventeo.

## SISTEMA DE ANCLAJE Y FIJACIÓN

Se debe considerar la inversión de la dirección de las fuerzas sísmicas por lo tanto existirán tensiones o compresiones en ambos apoyos. Ver figura No. 11.

Si utilizamos espárragos de acero al carbón, colocados con el sistema Epcon de Ramset o similar (epóxico) y concreto en la cimentación con resistencia  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$

Diámetro del anclaje	Diámetro del agujero	Empotramiento	Tracción (kg)	Corte (kg)
1/2"	9/16"	6"	2164	1332
5/8"	3/4"	7 1/2"	3615	2236
3/4"	7/8"	8"	4805	2742
7/8"	1"	8"	5507	3913

Las cargas admisibles se aumentaron en un 33% para cargas de viento y sismo.

Si diseñamos para el sentido en X que es el más crítico tenemos:  
La tensión de la cimentación es igual a RAX.

Si empleamos el de 7/8" de diámetro:

$$\text{No. de espárragos por Tensión} = \frac{3657.38 \text{ kg}}{5,507 \text{ kg/espárrago}} = 0.66 = 1 \text{ Espárrago}$$

El cortante es igual a Vb(x)

$$\text{No. de espárragos por Cortante} = \frac{2852.76 \text{ kg}}{3,913 \text{ kg/espárrago}} = 0.73 = 1 \text{ Espárrago Rige diseño por Cortante}$$

Por lo tanto colocaremos un espárrago de 7/8" de diámetro y 8" de empotramiento en la cimentación, en cada extremo del contraventeo.

## ACCIONES DE DISEÑO PARA CONEXIÓN EN NODO

Si empleamos tornillos con cabeza extra plana TXP-12 para unir lámina calibre 20, la carga permisible al cortante = 124 kg. (para los tornillos THX-34 hexagonales, la carga permisible al corte es de 105 kg.)

De acuerdo con la tabla TOR-01 de la referencia No. 3 de este manual. Ver figura No. 12 (pág. 63)

$$\text{No. de Tornillos} = \frac{F_{\text{poste}}}{105 \text{ kg./tornillo (2 postes)}} = \frac{3657.38 \text{ kg}}{(2) 105} = 18 \text{ Tornillos / cara}$$

proponemos:

**22 Tornillos THX-34 en el holdown y los postes.**

$$\text{No. de Tornillos} = \frac{F_{\text{diagonal}}}{124 \text{ kg (2 lados)}} = \frac{3657.38 \text{ kg}}{124 \text{ kg / tornillo (2 caras)}} = 15 \text{ Tornillos / cara}$$

proponemos:

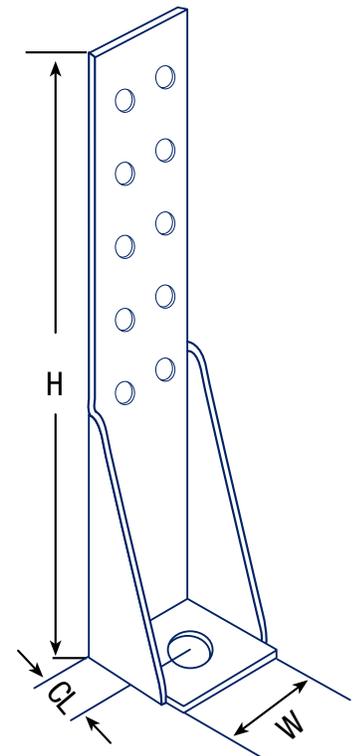
**17 Tornillos TXP-12 en cada cara.**

Para resistir las fuerzas en la dirección de Y se propone aplicar el mismo número de tornillos en cada conexión, así como los elementos estructurales resultantes para las fuerzas en la dirección de X.

## “TENSION TIE” Y “HOLDOWNS”

Nombre	Modelo	Calibre	Dimensiones (cms.)			Diámetro de Espárrago	Carga Permisible
			W	H	CL		
TENSION TIE	S/HTT14	12	6.35	38.10	2.70	5/8"	2265 kg.
HOLDOWN	S/HD8	10	6.35	35.20	3.80	7/8"	3587 kg.
HOLDOWN	S/HD10	10	6.35	40.90	3.80	7/8"	4484 kg.

1.- El diseñador podrá especificar el tipo de espárrago, longitud y embebido.



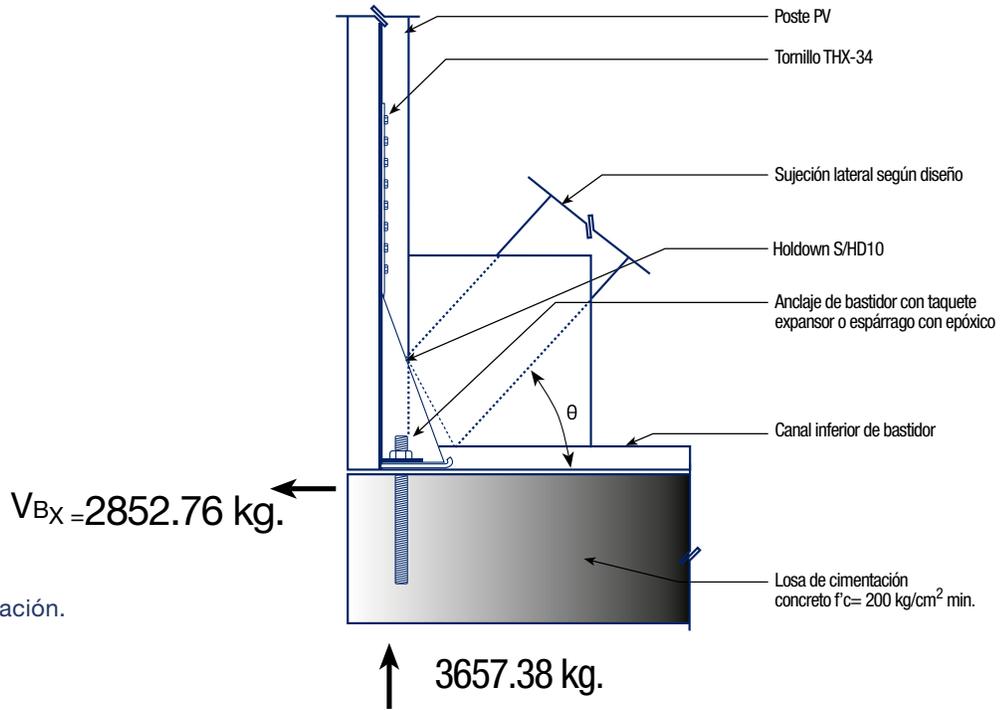


Figura No 11. Anclaje y fijación.

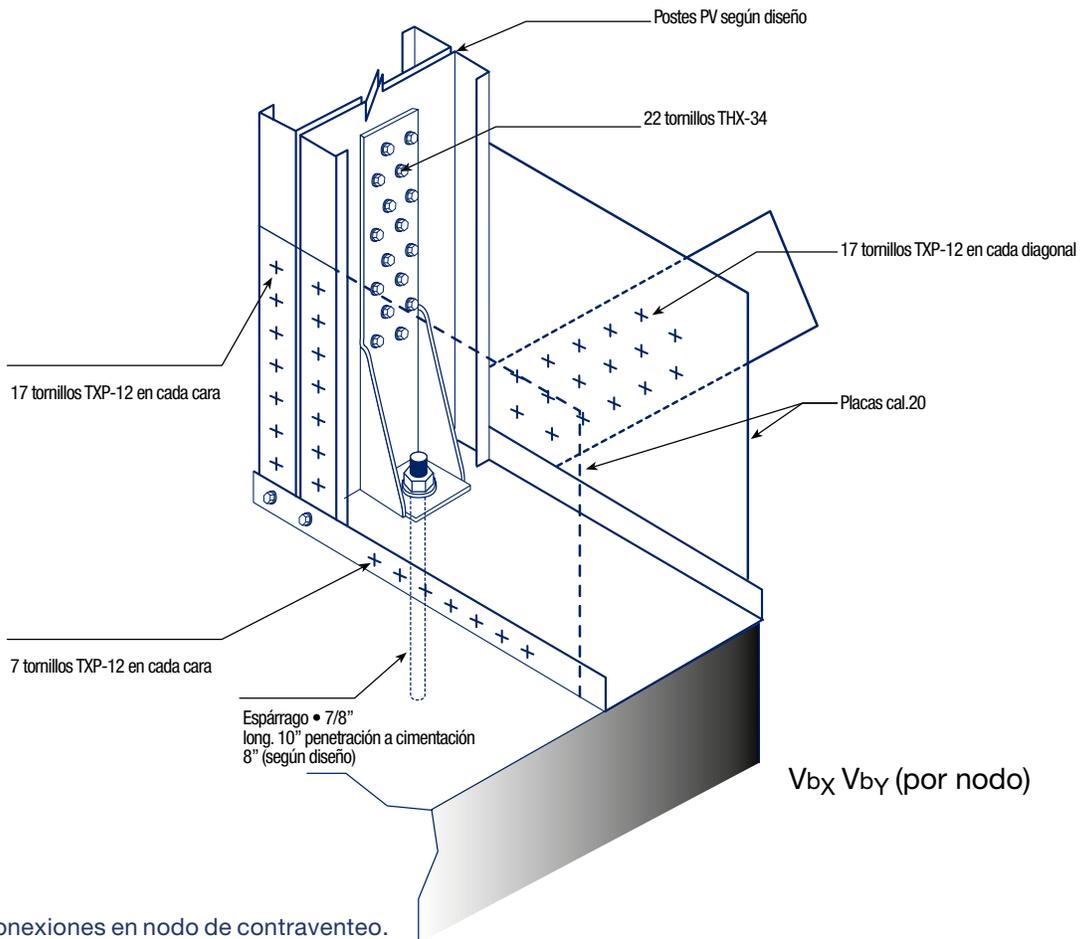
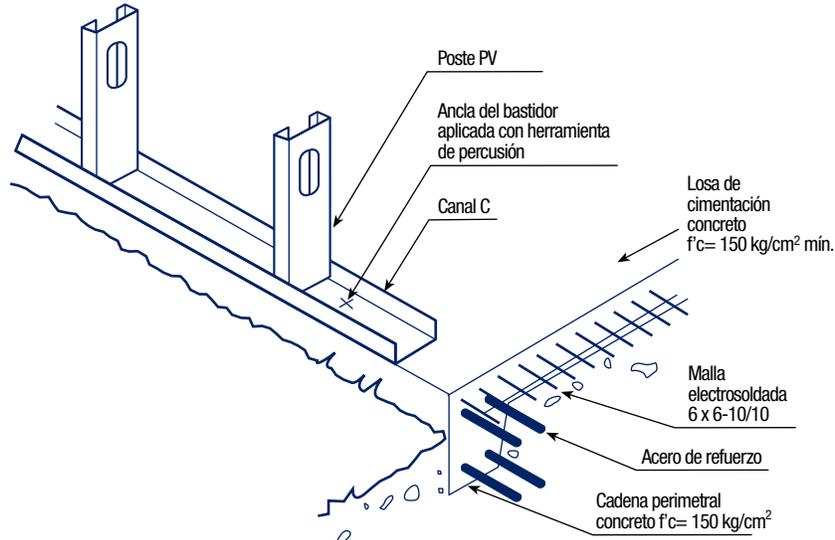


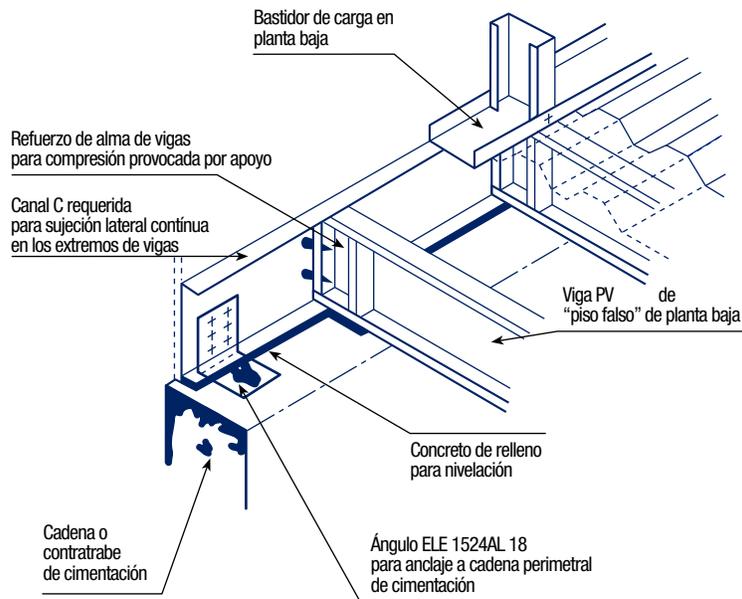
Figura No 12. Conexiones en nodo de contraventeo.

# DETALLES

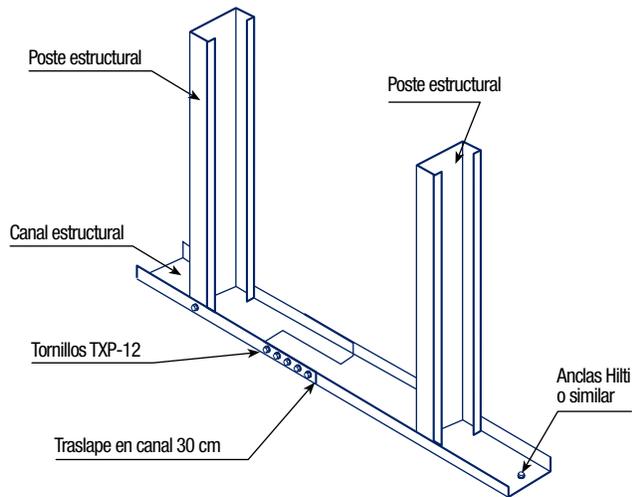
## DETALLES GENERALES DE ESTRUCTURA Y RECUBRIMIENTO.



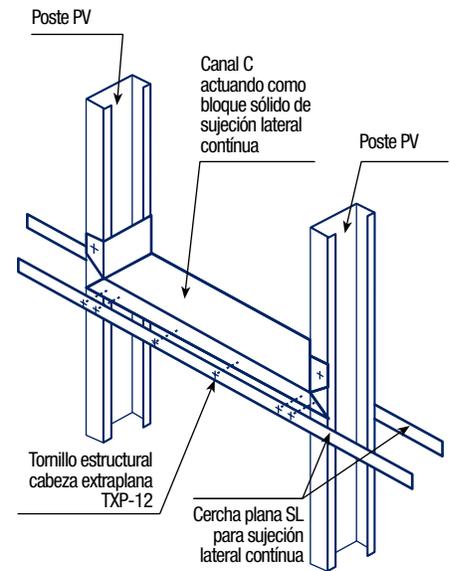
Cimentación: losa de concreto  $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2 \text{ mín.}$  de 10 cm de peralte mínimo por cadenas perimetrales de concreto de 15 x 30 cm



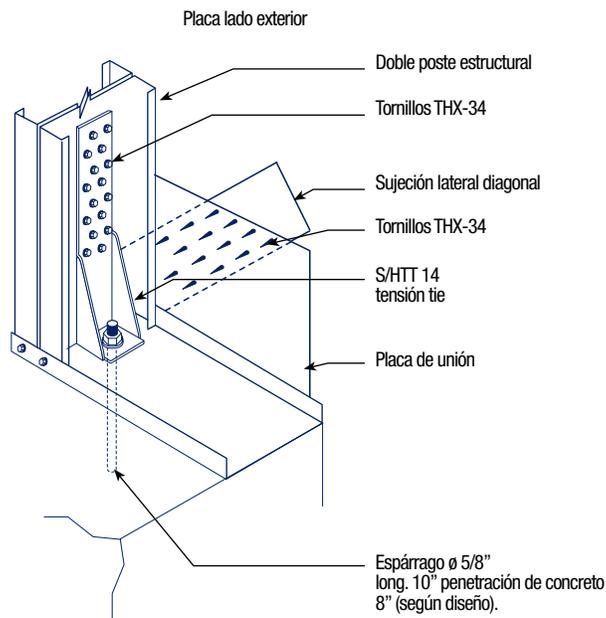
Cimentación: alternativa con contratraveses o cadenas de cimentación y planta baja resuelta tipo entrepiso.



Detalle de traslape de canal "CC"

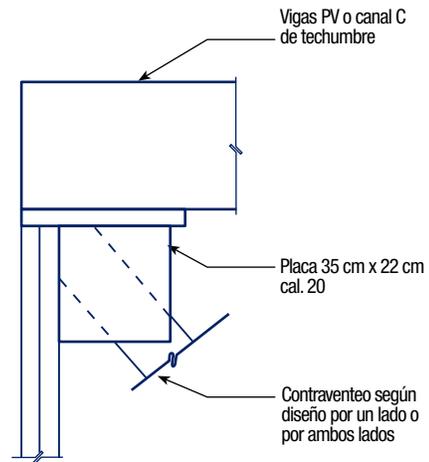


Bloques sólidos de sujeción lateral continua colocados en los extremos de bastidores para muros, junto a los vanos de puertas y ventanas y a cada 1.22 m a centros.

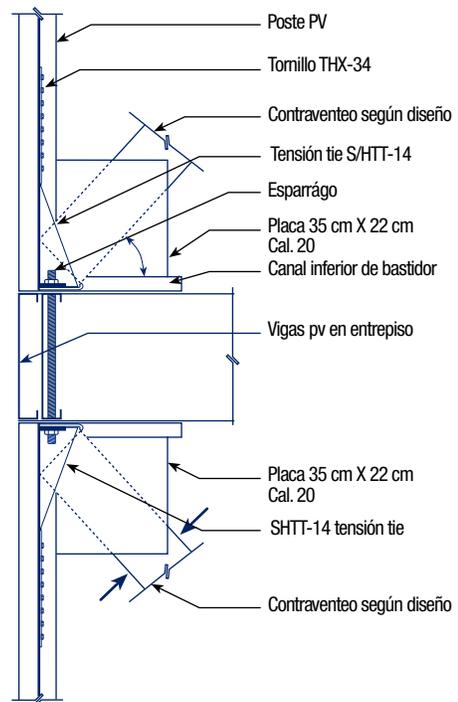


Detalle de anclaje de los muros de cortante a la cimentación mediante una ancla de tensión tie tipo "S/HTT14". El ancla de tensión va unida al poste con tornillos THX-34.

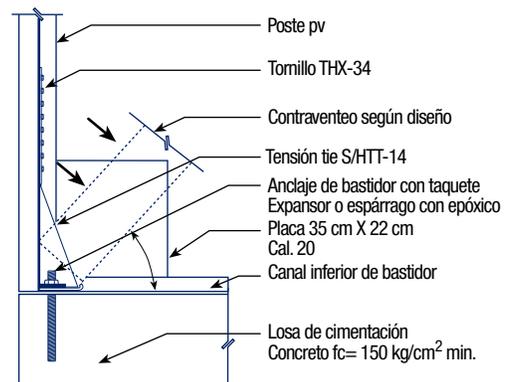
## NIVEL DE TECHUMBRE



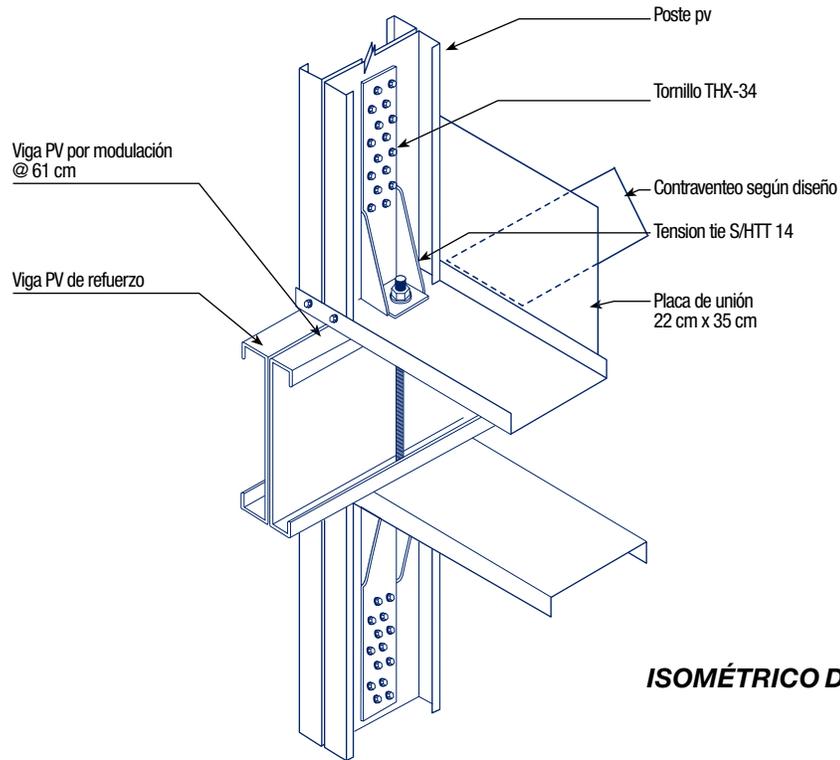
## NIVEL DE ENTREPISO



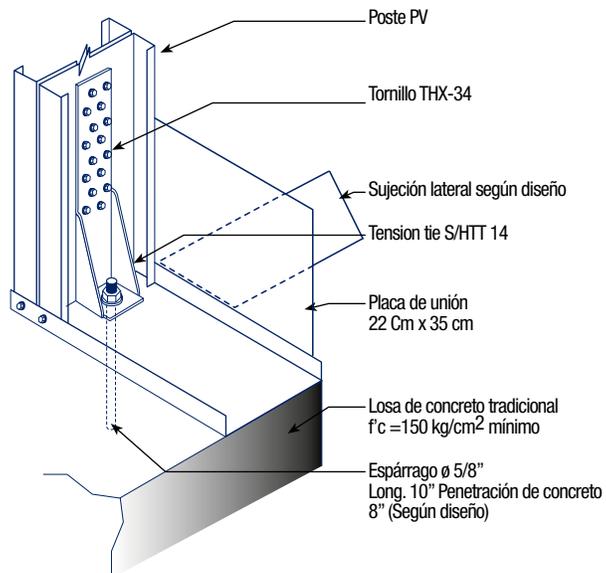
## NIVEL DE CIMENTACIÓN



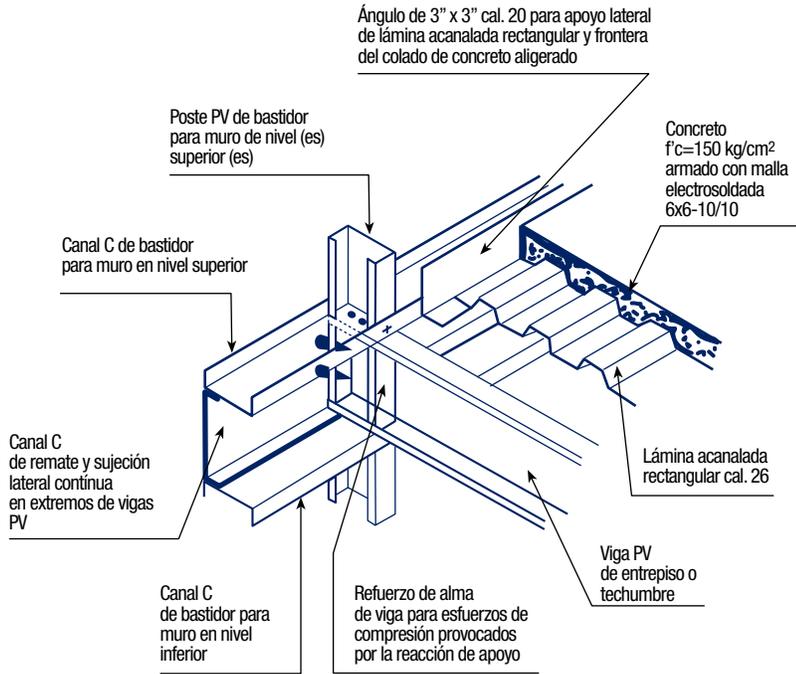
Detalle típico de esquina de contraventeo para velocidades de vientos (según diseño).



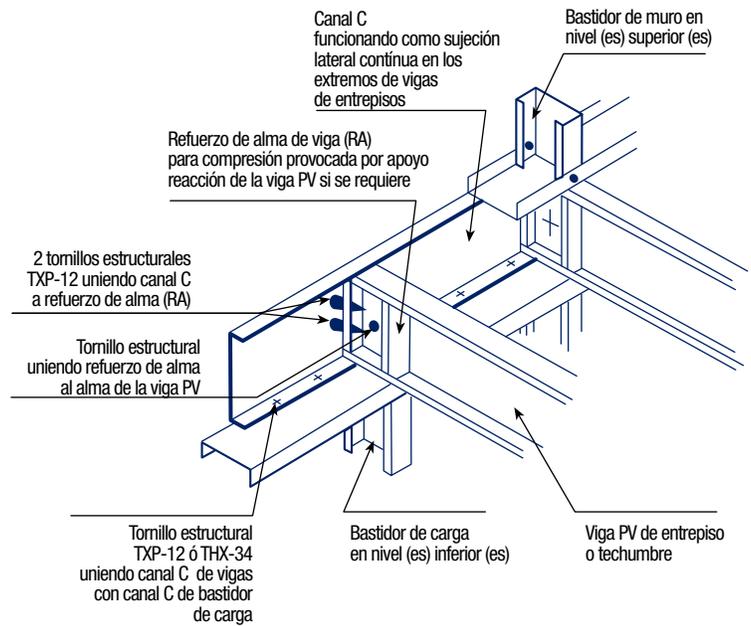
**ISOMÉTRICO DE CONTINUIDAD DE SUJECIÓN**  
*Lateral en entrepiso*



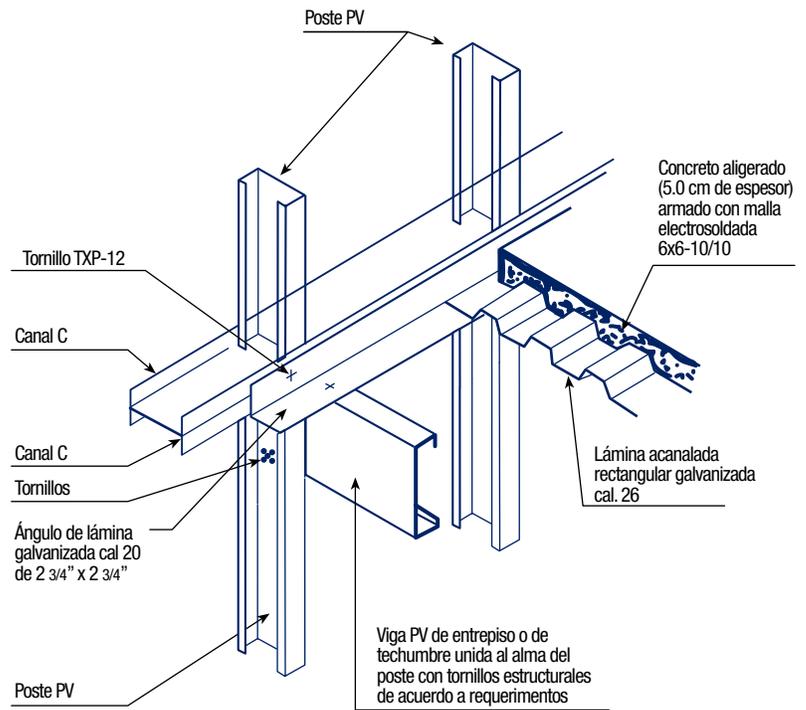
**ISOMÉTRICO**  
*Anclaje de muro de cortante a cimentación*



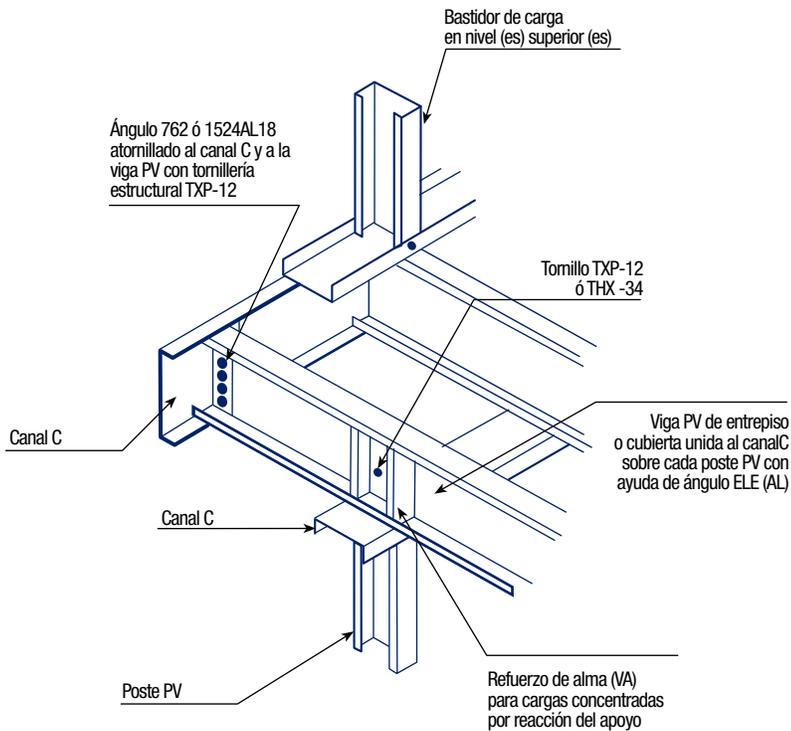
Solución de entrecimso o techumbre a base de concreto sobre lámina acanalada rectangular.



Canal C en vigas PV - uso e instalación.

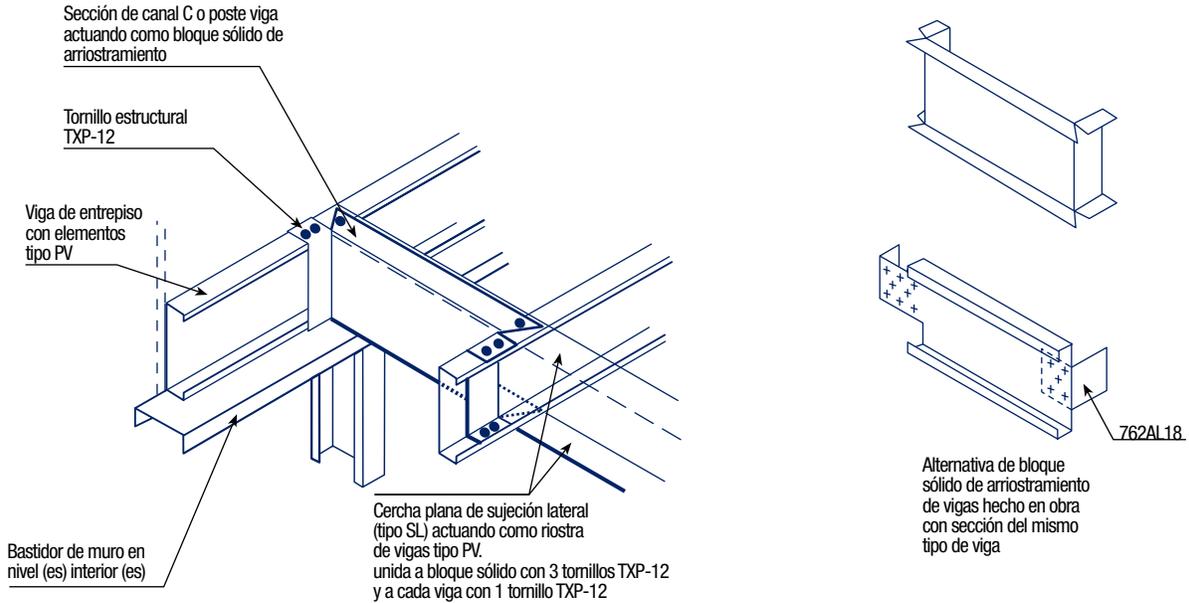
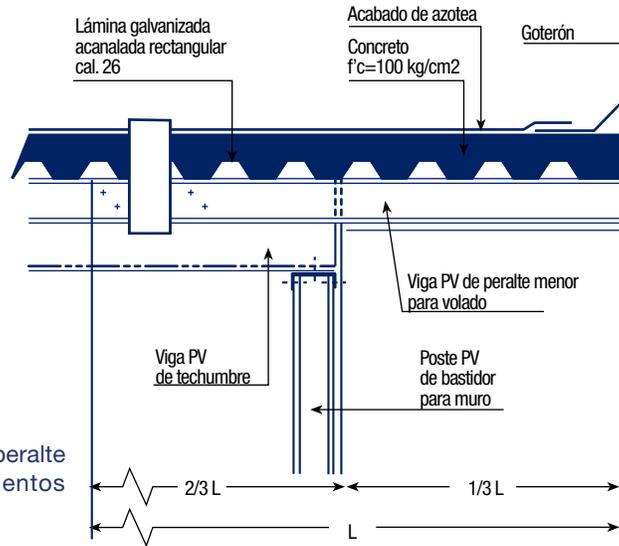


Solución de entepiso o techumbre concreto ligero sobre lámina acanalada rectangular. Alternativa de unión de vigas PV unión alma de poste a alma de viga.

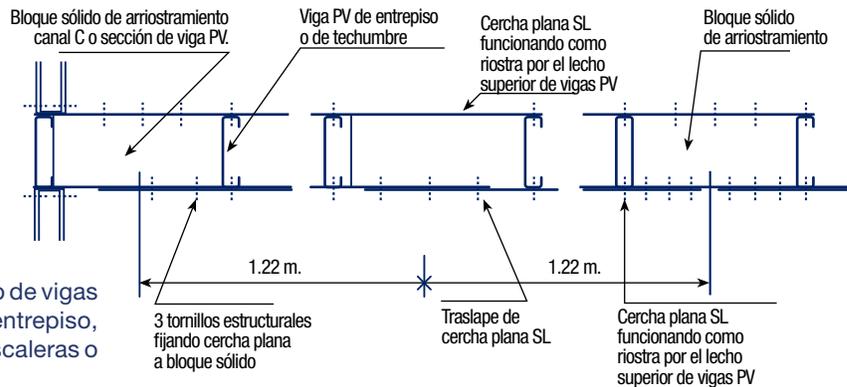


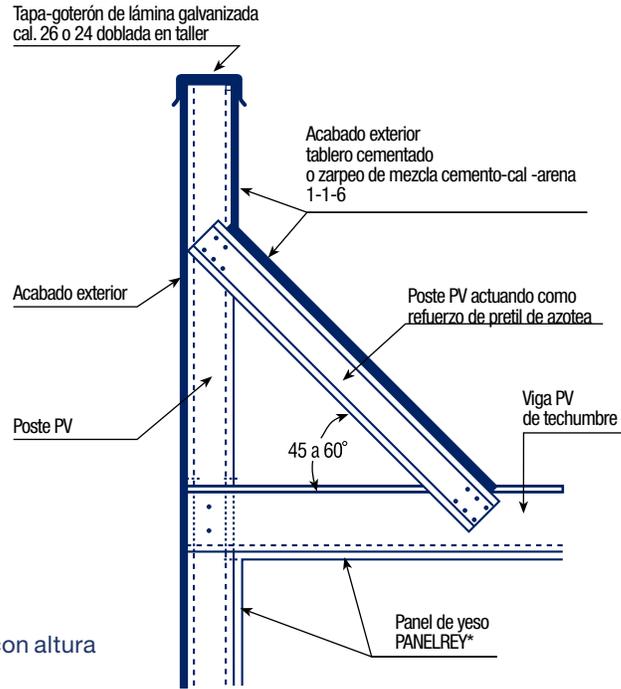
Volados - Vigas en Cantiliver.

Volados. Solución tipo para cambio de peralte en viga de techumbre por requerimientos estéticos.

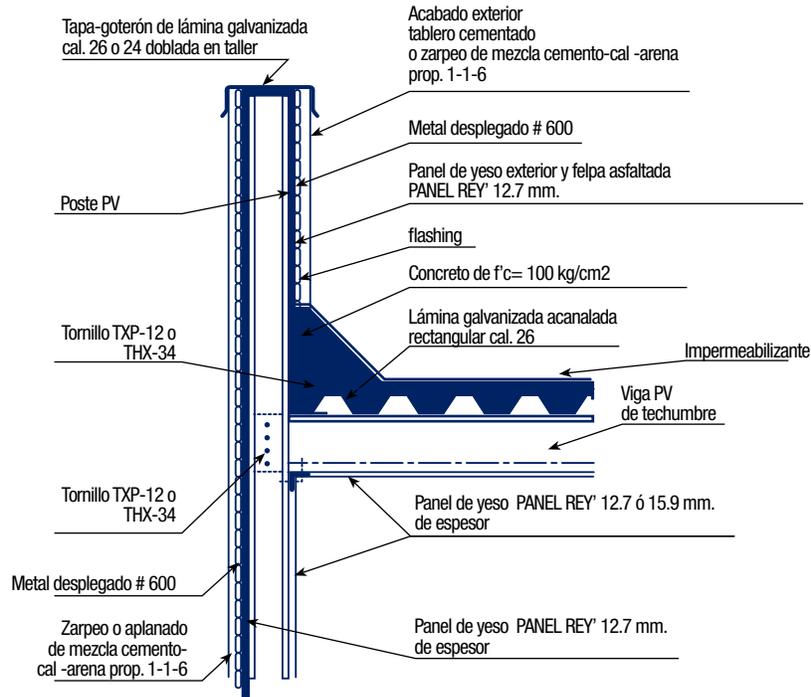


Bloque sólido de arriostamiento de vigas en cada extremo de sistema de entrepiso, a los lados de los huecos para escaleras o tragaluces y a cada 1.22 m. a.c.

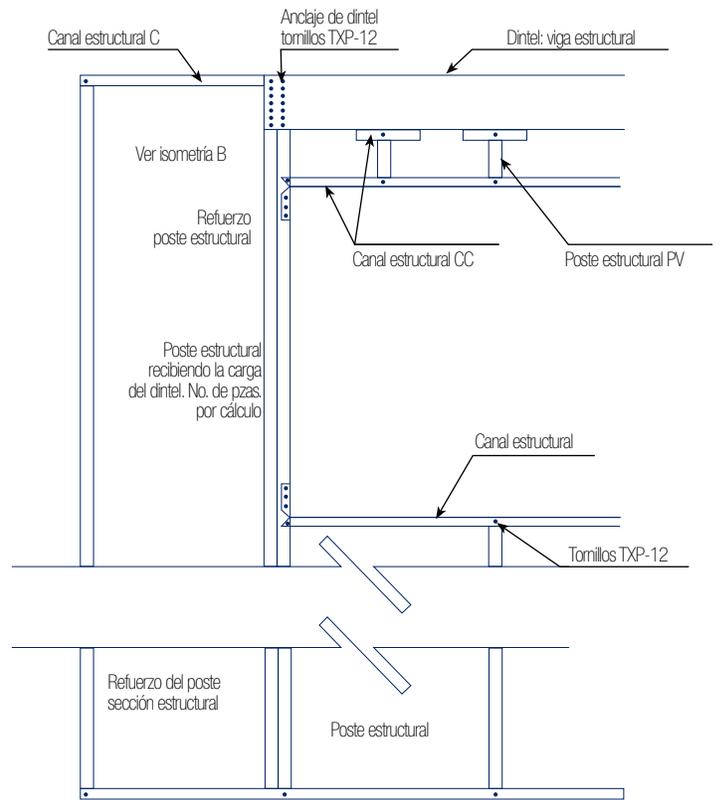
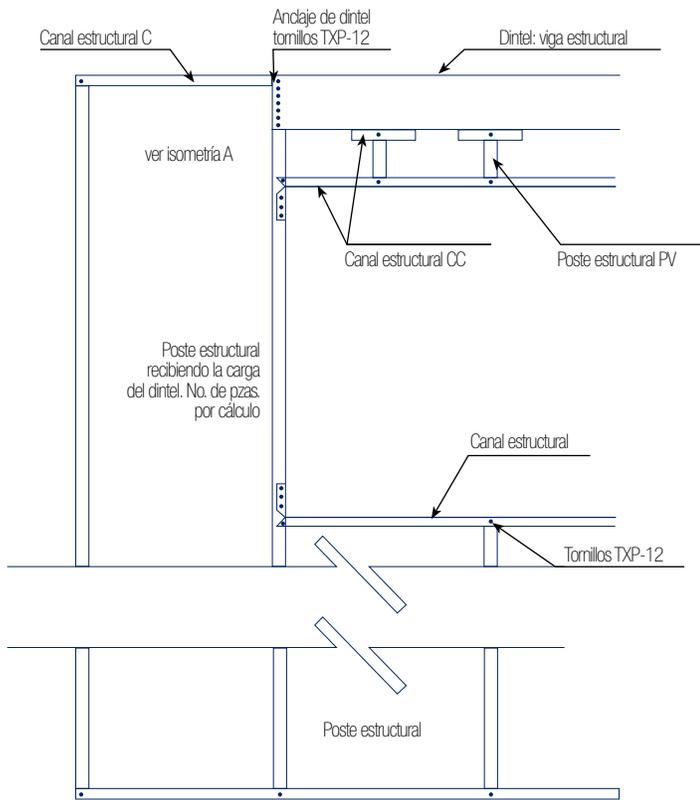




Pretil solución tipo para pretilos con altura mayor a 1.80 metros.

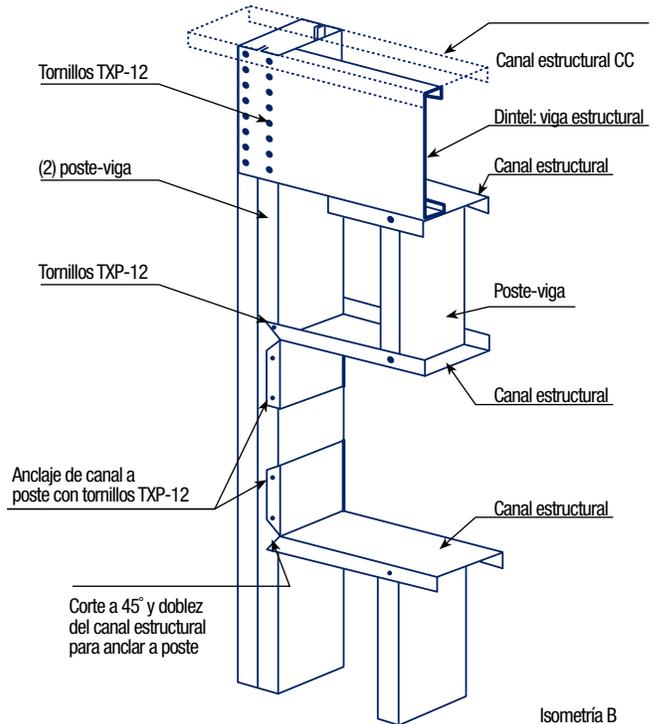
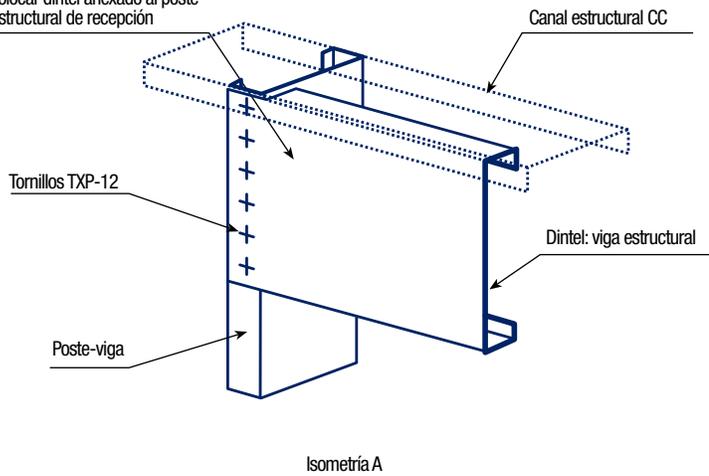


Pretil solución tipo prolongando bastidor de muros en último nivel.

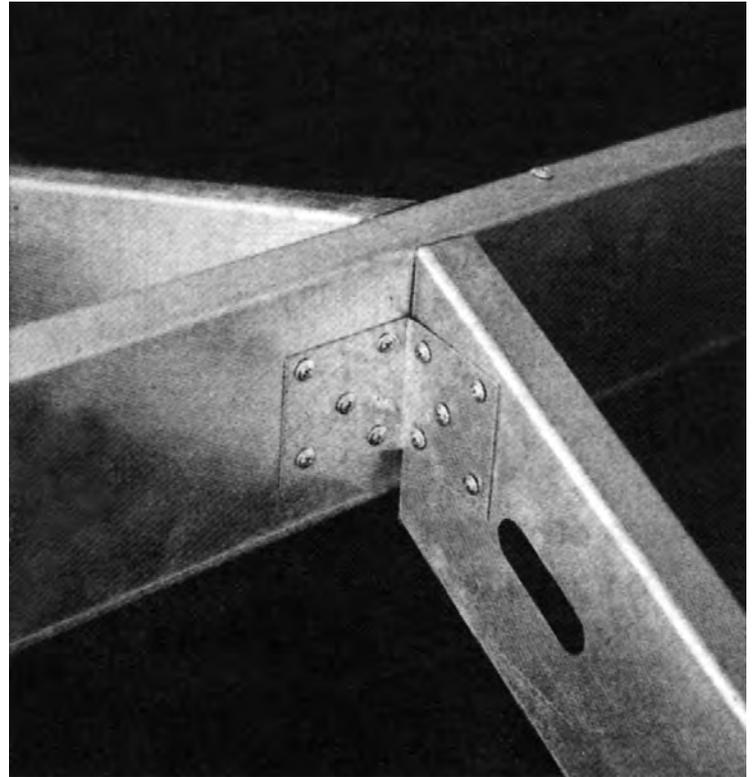
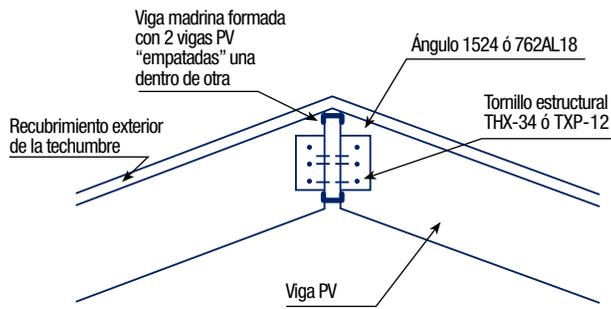


Vano de puerta o ventana.

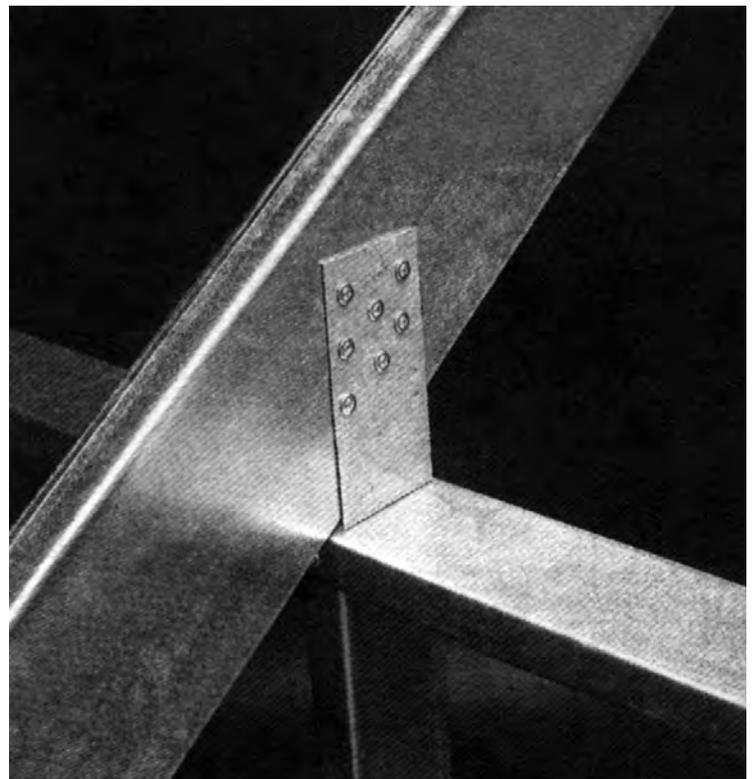
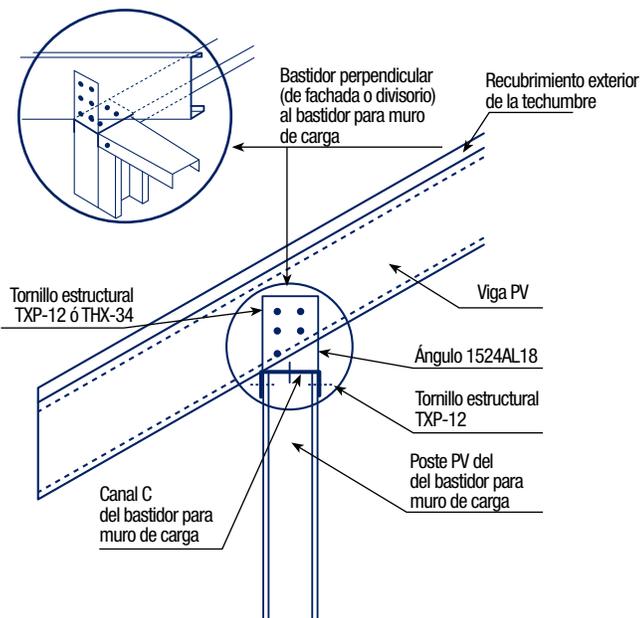
Despatinado de viga para poder colocar dintel anexo al poste estructural de recepción



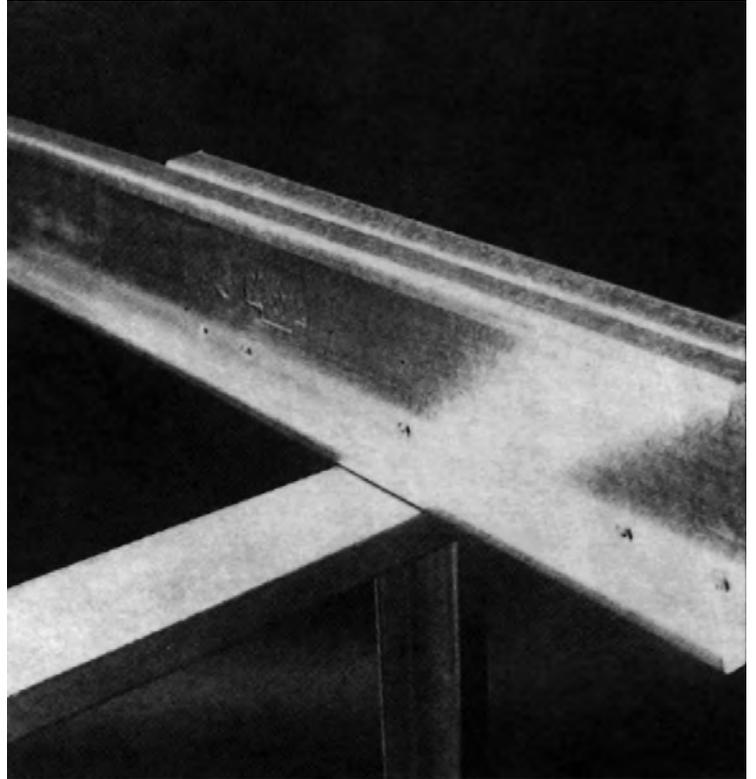
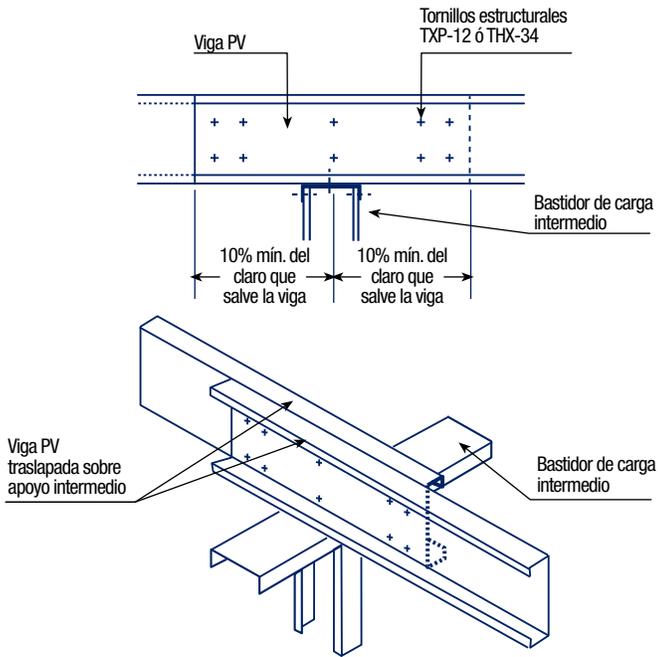
Dintel, antepecho y muretes en vanos de puertas y ventanas.



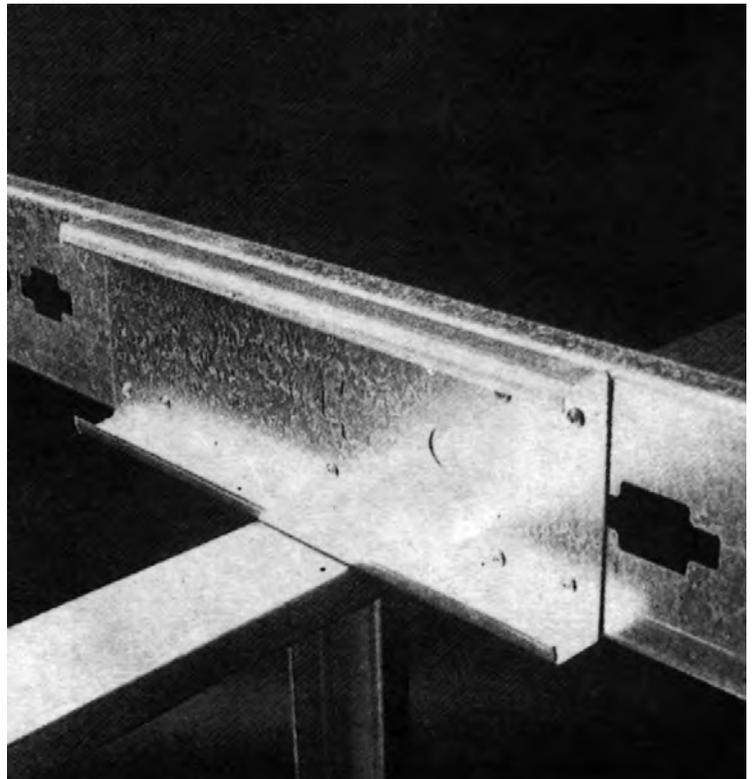
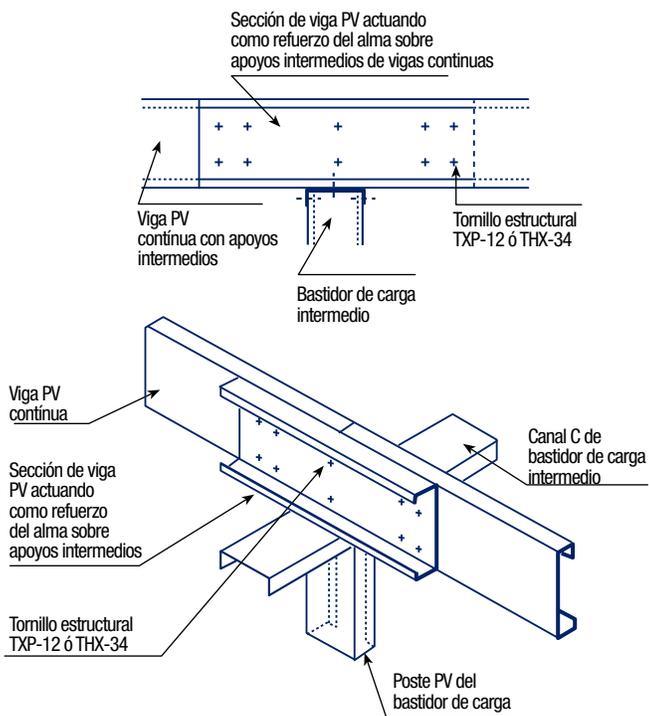
Techumbres:  
Solución de cumbrera con viga madrina.



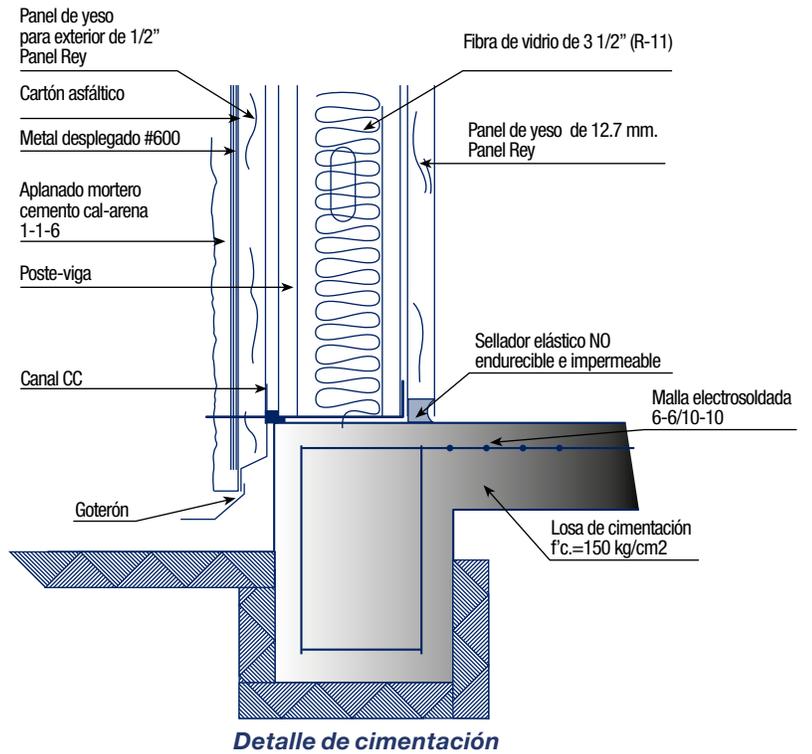
Techumbres inclinadas. Unión de viga PV al bastidor para muro de carga con ayuda de ángulo "ELE".



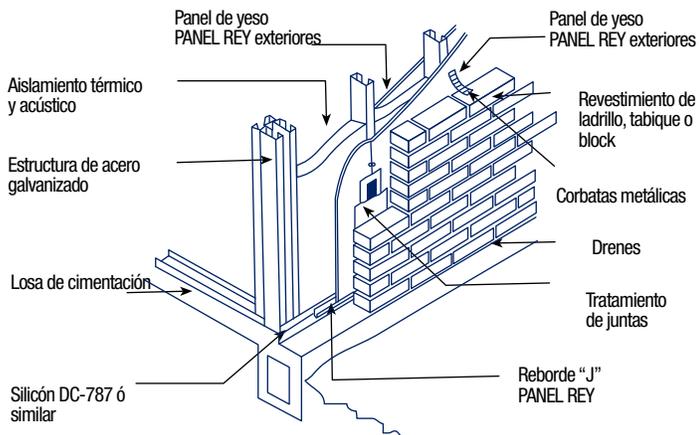
Vigas continuas, traslapes de vigas PV actuando como refuerzo del alma sobre apoyo intermedio.



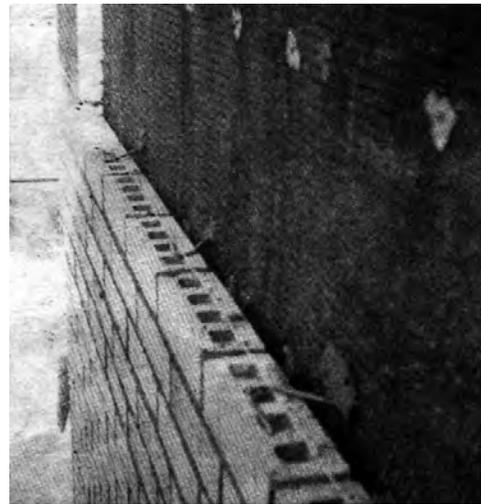
Vigas continuas, refuerzo del alma de viga sobre apoyos intermedios.

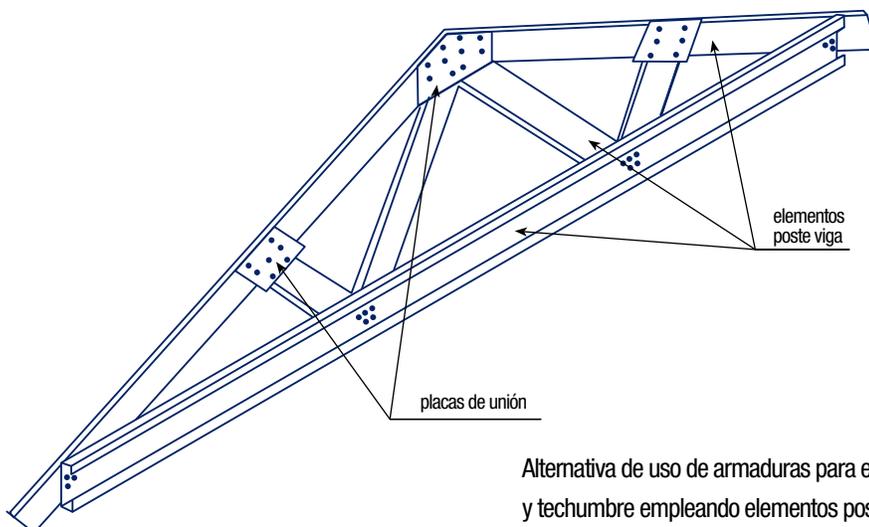


Revestimiento exterior, zarpeo sobre panel de yeso para exteriores y malla metálica desplegada.



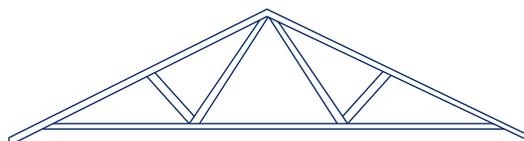
Revestimiento exterior de ladrillo, tabique o block sobre panel de yeso para exteriores.



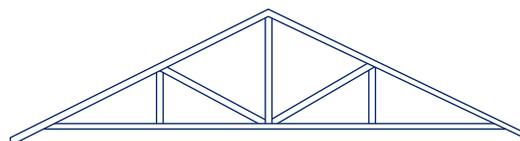


Alternativa de uso de armaduras para entrepiso y techumbre empleando elementos poste-vigas

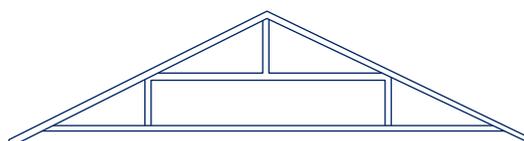
### ARMADURAS DEL SISTEMA PANEL REY\*



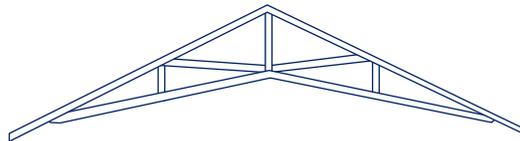
**Tipo fink**



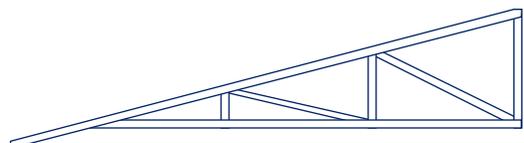
**Tipo king post**



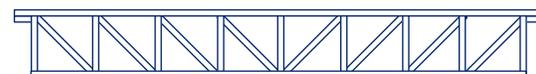
**Tipo simple con ático**



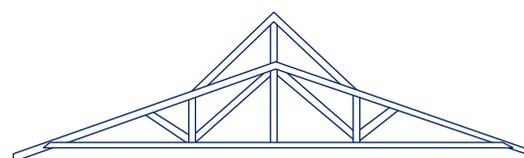
**Tipo warren en tijera**



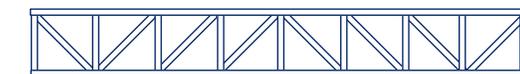
**Tipo media tijera**



**Tipo de cuerdas paralelas con volados laterales**



**Tipo polinesia**



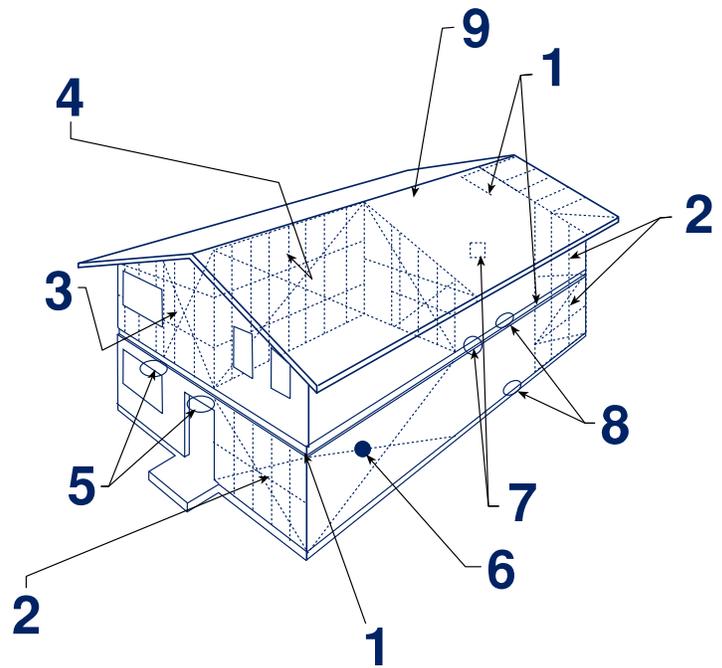
**Tipo de cuerdas paralelas pratt**

# TUTOR

## AUXILIAR DE USO DE LAS TABLAS DE CÁLCULO PANEL REY\*

### ANÁLISIS ESTRUCTURAL

- 1 Capacidad de vigas, tabla V-01 pág. 15.  
Capacidad de almas de vigas a la compresión.  
Tabla No. VA-03 pág. 16.
- 2 Postes de bastidores exteriores con carga axial  
y carga por viento.  
Tablas de la No. PV-03 a la No. PV-13 pág. 21  
a la 31.
- 3 Postes de bastidores exteriores sin carga axial  
o "Muros fachada". Tabla No. PF-17 pág. 32.  
Tabla No. PF-18 pag. 33.
- 4 Postes de bastidores para muros interiores de  
carga.  
Tabla No. PI-01 pág. 20.
- 5 Dinteles y cerramientos  
Tabla No. DN-01 pág. 17.
- 6 Contraventeo.  
Tabla No. SL-01 pág. 34.
- 7 Uniones.  
Tabla No. TOR-01 pág. 34.
- 8 Anclaje  
Hilti o Ramset
- 9 Vigas para techumbre.  
Tabla V-01 pág. 15



**Figura A.1** Análisis estructural: localización de tablas de acuerdo a componentes de la estructura.

El objetivo de este capítulo es mostrar el procedimiento práctico para seleccionar los diferentes componentes **PANEL REY\***, para formar la estructura de una edificación habitacional tipo.

Al aplicar los datos que aparecen en esta sección, se asume como punto de partida, que ya se han realizado los cálculos de "bajada de cargas" o cargas gravitacionales y de cargas accidentales de viento. Valores que se obtienen con el tradicional uso de las fórmulas de vigas equilibradas estáticamente.

Esta sección se concentra en la demostración de la manera de emplear las tablas de Capacidad Estructural **PANEL REY\***.

La figura A-1 muestra el esquema de una casa y las referencias de las tablas que se emplearán para resolverla estructuralmente. La numeración de las referencias corresponde al orden consecutivo que se seguirá en la demostración.

### AUXILIAR DE USO DE LAS TABLAS DE CÁLCULO **PANEL REY\***

En la figura A.1 se señalan dos puntos: la techumbre y el entrepiso. En ambos casos se emplearán las tablas V-01 y VA-3.

### FIG. A-2 COMPONENTES PV ACTUANDO COMO VIGAS

Cargas uniformemente repartidas permisibles en vigas en claros sencillos. TABLA V-01.

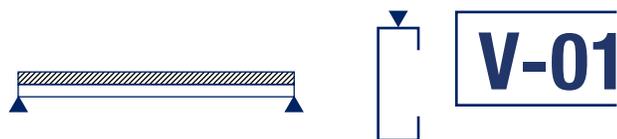
### TABLA V-01, EN LA FIGURA A.2

Para iniciar el ejemplo, se toma el entrepiso para seleccionar los componentes que lo resuelven.

Los datos requeridos para realizar la "bajada de cargas" son los siguientes:

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. Wm Carga muerta por m <sup>2</sup>                                   | 118.0 kg/m <sup>2</sup> |
| 2. Wv Carga viva por m <sup>2</sup>                                     | 250.0 kg/m <sup>2</sup> |
| 3. W Carga total = Wm + Wv  | 368.0 kg/m <sup>2</sup> |
| 4. Espaciamiento propuesto  | 0.61 m                  |
| 5. WL Carga uniformemente distribuida sobre la viga = W x Espaciamiento | 225 kg/m                |
| 6. L Longitud del claro crítico   | 3.07 m                  |
| 7. Condición del claro  | Sencillo                |

Los datos para uso de esta tabla (V-01) y necesarios para realizar la selección del elemento y viga son las siguientes:



COMPONENTE TAMAÑO ESTILO Y CALIBRE	CLAROS SIMPLES (Metros)																
	CARGAS UNIFORMEMENTE REPARTIDAS EN Kg/m																
	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20	4.50	4.80	5.10	5.40	5.70	6.00	6.30	6.60	7.20	7.50
**2540 PV 10	3032	2396	1940	1604	1347	1148	990	862	758	671	599	537	485	440	401	336	310
**2540 PV 12	2401	1897	1537	1270	1067	909	784	683	600	531	474	425	384	348	317	266	245
**2540 PV 14	1743	1377	1115	922	774	660	569	495	435	386	344	309	278	253	230	193	178
**2032 PV 10	2106	1664	1348	1114	936	797	687	599	526	466	416	373	337	305	278	234	215
**2032 PV 12	1674	1322	1071	885	744	633	546	476	418	370	330	296	267	242	221	186	*171
2032 PV 14	665	525	425	352	295	252	217	189	166	147	131	117	*106	*96			
**1524 PV 10	1147	906	734	606	509	434	374	326	286	254	226	203	*183	*166	*151	*127	
**1524 PV 12	918	725	587	485	408	347	299	261	229	203	*181	*162	*146	*133	*121		
1524 PV 14	435	344	278	230	193	165	142	123	*108	*96							
1524 PV 18	seguir el renglón		184	152	128	109	*94	*81									
1524 PV 20	217	172	139	115	96	*82	*71										
920 PV 18	134	94	*91	*75													
920 PV 20	101	*87	*70														

**NOTAS:** 1. Tabla calculada de acuerdo a esfuerzo flexionante permisible o a una deflexión permisible de L/240, la que sea más crítica en la combinación carga-longitud de claro bajo las A.I.S.I. Specifications for the design of cold formed steel structural members, ed. 1980, Sección 3.  
2. Todas las vigas deberán ser revisadas de acuerdo a su capacidad de resistencia de carga concentrada (aplastamiento del alma) en alguna parte del claro y en puntos de apoyo (reacciones) en las tablas VA-03 o VA-04.  
3. Los componentes PV actuando como vigas requieren que el alma no tenga ninguna perforación en por lo menos 30.0 cm adyacentes a sus extremos o apoyo(s). Si se requiriera hacer algún tipo de perforación dentro de ese rango, se deberán revisar las previsiones que aparecen en la tabla V-05 y los dibujos que complementan dicha tabla.  
4. \*Estos perfiles no cumplen con deflexiones de L/240 para carga viva de 170 kg/m<sup>2</sup> en vigas de entrepiso con separación @ 61.0 cm (especificado por el manual del D.D.F. como carga viva para entrepiso de casa habitación).  
5. \*\*Acero de alta resistencia, fy = 3515 kg/cm<sup>2</sup>.

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1. Longitud del claro crítico                           | <b>307.4 cm ó<br/>3.074 m.</b> |
| 2. Carga uniformemente repartida sobre la viga en kg/m. | <b>225 kg/m.</b>               |

Este primer dato localizado en la tabla, (Fig. A.2), ubica sobre una columna determinada, en la cual se busca un valor de carga uniformemente repartida igual o ligeramente mayor a la que se tiene en los datos de diseño.

Se sigue el renglón donde se encuentra esta carga hacia la izquierda, hasta encontrar la columna que corresponde al tamaño, estilo y calibre del elemento adecuado para resolver el claro necesario por diseño, con la solicitación de carga que se ha calculado.

El componente Poste-Viga que actúa en este momento como viga, debe ser revisado en función a su capacidad para soportar eficientemente cargas concentradas y reacciones (Tabla VA-3).

Los datos que se necesitan para la revisión son:

#### **A. CONDICIÓN DE LA CARGA CONCENTRADA O REACCIÓN (NÚMERO 1 UNO)**

En la tabla VA-3 se encuentran cuatro posibles soluciones dibujadas en cinco diferentes esquemas (abajo de la tabla) como se observa en la figura A.3, A, B, C y D.

En el ejemplo, la viga calculada y seleccionada a través de la tabla V-01 no tiene volados; es un solo claro sin continuidad en la viga y no existen cargas concentradas ya que la carga es uniformemente repartida.

Estas características se observan en el diagrama (a) de la figura A.3 La condición exacta de la viga del ejemplo es la "condición 1 (uno)".

#### **B. LONGITUD DE LA REACCIÓN O SOPORTE 9.20 cm**

Basándose en la experiencia de otros proyectos realizados, se supone que el poste que recibirá a la viga será un 920 PV de cualquier calibre.

Una vez calculado y seleccionado el elemento poste que soportará a la viga, SE DEBERÁ REVISAR LA SELECCIÓN DE LONGITUD DE LA REACCIÓN O SOPORTE, de tal manera que se confirme la especificación respecto a la capacidad del alma de la viga para soportar reacciones y cargas concentradas.

de tal manera que se confirme la especificación respecto a la capacidad del alma de la viga para soportar reacciones y cargas concentradas.

Se cuenta entonces con lo siguiente:

1. Condiciones de la carga concentrada o reacción: condición No. 1.
2. Longitud del apoyo o carga concentrada o reacción: 9.20 cm.
3. Viga que ha sido seleccionada: 1524 PV14.
4. Reacción o carga concentrada: 345.8 kg.

En este momento se dispone de los datos necesarios para iniciar la REVISIÓN de la capacidad del alma para soportar cargas concentradas o reacciones. (Ubicar la Codificación 1 en las tablas de la figura A.3).

Cada una de las cuatro condiciones, comprende un bloque de columnas que se refieren a las diferentes longitudes que pueden tener las cargas concentradas. El siguiente paso consistirá precisamente en seleccionar la columna que requiere el ejemplo de 9.20 cm (Ver tabla VA-3).

Enseguida se ubicará el renglón que corresponde a la viga que ha sido seleccionada a través de la tabla V-01, en este caso, la 1524 PV 14.

Esto se logra utilizando la primera columna de la tabla VA-03 y que corresponde a la columna de tamaño, estilo y calibre del elemento (Ver tabla VA-3).

Una vez que se ha localizado el renglón del elemento, se sigue por él hasta encontrar la columna de la longitud de la carga o soporte.

El cruce de esta columna con el renglón del elemento, proporciona un número que se refiere a LA CAPACIDAD MÁXIMA PERMISIBLE del elemento seleccionado como viga para soportar reacciones o cargas concentradas, expresado en kilogramos.

Este número se compara con el que se calculó previamente y se obtiene lo siguiente: la tabla proporciona una cantidad máxima permisible de reacción en condición No. 1 de 903.0 Kg. La reacción calculada (punto cuatro de los datos de esta tabla), es de 345.8 Kg. Esto significa que el alma del elemento que hemos seleccionado para actuar como viga, soporta, sin ayuda, la reacción que tendrá en cada extremo.

En el caso contrario, cuando la reacción calculada sobrepase el número encontrado en esta tabla, será necesario colocar un atiesador a compresión (se trata de un refuerzo en el alma y está descrito en los capítulos de Habilitados y Desplantes de la Estructura del **MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PANEL REY.**)

## VIGAS SENCILLAS



Reacciones y Cargas concentradas máximas permisibles para almas de vigas en kilogramos. TABLA VA-3.

VIGA TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE	CONDICIÓN 1				CONDICIÓN 2				CONDICIÓN 3				CONDICIÓN 4					
	Ubicar el elemento Viga a analizar				LONGITUD DEL APOYO DE LA VIGA													
	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24		
2032 PV 14	cruzar columna con renglón			866	1056	351	390	434	559	782	795	810	841	243	270	300	365	
1524 PV 14	769	832	903	1102	372	413	460	593	868	883	899	934	263	292	325	395		
1524 PV 18	314	351	407	ésta es la capacidad en kg. que tiene el elemento para									335	103	119	137	176	
1524 PV 20	175	205	251	soportar reacciones o cargas de las dimensión 9.20 cm									317	161	54.1	64.7	76.6	102
				concentradas en la condición de carga no. 1.									150					

## COMPONENTES DOBLES, ESPALDA CONTRA ESPALDA



Reacciones y Cargas concentradas máximas permisibles en kilogramos. TABLA VA-4.

VIGA TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE	CONDICIÓN 1				CONDICIÓN 2				CONDICIÓN 3				CONDICIÓN 4			
	LONGITUD DEL APOYO DE LA VIGA															
	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24	3.81	6.35	9.20	15.24
2032 PV 14	2539	2903	3232	3791	1793	1981	2151	2440	2279	2606	2902	3403	1073	1185	1287	1460
1524 PV 14	2539	2903	3232	3791	1736	1919	2083	2363	2375	2716	3025	3547	1111	1228	1333	1512
1524 PV 18	1118	1296	1458	1731	818	916	1005	1156	961	1115	1254	1489	412	462	507	583
1524 PV 20	670	784	887	1062	509	576	636	738	534	625	707	846	220	248	274	318

### NOTAS:

1. Las cargas y las condiciones descritas al pie de esta página son aplicables por la revisión de la capacidad del alma de los componentes PV (poste-viga) actuando como vigas.
2. La tabla es adecuada para los componentes PV que no presenten perforaciones en el alma que se ubiquen a una distancia menor a 30.5 cm de los extremos apoyados o reacciones.
3. Si existen perforaciones del alma de los componentes PV más cercanos a los apoyos que lo especificado en el punto 2, es indispensable colocar atiesadores de alma para compresión.
4. Tabla calculada de acuerdo al A.I.S.I. Specifications for the design of cold formed steel structural members, ed. 1986, Sección C3.4.
5. No está considerada una carga combinada que provoque la flexión y compresión del alma simultáneamente. (A.I.S.I. Sección. C3.5).

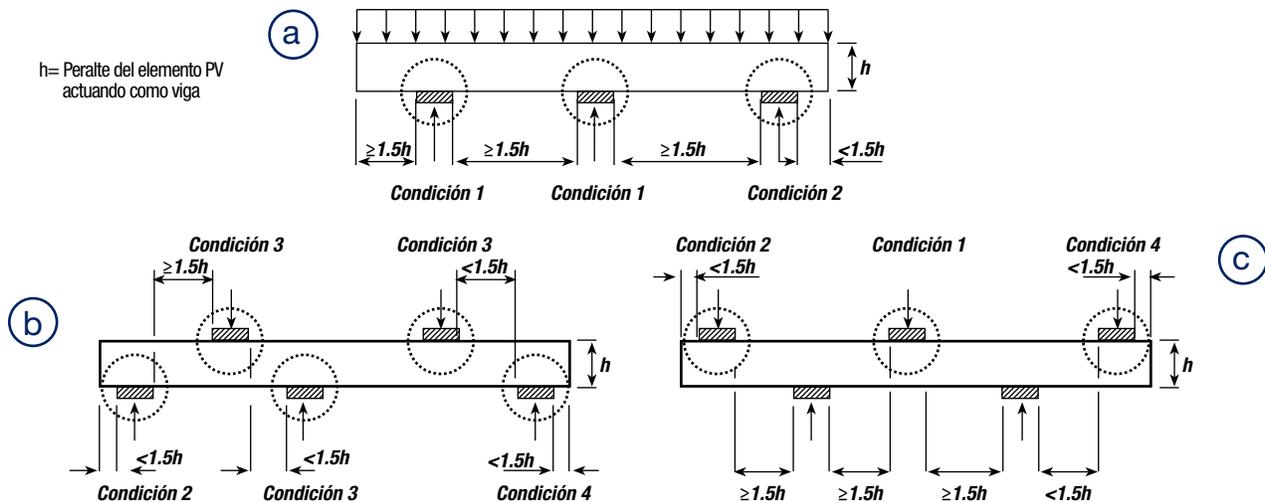
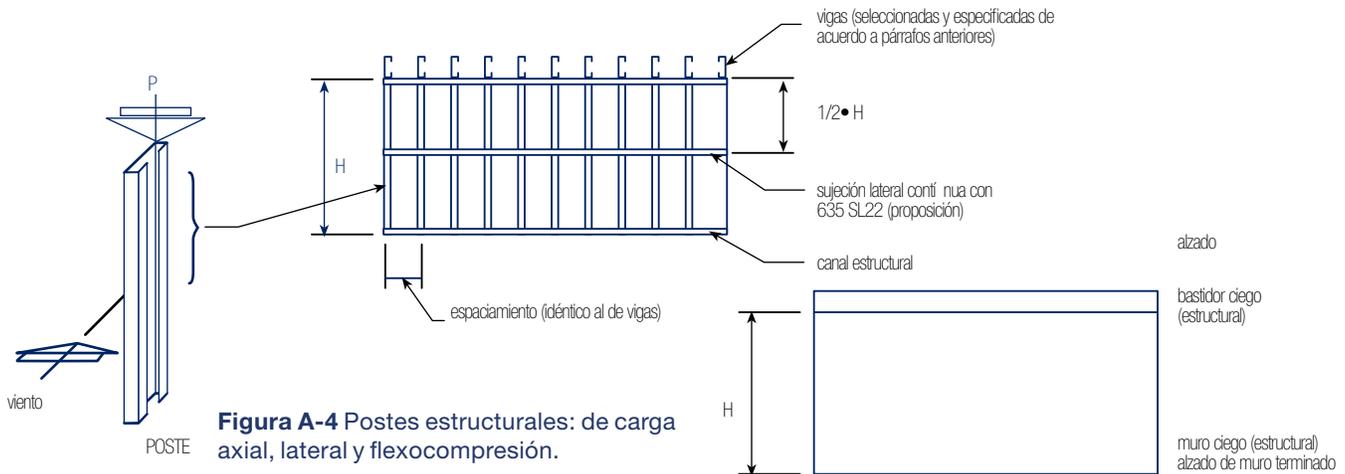


Figura A-3 Condiciones de apoyos para cargas concentradas y cargas uniformemente repartidas de las tablas VA-3 y VA-4.



**Figura A-4** Postes estructurales: de carga axial, lateral y flexocompresión.

Con esta última tabla concluye la parte del ejemplo que se refiere a la selección de componentes que actúan como vigas de entepiso. La selección de vigas de cubierta se realiza de manera similar.

De acuerdo con los datos obtenidos, la especificación del elemento viga será la siguiente:  
USAR: Un 1524 PV 14 a cada 61.0 cm a.c. sujeción lateral continua o arriostramiento con 635 SL 22 al centro del claro y bloques sólidos 1524 CC 20 a 2.44 m.

## SELECCIÓN DE COMPONENTES ACTUANDO COMO POSTES

El siguiente paso en el diseño estructural será la selección de postes estructurales que integran a los bastidores de carga o muros soportantes de la casa. (Ver fig. A.4)  
Como cualquier obra, los muros construidos con el Sistema PANEL REY\*, pueden ser interiores, exteriores, divisorios o de carga. Debe tomarse en cuenta el tipo de muro y por lo tanto, de elemento poste-viga que está analizando para actuar como poste. De tal manera se obtienen las siguientes condiciones de carga:

- 1o. En muros exteriores de carga, los postes reciben al mismo tiempo, cargas axiales por el peso gravitacional y cargas laterales ocasionados por el viento.
- 2o. En muros exteriores exentos de carga (o muros de fachada), los postes reciben exclusivamente cargas laterales provocadas por el viento.
- 3o. En muros interiores de carga, los postes que integran el bastidor reciben exclusivamente cargas axiales por peso gravitacional.
- 4o. En muros interiores exentos de carga, los postes que integran el bastidor no reciben carga, considerándose como muros divisorios. En este caso, lo más indicado es utilizar el calibre 25 NO ESTRUCTURAL. Pero con limitaciones de altura.

Para continuar con el ejemplo, se seleccionan los postes que integran los bastidores para muros ciegos EXTERIORES. (Fig. A.1, No. 2) Los datos que se requieren para la selección del elemento poste son los siguientes:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1. Tipo de bastidor                              | <b>exterior</b>   |
| 2. Velocidad del diseño del viento               | <b>117 km/h</b>   |
| 3. Altura del poste (altura del bastidor)        | <b>2.44 m</b>     |
| 4. Espaciamiento entre postes                    | <b>61.0 cm</b>    |
| 5. Sujeción lateral continua propuesta a         | <b>1/2 altura</b> |
| 6. Carga axial (carga gravitacional) sobre poste | <b>345 Kg</b>     |

Considerando estos datos, se busca, en el bloque de tablas encabezado con las iniciales PV (postes con Viento), una tabla que corresponda a una velocidad de viento igual o ligeramente mayor a la que calculó como velocidad de diseño de viento.

Para este ejemplo consiste en 117 km/h, y por lo tanto, se trabaja con la tabla PV-7 que corresponde a 120 km/h de velocidad de viento. (Ver fig. A.5)

El siguiente paso consiste en ubicar el renglón de la altura que tiene el poste, y por lo tanto, el bastidor. En el ejemplo es de 2.44 m.

Localizado este renglón, es importante notar que en la columna siguiente, titulada "Espaciamiento de postes A.C. (cm)", se encuentran tres distancias con los números 30.5, 40.6 y 61.0. Estos números se refieren a los tres posibles espaciamientos entre componentes del Sistema PANEL REY\*.

Es en esta columna donde se realiza la siguiente selección del renglón, que de acuerdo con los datos del proyecto será de 61.0 (Fig. A.5).

## POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES TABLA PV-7



Cargas axiales permisibles con  
presión lateral de viento 59.4 kg./m<sup>2</sup>

Velocidad de diseño de viento.

**V<sub>D</sub> = 120 km./h F<sub>y</sub> = 2812 kg./cm<sup>2</sup>**

ALTURA (METROS)	ESPACIA- MIENTO A CENTROS (cm)	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE POSTE-VIGA (KILOGRAMOS)									
		COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV				920 PV					
		22		20		22		20		18	
		1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1/2
2.44	30.5	537	537	713	713	893	893	1175	1175	1725	1725
	40.6	466	466	631	631	832	832	1112	1112	1650	1650
	61.0	+344	+344	+491	+491	721	721	985	985	1501	1501
ubicar la altura del						802	802	1065	1065	1580	1580
poste a ser diseñado						729	729	980	980	1475	1475
ubicar el espaciamiento requerido o propuesto						592	592	833	833	1310	1310
3.05						708	708	944	944	1415	1415
						626	626	850	850	1300	1300
						477	477	688	688	1110	1110
3.35	30.5							825	825	1250	1250
	40.6	seguir el renglón de espaciamiento hasta encontrar una carga						725	725	1125	1125
	61.0							+550	+550	915	915
3.65	30.5	igual o ligeramente mayor a la que se obtuvo en el cálculo						705	705	1075	1075
	40.6							600	600	950	950
	61.0							+425	+425	+745	+745
4.25	30.5							+492	+492	775	775
	40.6							+395	+395	+655	+655
	61.0										
4.80	30.5									+555	+555
	40.6										
	61.0										
5.50	30.5										
	40.6										
	61.0										
6.10	30.5										
	40.6										
	61.0										

**NOTAS:** 1/3: SUJECIÓN LATERAL CONTÍNUA POR AMBOS LADOS DEL BASTIDOR CON CERCHA PLANA "SL" A TERCIOS DE ALTURA.  
1/2: SUJECIÓN LATERAL CONTÍNUA POR AMBOS LADOS DEL BASTIDOR CON CERCHA PLANA "SL" A MITAD DE ALTURA.  
+: NÚMEROS QUE PRESENTAN UN ASTERISCO (+) A LA IZQUIERDA INDICA QUE EL COMPONENTE A SOPORTAR LA CARGA QUE SIGUE AL ASTERISCO SUFRIRÁ UNA DEFLEXIÓN MAYOR A L/360 DE LA ALTURA CORRESPONDIENTE PERO NO MAYOR A L/240.  
VER NOTA PÁG. 18.

### Figura A-5

Una vez localizada, se revisa la sujeción lateral en la que la carga seleccionada está actuando. Esto se logra siguiendo hacia arriba sobre la columna donde se ubicó la carga. (Fig. A.5).

En la figura se contemplan dos alternativas:

- A. Con una sujeción lateral al 1/3 de altura.
- B. Con una sujeción lateral a 1/2 de altura.

Inmediatamente encima del renglón que indica la sujeción lateral se encuentra un número que encierra las posibilidades del calibre (Fig. A.5). En el ejemplo, ambos números son iguales (22) e indican el calibre del elemento, que en este caso no presenta diferencias entre los dos.

Para realizar una selección adecuada se deben comparar los componentes con todos sus datos. El renglón inmediato superior al del calibre, es el que define el TAMAÑO Y ESTILO del elemento (Fig. A.5).

Dado que ambas alternativas, A y B, cumplen con el requerimiento de carga axial y carga lateral del viento, la selección se hace de acuerdo con la Sujeción Lateral Contínua propuesta en el cuadro de datos: a mitad (1/2).

A continuación se ejemplifica la selección de postes de bastidores exteriores SIN carga axial (Fig. A. 1).

Como lo muestra la figura A.6, los postes que forman los bastidores que soportan EXCLUSIVAMENTE carga lateral de viento, son similares a los anteriormente especificados.

La diferencia consiste en que estos NO CARGAN pesos o esfuerzos axiales por efectos gravitacionales y pueden prescindir de sujeciones laterales continuas. Por lo general se les llama MUROS FACHADA.

## SELECCIÓN DE COMPONENTES ACTUANDO COMO POSTES PARA SOPORTAR PRESIONES DE VIENTO EXCLUSIVAMENTE

Los datos que se requieren para la selección de postes para bastidores en muros fachada son los siguientes:

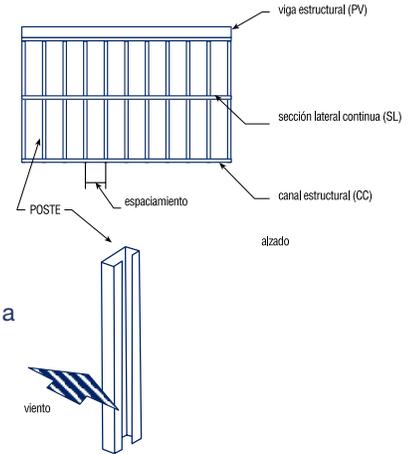
1. Velocidad de diseño del viento **117Km/hora**
2. Espaciamiento entre postes A.C. **61.0 cm**
3. Altura del elemento poste **2.44 m**

Con estos datos se inicia la selección en la Tabla Postes-Fachadas 17 (PF-17) (Fig. A.7), ubicando en renglón de velocidad igual o ligeramente mayor a la que tenemos en los datos. Este se encuentra en la primera columna que contiene las velocidades de diseño de viento.

En la siguiente columna de la derecha, se ubica la categoría que marca el espaciamiento entre postes que se ha espaciado en el diseño estructural (Fig. A.7).

En el renglón de espaciamientos, se localiza una altura igual o ligeramente mayor a la definida en el proyecto y anteriormente, en el cuadro de datos (Fig. A.7).

Una vez localizada la altura requerida, ascendiendo por la misma columna, se encuentran el calibre de la sección, e inmediatamente arriba, el tamaño y estilo del elemento (Fig. A.7).



**Figura A-6**  
Postes estructurales:  
sin carga axial, con carga lateral de viento.

### Figura A-7 POSTES DE BASTIDORES EXTERIORES

Elementos Poste-Viga sujeto a presión lateral de viento exclusivamente

Deflexión máxima L/360

**PF-17**

VELOCIDAD DE DISEÑO DE VIENTO	ESPACIAMIENTO DE POSTES A CENTROS (cm)	ALTURA MÁXIMA PERMISIBLE PARA COMPONENTE POSTE-VIGA PANEL REY (METROS)									
		COMPONENTE DESCRITO POR TAMAÑO, ESTILO Y CALIBRE									
		635 PV		920 PV			Encontrar tamaño y estilo			2032 PV	
		22	20	22	20	18	Encontrar calibre			14	14
60	30.5	4.55	483	6.15	6.52	7.13	9.71	10.64	11.41	12.22	15.47
	40.6	4.14	439	5.59	5.93	6.48	8.83	9.67	10.37	11.11	14.07
	61.0	3.62	3.83	4.88	5.17	5.66	7.71	8.44	9.06	9.70	12.28
80	30.5	3.76	3.98	5.08	5.38	5.89	8.02	8.78	9.42	10.09	12.77
	40.6	3.42	3.62	4.61	4.89	5.35	7.29	7.98	8.56	9.17	11.61
	61.0	2.98	3.16	4.03	4.27	4.67	6.36	6.97	7.48	8.01	10.14
100	30.5	3.24	3.43	4.37	4.64	5.07	6.91	7.57	8.12	8.70	11.01
	40.6	2.95	3.12	3.98	4.22	4.61	6.28	6.88	7.38	7.90	10.01
	61.0	2.57	2.72	3.47	3.68	4.03	5.48	6.01	6.44	6.90	8.74
110	30.5	3.04	3.22	4.10	4.35	4.76	6.48	7.10	7.62	8.16	10.33
	40.6	2.76	2.93	3.73	3.96	4.33	5.89	6.45	6.93	7.42	9.39
	ubicar velocidad de viento	2.41	2.56	3.26	3.45	3.78	5.15	5.64	6.05	6.48	8.20
120	30.5	2.87	3.04	3.87	4.11	4.49	6.12	6.70	7.19	7.70	9.75
	40.6	2.61	2.76	3.52	3.73	4.08	5.56	6.09	6.54	7.00	8.86
	61.0	2.28	2.41	3.07	encontrar altura requerida	encontrar altura requerida	5.32	5.71	6.11	7.74	
140	ubicar espaciamiento propuesto	2.59	2.74	3.50	3.71	4.05	5.52	6.05	6.49	6.95	8.80
		2.35	2.49	3.18	3.37	3.69	5.02	5.50	5.90	6.32	8.00
		2.06	2.18	2.77	2.94	3.22	4.38	4.80	5.15	5.52	6.98
150	30.5	2.47	2.62	3.34	3.54	3.87	5.27	5.77	6.20	6.64	8.40
	40.6	2.25	2.38	3.03	3.22	3.52	4.79	5.25	5.63	6.03	7.64
	61.0	1.96	2.08	2.65	2.81	3.07	4.18	4.58	4.92	5.27	6.67
160	30.5	2.37	2.51	3.20	3.39	3.71	5.05	5.53	5.93	6.36	8.05
	40.6	2.15	2.28	2.91	3.08	3.37	4.59	5.03	5.40	5.78	7.31
	61.0	1.88	1.99	2.54	2.69	2.94	4.01	4.39	4.71	5.05	6.39
180	30.5	2.19	2.32	2.96	3.13	3.43	4.67	5.11	5.49	5.88	7.44
	40.6	1.99	2.11	2.69	2.85	3.12	4.24	4.65	4.99	5.34	6.76
	61.0	1.74	1.84	2.35	2.49	2.72	3.71	4.06	4.36	4.66	5.90
200	30.5	2.04	2.16	2.76	2.92	3.20	4.35	4.77	5.11	5.48	6.93
	40.6	1.86	1.97	2.50	2.66	2.91	3.96	4.33	4.65	4.98	6.30
	61.0	1.62	1.72	2.19	2.32	2.54	3.45	3.78	4.06	4.35	5.50

Con este último paso se concluye la selección del elemento apropiado.

## SELECCIÓN DE POSTES DE BASTIDORES INTERIORES DE CARGA

Siguiendo el orden señalado en la figura A.1, se realiza la selección de postes que integran bastidores de muros interiores de carga.

Los postes que forman estos bastidores recibirán únicamente cargas axiales.

Para seleccionarlos, se emplea la primera tabla, denominada POSTES EN BASTIDORES INTERIORES, CARGA AXIAL MÁXIMA PERMISIBLE SIN CARGA LATERAL DEL VIENTO, (PI-1).

Los datos que se requieren para la selección de componentes poste con carga axial sin presión de viento son:

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1. Altura del poste                       | <b>3.30 m</b>        |
| 2. Condición de sujeción lateral continua | <b>1/3 de altura</b> |
| 3. Carga axial                            | <b>1,178.0 kg</b>    |

La selección se inicia localizando una altura igual o ligeramente mayor a la que se tiene en los requerimientos o datos, usando la primera columna de la tabla. (Fig. A.8 pag. 93)

La siguiente columna a la derecha muestra las tres alternativas de sujeción lateral continua. Por ello, la segunda selección se hace ubicando la categoría de 1/3 de altura (Fig. A.8 pag. 93).

Sobre esta categoría se localiza una carga igual o ligeramente mayor a la obtenida en el cálculo estructural y que se encuentra en el cuadro de datos (Fig. A.8). Al ubicarla, se sigue la columna que contiene esta carga, hacia arriba, para encontrar el calibre del elemento y a continuación, el tamaño y estilo del elemento.

## SELECCIÓN DE POSTES DE BASTIDORES PARA MUROS DIVISORIOS (sin carga)

Los bastidores de muros que no cargan -No estructurales- se construyen con canales y postes metálicos de calibre 25 y 26.

Para la selección de estos postes se deberán emplear tres criterios: El primero es la altura del bastidor para muro, el segundo son los espacios que dividirá el bastidor y por lo tanto sus requerimientos de aislamiento acústico y el tercero será determinado por las instalaciones que correrán dentro del muro.

## 1. TABLA DE ALTURAS MÁXIMAS PERMISIBLES

## 2. AISLAMIENTO DE SONIDO

Para lograr un mayor aislamiento de sonido se combinan los anchos de bastidores (desde 4.1 cm hasta 9.20 cm) y las capas de panel de yeso que recubren ambos lados del bastidor de acero con materiales fibrosos como la lana mineral o la fibra de vidrio, además de un perfecto calafateo acrílico que deberá sellar el perímetro y las salidas eléctricas o sanitarias que presente el muro.

Para mayor detalle se recomienda consultar el Manual **PANEL REY\*** de Sistemas Constructivos para Muros Divisorios y Falsos Plafones.

## 3. INSTALACIONES

Los muros divisorios podrán tener un solo bastidor que aloje correctamente las instalaciones, o bien por requerimiento del proyecto podrán construirse “Muros Ducto”, empleando dos bastidores cuya separación entre sí permita el alojamiento de numerosas instalaciones. Para mayor detalle también recomendamos consultar el Manual Panel Rey de Sistemas Constructivos para Muros Divisorios y Falso Plafón.

## DINTELES Y CERRAMIENTOS

En la figura A.9 se aprecia la estructura de un muro “mixto” (B) y de un muro “ciego” (A) con su correspondiente estructura **PANEL REY\***. En esta figura se nombran a las partes que integran al muro mixto y que, como todo componente de Sistema se forma con componentes **PANEL REY\***

Hasta ahora se han seleccionado y especificado los componentes poste-viga (PV) que actúan como postes estructurales y que reciben, cada uno, un elemento PV que es la viga de entrepiso en este ejemplo.

La selección que sigue es la del dintel o cerramiento de ventana y para este fin se requieren los siguientes datos:

- |  |          |
|--|----------|
| 1. Longitud o claro del dintel                         | 1.22 m   |
| 2. Carga uniformemente repartida que soporta el dintel | 570 kg/m |
| 3. Reacciones de la viga o dintel (c/u)                | 347.7 kg |

Recurriendo a las tablas de dinteles DN, se toma la número 01,

## TABLAS DE ALTURAS MÁXIMAS PERMISIBLES

CRITERIO f=Esfuerzo

TABLAS DE ALTURAS MÁXIMAS EN m.			BASTIDOR SENCILLO			BASTIDOR DOBLE	
POSTE	SEPARACIÓN cm.	DEFLEXIÓN PERMISIBLE					
			UN PANEL CADA LADO	DOBLE PANEL PARA CADA LADO	UN PANEL UN LADO	61cm. máx. UN PANEL CADA LADO	61cm. máx. DOBLE PANEL PARA CADA LADO
41.3 mm	40.6	1/120	3.43 f	3.43 f	3.05 f	4.80 f	4.80 f
		1/240	3.05 d	3.43 f	2.59 d	4.27 d	4.27 d
	61.0	1/120	2.82 f	2.82 f	2.51 f	3.96 f	3.96 f
		1/240	2.66 d	2.82 f	2.28 d	3.73 d	3.73 d
63.5 mm	40.6	1/120	4.49 f	4.49 f	3.81 f	6.40 f	6.40 f
		1/240	3.96 d	4.34 d	3.50 d	5.64 d	5.17 d
	61.0	1/120	3.66 f	3.66 f	2.51 f	5.18 f	5.18 f
		1/240	3.50 d	3.66 f	2.28 d	4.95 d	5.18 f
92.1 mm	40.6	1/120	5.79 f	5.79 f	4.65 f	8.15 f	8.15 f
		1/240	5.10 d	5.49 d	4.65 d	7.24 d	7.85 d
	61.0	1/120	4.72 f	4.72 f	3.81 f	6.71 f	6.71 f
		1/240	4.49 d	4.72 f	3.81 f	6.32 d	6.71 f

que se refiere a dinteles con componentes poste-viga SENCILLOS. Dicho de otra forma, se busca resolver el dintel con un solo elemento. Se inicia la selección ubicando en la primera columna, una longitud o claro libre del dintel que sea igual o ligeramente mayor a la que se requiere de acuerdo con los datos del diseño estructural (Ver. fig. A.10).

En ese mismo renglón se encuentra una carga igual o ligeramente superior a la que se obtuvo en el cuadro de datos (Ver fig. A.10 pág. 95).

Hacia arriba, por la misma columna, se localiza el renglón de calibres inicialmente, e inmediatamente después, el tamaño y estilo del elemento que resuelve el dintel de la ventana (Ver. fig. A.10 pág. 95).

Con esta operación queda seleccionado el elemento PV que resuelve la viga del dintel; ahora se deben revisar los postes que sostienen el dintel, siguiendo el mismo proceso realizado al seleccionar los postes.

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1. Tipo de bastidor donde se encuentran estos postes de dintel | <b>exterior</b>   |
| 2. Velocidad de diseño del viento                              | <b>117 km/h</b>   |
| 3. Altura del poste del dintel                                 | <b>2.10 m</b>     |
| 4. Espaciamiento entre los postes (del bastidor)               | <b>61.0 cm</b>    |
| 5. Sujeción lateral continua del bastidor                      | <b>1/2 altura</b> |
| 6. Carga axial existente por viga de entrepiso                 | <b>345.8 kg</b>   |
| 7. Carga total del poste del dintel                            | <b>693.5 kg</b>   |

Con estos datos se recurre a la tabla PV-7 (velocidad de diseño de viento igual a 120 km/h) comprobamos si el poste seleccionado para el bastidor ciego soporta el peso adicional de la viga del dintel.

Con estos datos se recurre a la tabla PV-7 (velocidad de diseño de viento igual a 120 km/h) comprobamos si el poste seleccionado para el bastidor ciego soporta el peso adicional de la viga del dintel, debiendo considerar al poste colocado a un espaciamiento máximo de 30.5 cm de cualquier otro poste.

Al revisar la tabla puede constatarse que el poste puede soportar esta sollicitación extra. De lo contrario, se recurre nuevamente al concepto del Sistema Estructural: REPARTICION DE CARGAS, colocándose junto al poste original uno adicional, sin dejar espacio entre ellos para resolver la sollicitación total de la carga.

De preferencia y por razones de OBRA se recomienda que el poste adicional sea igual al espaciado originalmente en tamaño, estilo y calibre.

En dinteles cuyo claro a cubrir y carga a soportar son mayores, se recurre a la tabla DN-02. pág. 17. Por ejemplo:

- |  |                  |
|--|------------------|
| 1. Longitud del claro                                      | <b>3.00 m</b>    |
| 2. Carga uniformemente repartida que actúa sobre el dintel | <b>1981 kg/m</b> |
| 3. Reacciones de la viga o dintel                          | <b>2971.5 kg</b> |

Siguiendo los pasos de selección de componentes de viga sencillos para dintel (Tabla DN-01 pág. 95), se encuentra que no existe una carga que sobrepase a la requerida (Ver el renglón que corresponde al claro de 3.00 m).

Lo más adecuado es recurrir a la siguiente tabla, la DN-02, donde los componentes viga que especifica son dobles, fmando un cajón entre si, o bien están espalda con espalda. (Fig. A.11 y Fig. A.12 pág. 95).

En este ejemplo, el dintel resulta bastante largo y pesado; como solución se sugiere dos 2032 PV 12, empatados espalda con espalda como lo demuestra la figura A.12. pág. 95.

## POSTES DE BASTIDORES INTERIORES TABLA PI-1

**PI-1**

Cargas axiales permisibles  
sin presión de viento.

Velocidad de diseño de viento.

$$V_D = 0.00 \text{ km./h } F_y = 2812 \text{ kg./cm}^2$$

ALTURA PERMISIBLE (m)	CONDICIÓN SUJECIÓN LATERAL CONTÍNUA	CARGA AXIAL A COMPRESIÓN MÁXIMA PERMISIBLE POR COMPONENTE "POSTE-VIGA (PV)" KILOGRAMO (KG).								
		635 PV		920 PV			1524 PV			2032 PV
		22	20	22	20	18	20	18	14	14
2.44	0	333	393	457	541	704	639	818	1201	
	1/2	864	1093	1007	1284	1809	1347	1912	3321	3450
	1/3	864	1093	1091	1404	1993	1482	2136	3832	3947
2.75	0									
	1/2	804	1010	955	1209	1689	1281	1804	3073	3208
	1/3	804	1010	1061	1362	1927	1452	2087	3722	3839
3.05	0									
	1/2	740	919	898	1129	1560	1210	1686	2804	2947
	ubicar el espaciamiento requerido o propuesto		919	1029	1316	1856	1421	2035	3602	3723
3.35	0									
	1/2	669	819	836	1040	1418	1132	1556	2507	2659
	1/3	669	819	993	1266					3595
3.65	0									
	1/2	592	698	767	942	1262	1046	1414	2183	2343
	1/3	592	698	954	1211	1691	1348	1914	3326	3455
4.25	0									
	1/2	432	515	613	714	928	853	1078	1583	1708
	1/3	432	515	866	1087	1496	1262	1772	3001	3138
4.80	0									
	1/2	339	404	472	560	728	660	845	1241	
	1/3	339	404	774	957	1292	1172	1623	2659	2806
5.50	0									
	1/2									
	1/3			640	755	991	1041	1406	2164	2325
6.10	0									
	1/2									
	1/3			513	614	805	915	1197	1729	1866

**FIG. A-8**

Esta solución resulta de la localización de una carga de 1981 Kg/m., para esta longitud de claro y para el elemento 2032 (ver la tabla DN-02 pág. 17). Dos componentes de este tipo proporcionarán 2142 kg/m. de carga, uniformemente repartida y máxima permisible.

De la misma forma que en el dintel con componentes sencillos, se deben revisar y especificar los postes que soportarán a las vigas-dintel con los procedimientos especificados en el punto 2.

### CONTRAVENTOS Y MUROS "CORTANTE"

El siguiente elemento a especificar son los componentes de los muros que toman o soportan las cargas accidentales provocadas por vientos, o en algún caso remoto, por sismo.

Al esfuerzo al que se sujeta una estructura durante un sismo es directamente proporcional al peso de la propia construcción.

A esta fuerza se le conoce como "impacto sísmico".

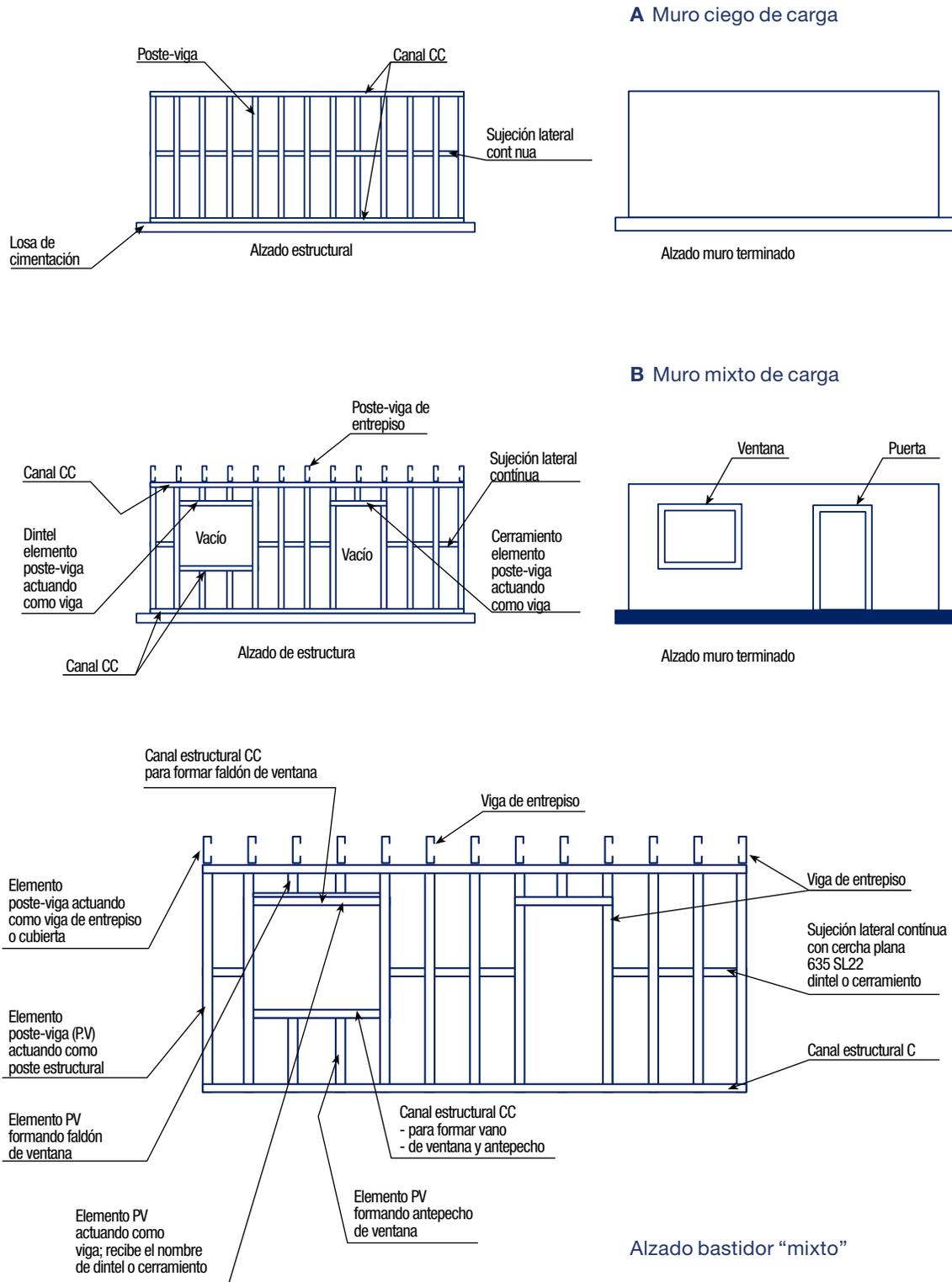
**POR EJEMPLO:** Si un edificio pesa 350 ton., el impacto sísmico varía entre las 35 y 55 ton.

Si pesa 70 ton. (caso **PANEL REY\***, el impacto sísmico varía entre las 5 y 7 ton.)

Por esto "remotamente" un sismo afectará una construcción **PANEL REY\***.

Considerando que este sistema de construcción es muy ligero en relación a cualquier sistema tradicional, (70 kg/m<sup>2</sup>, igual a 1/5 parte peso de cualquier sistema tradicional), el principal agente accidental contra el que se prepara y arma la estructura, es el viento.

Cualquier muro estructural puede ser "armado" para funcionar como MURO CORTANTE O MURO CONTRAVIENTO. Puede tratarse de un muro con carga axial y de viento, o exclusivamente axial o con carga de viento. (Fig. A.13 pág. 96).



**Figura A-9**  
Bastidores estructurales: bastidor "ciego" y "mixto".

**DINTELES O CERRAMIENTOS**  
**TABLA DN-01**

Cargas permisibles uniformemente repartidas.

**COMPONENTES**  
**“POSTE-VIGA (PV)”**  
**SENCILLO**

Cargas uniformemente repartidas kg/m

**DN-01**

PERFIL CALIBRE LONGITUD (m)	920 PV		1524 PV					2032 PV			2540 PV		
	20	18	20	18	14	12	10	14	12	10	14	12	10
0.80	991	1286	1961	2594	3922	8264	10326	5989	15066	18959	15693	21617	27293
1.00	634	823	1255	1660	2510	5289	6608	3833	9642	12134	10043	13835	17467
1.20	440	571	871	1152	1743	3673	4589	2662	6696	8426	6974	9607	12130
1.40	323	420	640	847	1280	2698	3371	1955	4919	6190	5124	7058	8912
1.60	247	321	490	648	980	2066	2581	1497	3766	4739	3923	5404	6823
1.80	195	254	387	512	774	1632	2039	1183	2976	3745	3099	4270	5391
2.00	158	205	313	415	627	1322	1652	958	2410	3033	2510	3458	4366
2.20	131	170	259	343	518	1092	1365	792	1992	2075	2075	2858	3609
2.40			217	288	435	918	1147	665	1674	2106	1743	2401	3032
2.60			185	245	371	782	977	567	1426	1795	1485	2046	2583
2.80			160	211	320	674	842	488	1229	1547	1281	1764	2228
3.00			139	184	278	587	734	425	1071	1348	1115	1537	1940

**FIG. A-10**

Para especificar adecuadamente un sistema de contraventeo, se requieren los siguientes datos:

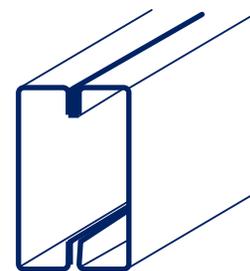
1. Vector de viento (carga concentrada horizontal) **1,080 kg**
2. Ángulo de contraventeo en relación a la horizontal o terreno **45 grados**
3. Altura de postes de bastidor de contraventeo o bastidor cortante **2.44 m**
4. Espaciamiento de postes de este bastidor **61.0 cm**

Con estos datos, empleando la descomposición de vectores de fuerza, se determina la componente diagonal del vector horizontal (viento) que, en la obra será el contraventeo. Así mismo, al actuar esta fuerza diagonal, ocasionará que en el punto superior a donde se ancla, se ejerza una fuerza vertical.

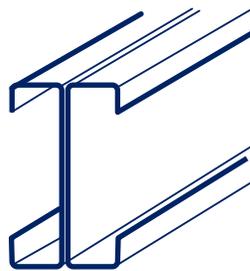
Con el dato de la diagonal (contraventeo), que siempre actuará a tensión, consultamos la tabla SL-01 “SUJECIONES LATERALES DIAGONALES”, en donde encontraremos:

**635 SL 22** Esfuerzo máximo permisible a tensión 1080 kg.

Por lo tanto, se selecciona un elemento para resolver el contraventeo que requiere este muro.



**Figura A-11**  
Elementos formando cajón (tabla DN-02 pag.17)



**Figura A-12**  
Elementos empataados espalda con espalda (tabla DN-02 pag. 17).

Para concluir, se revisa en la tabla correspondiente a Postes-vigas actuando como postes y de acuerdo a la ubicación física (exterior o interior) del poste que tomará el vector vertical ocasionado por la acción del contraventeo, si es necesario la utilización de un poste-viga adicional (Ver Fig. A.14).

Tanto el procedimiento de “Bajadas de Cargas” como en la selección de los componentes **PANEL REY\***, es necesario tener muy presente el concepto básico del sistema constructivo “Repartición de Cargas”.

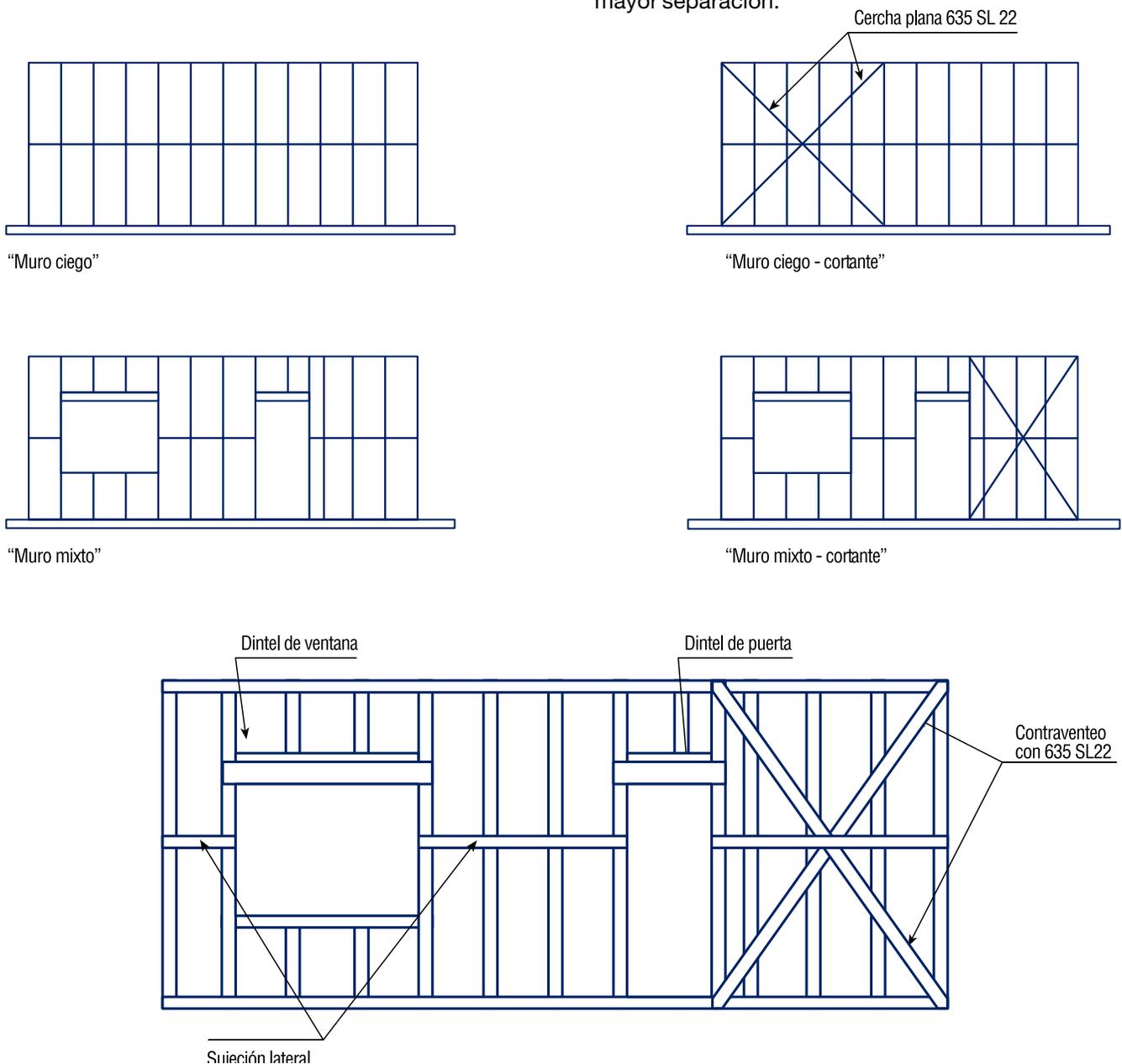
Debido a este concepto, los postes y vigas **PANEL REY\*** tienen un espaciamiento entre ellos que puede ser seleccionado debido a las solicitaciones de carga de entre tres alternativas:

- 30.5 cm
- 40.6 cm
- 61.0 cm (máximo recomendable).

Siendo la más común este último por la comodidad y la economía.

De acuerdo a los datos anteriores, la carga axial que recibe este poste es especificado por cargas gravitacionales o por cargas laterales debidas a presiones de viento.

Adicionalmente, deben considerarse los datos necesarios para utilización de las tablas de postes exteriores o interiores. En este caso se requiere colocar un poste 920 PV 20 extra que auxilie al inicialmente calculado y puede colocarse sin mayor separación.



**Figura A-13**  
Bastidores “cortantes”

## DISEÑO DE UNIONES

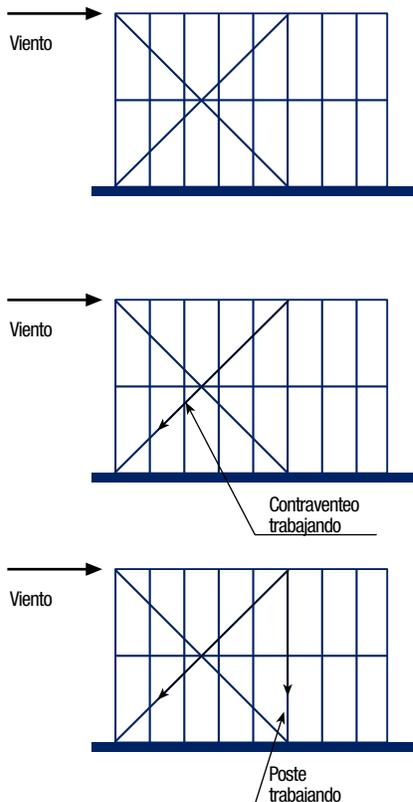
Las uniones de la estructura representan el punto de mayor atención del Sistema Estructural. Estos componentes representan con toda fidelidad el concepto de REPARTICIÓN DE CARGAS, básico del SISTEMA ESTRUCTURAL **PANEL REY\***.

Las especificaciones son sumamente sencillas. Las uniones han sido diseñadas para trabajar con tornillos autoinsertantes y autorroscantes descritos en los capítulos anteriores

En este inciso se resolverán algunos de los tipos de uniones que presenta la estructura y que son los siguientes:

Uniones entre:

1. Vigas de cubierta o entrepisos con bastidores de carga.
2. Vigas de dinteles con postes de recepción de los mismos dinteles.
3. Canales estructurales con postes estructurales para formar bastidores.
4. Canales estructurales con postes estructurales para formar antepechos y faldones.



**Figura A-14**

Forma de trabajo de los contraventeos.

formar antepechos y faldones.

5. Bastidores con otros bastidores.
6. Todo tipo de refuerzos, bloques sólidos y atesadores con componentes de bastidores o vigas.
7. Sujeciones laterales continuas y contraventeos hechos con cerchas planas a bastidores estructurales verticales (Muros) u horizontales (Techumbres y entrepisos).

### 1. Cargas en la unión:

A cortante	403.6 kg
A tracción o tensión	321.0 kg.

### 2. Calibre de los componentes a unir:

- 2.1 Viga: cal. 18
- 2.2 Angulo 762-AL-18-Cal. 18
- 2.3 Canal estructural CC: Cal. 22

### 3. Tipo de tornillo a usar THX-34

Con estos datos se recurre a la Tabla TOR-01, en donde se encuentran las capacidades de ambos tornillos de acuerdo a la lámina MÁS delgada que se va a unir.

En este caso se tratará de un calibre 22 cuando trabaje a tracción en la unión, y calibre 18, cuando trabaje a cortante. (Ver Fig. A.15 pág. 98)

Consultando la tabla, se ubica el calibre más delgado que va a ser unido en cada esfuerzo: 22 a tracción y 18 a cortante.

En la tabla para tipos de tornillos especificados, se buscan los valores a cortante y a tracción en kilogramos, de acuerdo a su función en la unión. (Ver Fig. A.16)

El tornillo THX-34, de cabeza hexagonal, soporta los mismos 33 kilos a tracción en calibre 22. Y soporta 157 kilos a cortante en calibre 18.

Debe tomarse en cuenta que estos valores de carga se refieren a un solo tornillo.

Al revisar los datos se encuentran que la unión tiene los siguientes esfuerzos:

**A CORTANTE: 403.6 kg.**

**A TRACCION: 321.0 kg.**

Para saber cuántos componentes se requieren para soportar estos esfuerzos se lleva a cabo una división simple:

$$\frac{\text{CARGA ACTUANDO EN LA UNIÓN}}{\text{CARGA MÁXIMA PERMISIBLE DEL TORNILLO}} = \text{No. de Tornillos}$$

Por lo tanto:  
**A TRACCIÓN:**

$$\frac{321.0 \text{ kg}}{33 \text{ kg}} = 9.72 = 10 \text{ tornillos THX-34}$$

**A CORTANTE:**

$$\text{THX-34: } \frac{403 \text{ kg}}{157 \text{ kg}} = 2.56 = 3 \text{ tornillos THX-34}$$

Ángulo 762 AL 18 auxiliando al anclaje con tres tornillos THX-34 cabeza hexagonal, uniendo ángulo a alma de viga y 10 tornillos THX-34 cabeza hexagonal, uniendo ángulo a canal estructural superior de bastidor. Este procedimiento se lleva a cabo en todas las uniones enumeradas en la primera parte de este inciso.



## ANCLAJES

Los anclajes son las uniones de los bastidores a los componentes de entrepiso y a los componentes de cimentación.

## TORNILLOS AUTORROSCANTES ESTRUCTURALES TABLA TOR-01

# TOR-01

Cargas permisibles en kilogramos por tornillo.

ESPESOR DE LÁMINA (calibre)	CABEZA HEXAGONAL THX-34		CABEZA EXTRA PLANA TXP-12	
	TRACCIÓN	CORTANTE	TRACCIÓN	CORTANTE
22	33	82	28	101
20	45	105	39	124
18	ubicar calibres más delgadas a	157	62	161
14	unir de acuerdo a tipo de esfuerzo.	336	121	236

**FIG. A-15**

## TORNILLOS AUTORROSCANTES ESTRUCTURALES TABLA TOR-01

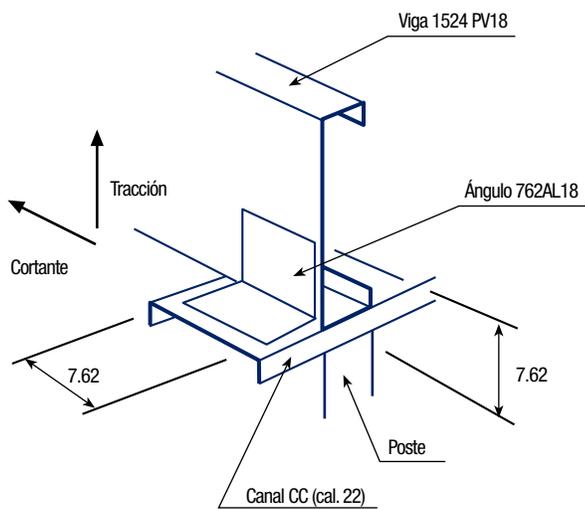
# TOR-01

Cargas permisibles en kilogramos por tornillo.

ESPESOR DE LÁMINA (calibre)	CABEZA HEXAGONAL THX-34		CABEZA EXTRA PLANA TXP-12	
	TRACCIÓN	CORTANTE	TRACCIÓN	CORTANTE
22	33	82	28	101
20	45	105	39	124
18	77	157	62	161
14	149 encontrar capacidad de carga unitaria a tracción	336	121	236

**NOTAS:** 1. Carga permisible en kg tornillo con un factor de seguridad de 2.5 con lámina  $f_y=2812 \text{ kg/cm}^2$ .  
2. La carga permisible debe seleccionarse para el calibre de lámina más delgado de la unión.

**FIG. A-16**



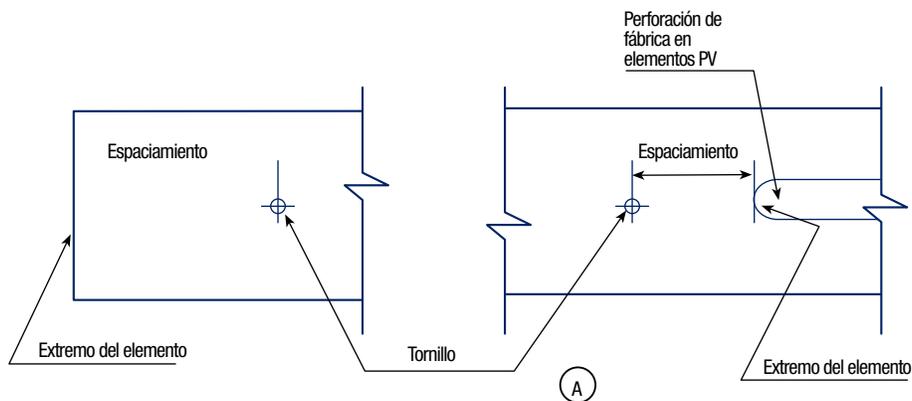
$$7.62 \times 7.62 \text{ cm} = 58.06 \text{ cm}^2$$

**A TRACCIÓN:** 10 tornillos  
 área necesaria= 7.2 cm<sup>2</sup>  
 THX 34 caso más desfavorable.

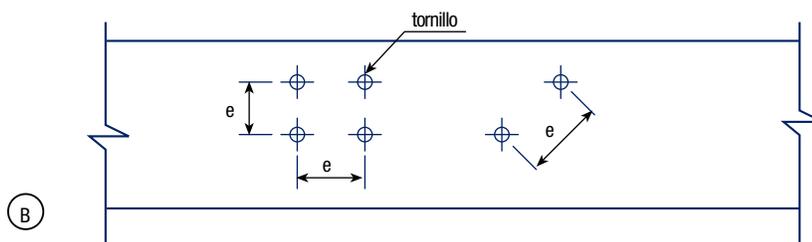
**A CORTANTE:** 3 tornillos  
 área necesaria= 4.88 cm<sup>2</sup>  
 THX 34 caso más desfavorable.

**Figura A-17**

Uniones: esfuerzos en la unión viga-poste de bastidor.



(A) Espaciamientos mínimos de tornillos a extremos de elementos en la tabla TOR-02 (Fig. A-19)



e= espaciamiento mínimo a centros

(B) Espaciamientos mínimos a centros entre tornillos en la tabla TOR-02 (Fig. A-19)

**Figura A-18**

Tipos de espaciamientos considerados en tabla TOR-02.

## TORNILLOS ESTRUCTURALES TABLA TOR-02

# TOR-01

Espaciamientos mínimos a centros en centímetros.

LOCALIZACIÓN	TIPO	
	THX-34	TXP-12
A CENTRO	1.5	2.0
A EXTREMO	0.5	0.7

**FIG. A-19**

En el primer caso se emplean tornillos autoinsertantes y autorroscantes. En el segundo, se utilizan clavos para concreto aplicados con fulminantes o expansores.

En ambos casos se utiliza el mismo método de cálculo. Para anclar bastidores de planta alta o entrepiso con tornillos, se cambia el dato No. 6 de la tabla que contiene los datos necesarios para esta especificación de anclajes y que es el tipo de anclaje que se usará tornillo autoinsertante o espiga tipo HILTI o RAMSET.

En el ejemplo se muestra el método de cálculo para anclaje de cimentación.

Para la selección de anclaje de bastidores de planta baja a losa de cimentación, se requieren los siguientes datos:

### BASTIDORES SOBRE EJE A ENTRE 1 Y 4

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1. Esfuerzo de trabajo concreto, FC                   | <b>200kg/cm<sup>2</sup></b> |
| 2. Carga de viento                                    | <b>1,405.4 kg</b>           |
| 3. Tipo de ancla                                      | <b>clavo</b>                |
| 4. Marca y Modelo                                     | <b>HILTINK32</b>            |
| 5. Longitud de espiga<br>(Penetración en el concreto) | <b>32 mm.</b>               |
| 6. Capacidad de la espiga                             | <b>A TRACCIÓN 90 kg</b>     |
|   | <b>A CORTANTE 120 kg</b>    |

Nuevamente se emplea el concepto REPARTICIÓN DE CARGAS para anclar todo el bastidor:

$$\frac{\text{CARGA DE VIENTO}}{\text{VALOR MÁS BAJO DE LA ESPIGA}} = \text{No. DE ANCLAS}$$

(Caso de anclaje a losa de cimentación) o valor más bajo de tornillo autoinsertante - Tabla TOR-01 (caso de anclaje de bastidores sobre vigas de entrepiso).

**No. de anclas = 16**

Estas anclas se colocarán a lo largo de todo el bastidor sobre el eje A, entre los ejes 1 y 4. Para determinar el espaciamiento entre cada ancla o espiga se hace una división simple:

$$\frac{\text{LONGITUD DEL BASTIDOR}}{\text{No. TOTAL DE ESPIGAS}} = \frac{\text{ESPACIAMIENTO}}{\text{DE ESPIGAS O ANCLAS}}$$

$$e = \frac{882.25 \text{ cm}}{16} = 55.1 \text{ cm}$$

La especificación completa para el anclaje del bastidor entre el eje "A" será la siguiente:

Anclaje del bastidor(es) a losa de cimentación ubicados entre los ejes 1 y 4 con 1 (una) ancla marca HILTI NK / 32 - S12 a 55 cm. a.c. como mínimo.

El procedimiento se repite para especificar todos los anclajes de la estructura.

Con este inciso se concluyen las especificaciones de componentes que demanda el Diseño Estructural para el funcionamiento adecuado y seguro de una estructura **PANEL REY\***



**TFR-118**



**THX-34**



**TXP-12**

# APÉNDICE 1

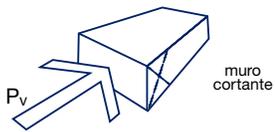
## GUÍA PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL PANEL REY\*

### ANÁLISIS ESTRUCTURAL PANEL REY\*

#### 1. ANÁLISIS DE CARGAS ACCIDENTALES POR VIENTOS

1.1 Determinación de cargas por viento en Kg/m<sup>2</sup> de acuerdo a los siguientes coeficientes "c" y a cada componente.

A. Para muros cortantes... cálculo de contraventeos.

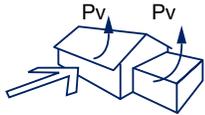


$$C = 1.5$$

$$P_v = 0.0048 G (1.5) (V_D)^2$$

Analizar la construcción con el viento actuando en cada fachada.

B. Para succiones en techumbre... diseño de uniones.



$$C = 1.3$$

$$P_v = 0.0048 G (1.3) (V_D)^2$$

C. Para presiones interiores por vanos de ventanas y puertas.



$$C = 0.80$$

$$P_v = 0.0048 G (0.8) (V_D)^2$$

**NOTAS:** PARA UN DISEÑO MÁS DETALLADO, CONSULTAR EL MANUAL DE DISEÑO POR VIENTO.  
EN CASO DE REQUERIRSE DISEÑO POR SÍSMO CONSULTAR EL MANUAL DE DISEÑO SÍSMICO.

#### 2. ANÁLISIS DE CARGAS GRAVITACIONALES

2.1 Determinación de:

A. Carga muerta (Wm) en kg/m<sup>2</sup>.

B. Carga viva (Wv) en kg/m<sup>2</sup>.

Wa (carga total) en kg/m<sup>2</sup> = Wm + Wv

2.2 Análisis de carga tributaria (Wt).

A. Selección de espaciamiento (e) entre componentes **PANEL REY**

Componentes a cada (@):

61.0 cm

a centros (a.c.) ó

40.6 cm ó 30.5 cm

B. Determinación de carga uniformemente repartida

(WL) sobre cada viga (en techumbre y entrepisos)

(WL) en kg/m. = Wa (en Kg./m<sup>2</sup>) X e (en m)

#### 3. SELECCIÓN Y DISEÑO DE VIGA... TABLA V01

3.1 Capacidad de compresión del alma de la viga seleccionada... Tabla VA-3 y/o VA-4.

#### 4. DISEÑO DE POSTES ESTRUCTURALES

4.1 Análisis de reacciones.

A través de fórmulas y diagramas de vigas simplemente apoyadas.

4.2 Revisión de la capacidad a compresión del alma de vigas **PANEL REY** seleccionada en punto 3... Tabla VA-3 y VA-4.

4.3 Selección de postes

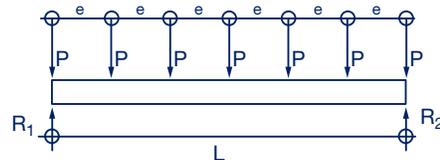
A. Postes de carga interiores... Tabla PI-01.

B. Postes de carga exteriores... Tabla PV-3 a PV-13.

C. Postes exteriores de carga por presión de viento exclusivamente.

-Muros fachada... Tabla PF-17 y PF-18.

#### 5. DISEÑO DE DINTELES



$$5.1 \quad W_L = \frac{n(p)}{L(\text{cm})} = \text{Carga uniformemente repartida sobre el dintel}$$

5.2 Selección de poste-viga para dintel Tabla DN-01 ó DN-02 pág. 17.

5.3 Determinación de reacciones. De acuerdo a fórmulas y diagramas de vigas simplemente apoyadas.

5.4 Revisión de postes diseñados en punto 4.

5.5 Si se requiere: Selección de postes adicionales, considerando a éstos espaciados a un máximo de 30.5 cm a.c. y de acuerdo a su ubicación física:

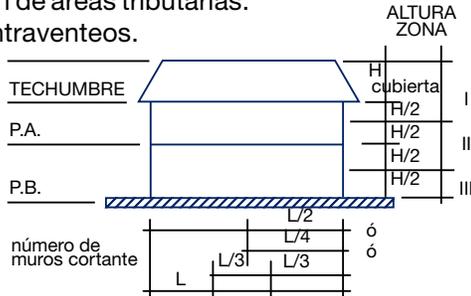
A. exteriores... Tablas PV-3 a PV-13.

B. interiores... Tabla PI-01.

## 6. DISEÑO DE MUROS CORTANTES O CONTRAVENTEOS

6.1 Determinación de áreas tributarias.

6.2 Diseño de contraventeos.



**P zona I** = Área tributaria I x Pv

**P zona II** = (Área tributaria II x Pv) + P zona I

**P zona III** = (Área tributaria III x Pv) + (P zona I + P zona II)

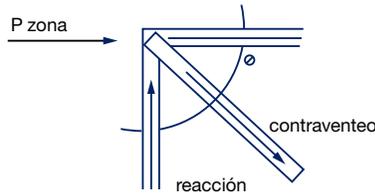
$$\text{Contraventeo} = \frac{P \text{ zona } x}{\text{COS } \phi} \text{ SELECCION DE 'SL' Tabla SL-01}$$

Reacción = P zona x (tan)φ

Revisión de capacidad de postes diseñados en punto 4; si se requiere: selección de postes adicionales considerando a éstos espaciados a un máximo de 30.5 cm a.c. y de acuerdo a su ubicación física.

A. Exteriores... Tablas PV-03 al 13.

B. Interiores... Tabla PI-01.



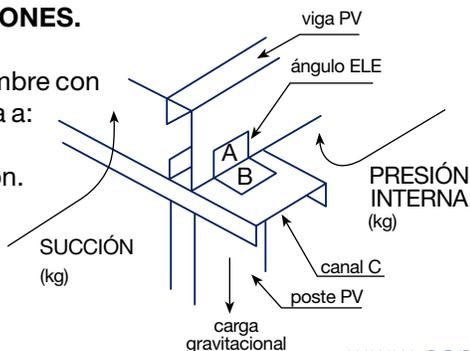
6.3 Diseño de anclaje de la estructura a la cimentación.

A. P. zona próxima a losa cimentación =  $\frac{\text{número de anclas}}{\text{Capacidad del ancla a emplear}}$

B. Longitud del muro cortante en P.B. =  $\frac{\text{espaciamiento}}{\text{número de anclas}} \text{ entre anclas a centros}$

## 7. DISEÑO DE UNIONES.

7.1 Vigas de techumbre con bastidores de carga a: Análisis de fuerzas actuando en la unión.



## REQUERIMIENTO DE TORNILLERÍA

A. Sumar: Presión interna + succión y comparar reacción; tomar el valor mayor.

B. Determinación del número de tornillos.

PARA FLANCO "A" de la unión ángulo ELE con viga.

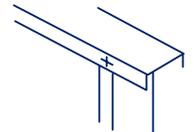
$$\text{No. de Tornillos} = \frac{\text{valor mayor de comparativa (succión o reacción)}}{\text{Tipo de tornillo seleccionado de tabla TOR-01 trabajando a cortante sobre el calibre más delgado de lámina}}$$

PARA FLANCO "B" de la unión ángulo ELE con CANAL C.

$$\text{No. de Tornillos} = \frac{\text{valor mayor de comparativa (succión o reacción)}}{\text{Capacidad de trabajo o tracción del tornillo seleccionado de la tabla TOR-01}}$$

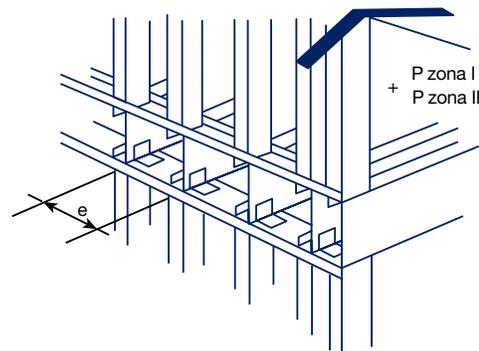
C. Vigas de entepiso: de acuerdo a reacciones exclusivamente.

7.2 Unión de postes PV con canales C.



$$\text{No. de Tornillos} = \frac{\text{valor mayor de comparativa (succión o reacción)}}{\text{Capacidad de trabajo o cortante del tornillo seleccionado de la Tabla TOR-01 pág.62}}$$

7.3 Unión de bastidores de niveles superiores a vigas de entepiso.



**A.** No. de tornillos =  $\frac{(zona I + zona II)}{\text{Capacidad de trabajo a tracción del tornillo seleccionado en Tabla TOR-01}}$

**B.** No. de tornillos por viga =  $\frac{\text{No. de tornillos}}{\text{No. de vigas en entrepiso}}$

**C.** Espaciamiento de tornillos =  $\frac{\text{Longitud total de la viga}}{\text{No. de tornillos}}$

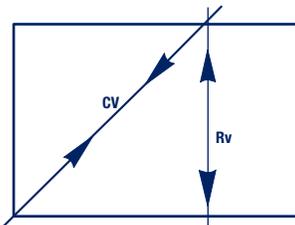
Revisar todas las fachadas con este criterio.

**7.4 Unión de vigas de dinteles a postes soportantes de dinteles.**



No. de tornillos =  $\frac{R1 \text{ ó } R2}{\text{Capacidad de trabajo a cortante del tornillo TXP-12 (extraplano) en lámina más delgada de la Unión}}$

**7.5 Uniones en esquinas de contraventeos.**



**A.** En ambos extremos del elemento "SL" PANEL REY\* de contraventeo.

No. de tornillos =  $\frac{\text{Carga de tensión en CV}}{\text{Capacidad de trabajo a cortante del tornillo TXP-12 en Cal. 22 (Tabla TOR-01)}}$



Colocación y fijación de tornillos estructurales autoroscantes de dintel sobre ventana.



Unión de bastidores estructurales PANEL REY\* con tornillos autoroscantes.



Anclaje de bastidores de planta baja a losa de cimentación con herramienta de percusión accionada por disparo de salva cal. 22.



*Detalle de solución de escalera.*



*Hotel Fiesta Inn Saltillo en proceso de construcción.*



*Hotel Fiesta Inn Saltillo terminado.*

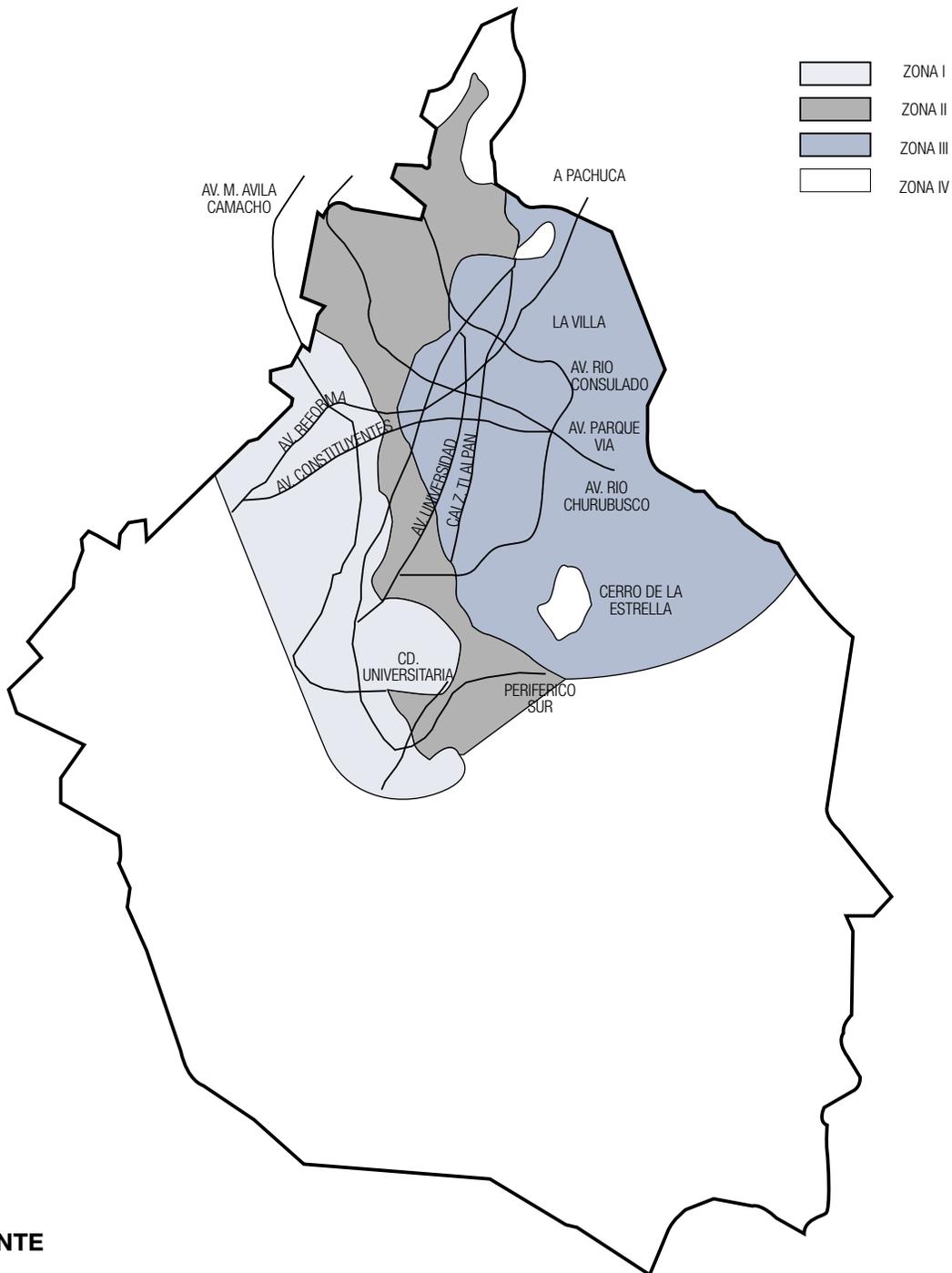
## PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

---



## ANEXOS

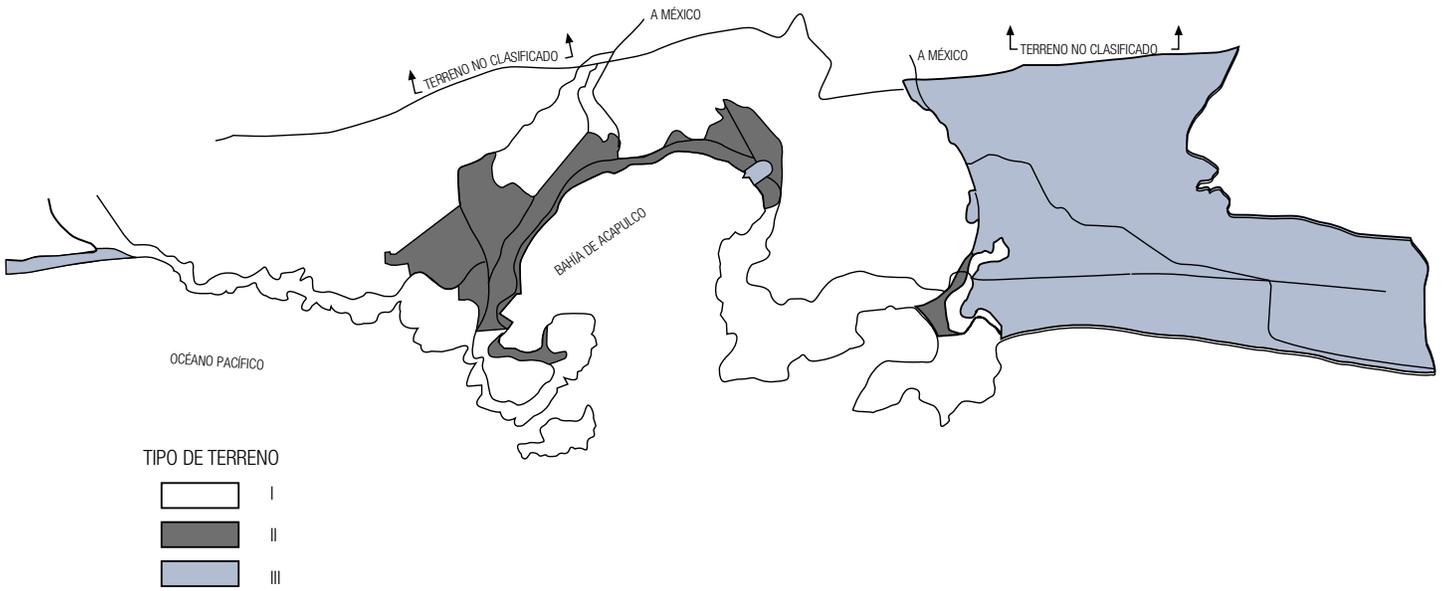
### Anexo N° 1 Zonificación sísmica para el D.F.



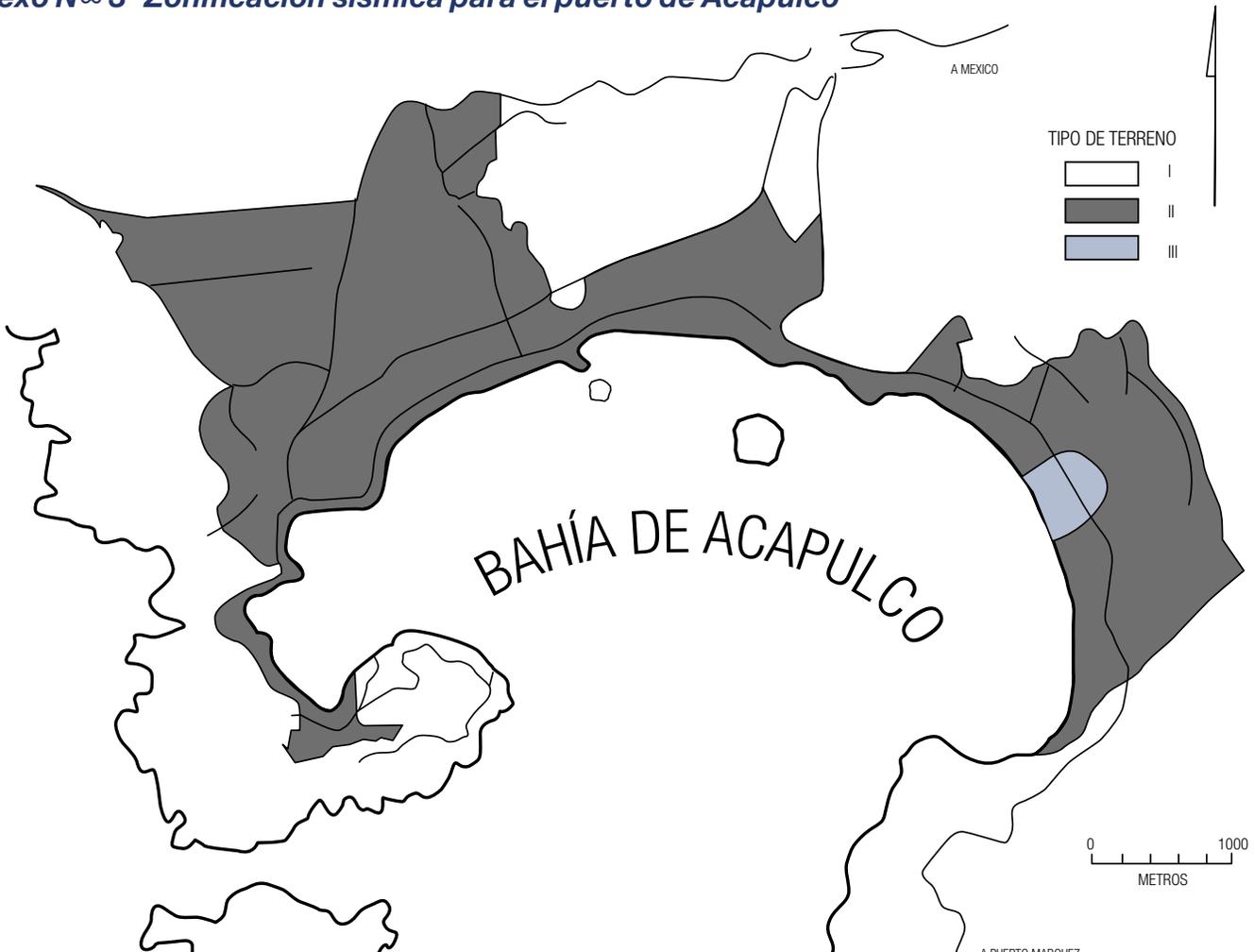
#### NOTA IMPORTANTE

Las fronteras entre las zonas I a IV indicadas en este plano sólo tienen valor indicativo.  
La zona en la que se localiza un predio dado, será determinada a partir de las investigaciones que se realicen en el subsuelo.

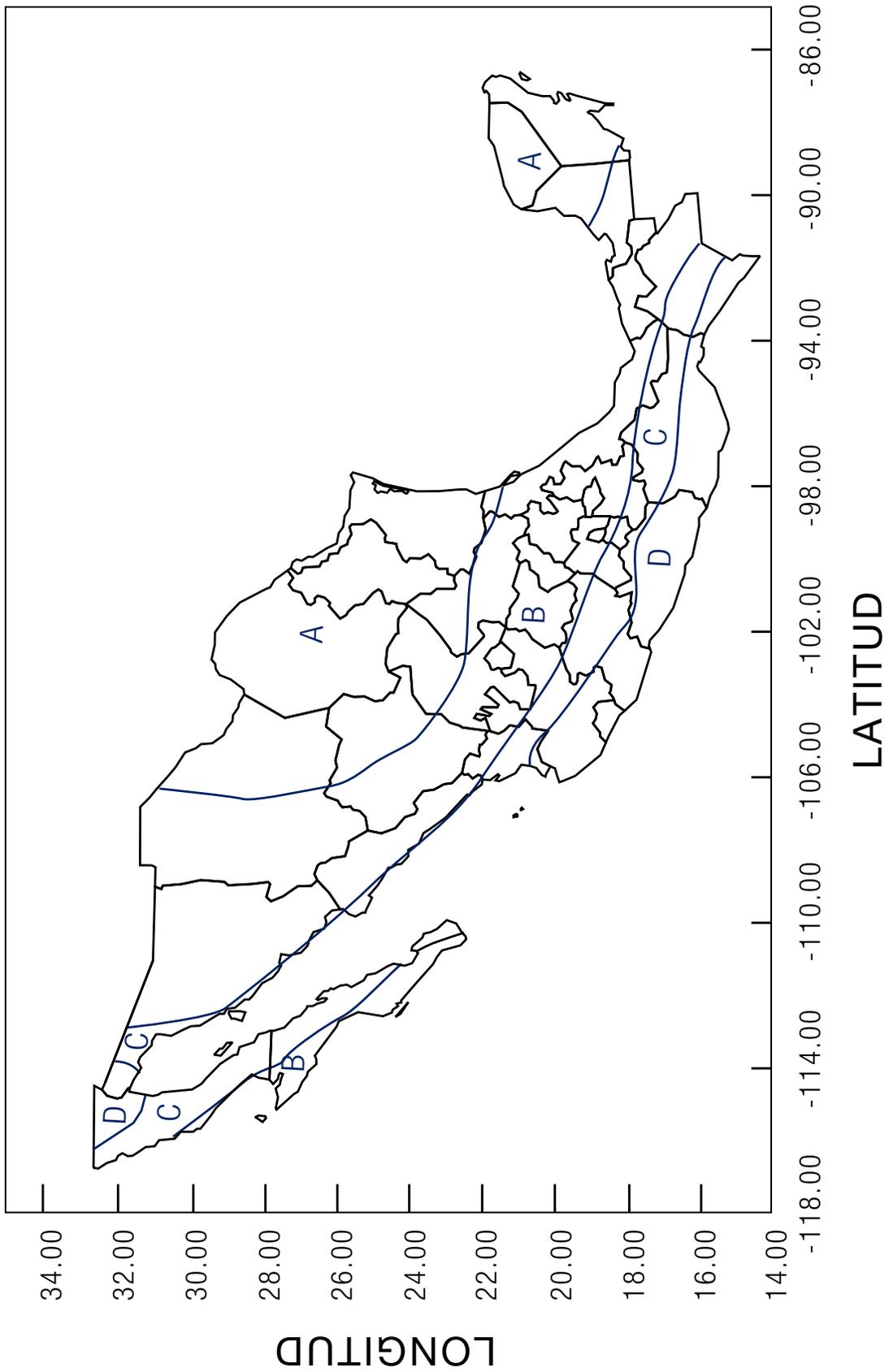
### Anexo N° 2 Zonificación sísmica para la bahía de Acapulco



### Anexo N° 3 Zonificación sísmica para el puerto de Acapulco



**Anexo N° 4 Zonificación sísmica de México**



## Anexo N° 5

### Coeficientes Sísmicos para Estructuras del Grupo “B”

Zona Sísmica	Tipo de Suelo	C
A	I	0.08
	II	0.16
	III	0.20
B	I	0.14
	II	0.30
	III	0.36
C	I	0.36
	II	0.64
	III	0.64
D	I	0.50
	II	0.86
	III	0.86

#### \* Estructuras del Grupo B:

- Naves Industriales
- Locales comerciales
- Estructuras comunes destinadas a vivienda u oficinas
- Salas de espectáculos
- Hoteles
- Depósitos
- Bodegas ordinarias.

#### TIPO I

**Terreno Firme (Roca)**

#### TIPO II

**Terreno Intermedio**

#### TIPO III

**Terreno Blando**

Si no se realizan exploraciones del subsuelo hasta la profundidad de terreno firme, el terreno de cimentación en cuestión se debe clasificar como del tipo III.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- **Leyes y Códigos de México. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.** Editorial Porrúa, S.A. México, Marzo 2003.
- 2.- **American Institute of Steel Construction. Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Member.** 2005 Edition.
- 3.- **Panel Rey, S.A. Manual de Diseño Estructural.** Monterrey, Nvo. León. 2005.
- 4.- **Manual en CD de Diseño de Obras Civiles. Diseño por Sismo. Comisión Federal de Electricidad.** Instituto de Investigaciones Eléctricas. México, D.F., 2000.



## Contacto Panel Rey®

### OFICINAS CORPORATIVAS

Serafín Peña 938 Sur  
Col. Centro  
C.P. 64000 Monterrey, Nuevo León  
Tel: (81) 8345 0055

### PLANTA EL CARMEN

Carr. Monterrey-Monclova Km. 11.5  
C.P. 66560 El Carmen, Nuevo León  
Tel: (81) 8305 3800

### PLANTA TLALNEPANTLA

Filiberto Gómez 40 Esq. Ayuntamiento  
Col. San Lorenzo  
C.P. 54000 Tlalnepantla, Estado de México  
Tel: (55) 5390 1766

### PLANTA CIUDAD JUÁREZ

Av. Prolongación Fundadores s/n  
Col. Samalayuca C.P. 32730  
Tel. (656) 257 4800

### PLANTA SAN LUIS

Av. Comisión Federal de Electricidad 775,  
Industrial San Luis, C.P. 78395  
San Luis Potosí, San Luis Potosí  
Tel: (444) 824 0748

### PLANTA MEXICALI

Carretera a San Luis Rio Colorado Km. 13  
Col. Estación Pascualitos  
C.P. 21600 Mexicali, Baja California  
Tel: (686) 562 7666

### TELÉFONO:

01 800 726 3573

panelrey@gpromax.com

www.panelrey.com



**PANEL REY**<sup>®</sup>  
*Paneles de Yeso*



Visita nuestro sitio web  
800 726 3573

VERSIÓN 2022