



**CÓDIGO MODELO DE  
CONSTRUCCIÓN  
PARA CARGAS DE VIENTO**

ACS AEC

ASSOCIATION OF CARIBBEAN STATES  
ASOCIACION DE ESTADOS DEL CARIBE  
ASSOCIATION DES ETATS DE LA CARAIBE

**Versión Final, Mayo 2003**





**Association of Caribbean States © 2003**  
5-7 Sweet Briar Road, St. Clair, P.O. Box 660  
Port of Spain, Trinidad and Tobago, West Indies  
Tel: (868) 622 9575 | Fax: (868) 622 1653  
<http://www.acs-aec.org> -- [mail@acs-aec.org](mailto:mail@acs-aec.org)

El presente código modelo se basa en la Sección 6 del documento *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures* (ASCE-7-02 © 2002) publicado por la *American Society of Civil Engineers* (ASCE). Figuras y Tablas del ASCE 7-02 se reproducen en el Apéndice I.

Este material se reproduce con autorización del autor, ASCE. Copia del mismo puede ser ordenada a la siguiente dirección:  
<http://www.pubs.asce.org/ASCE7.html?9991330>.

*Este Código Modelo fue preparado por:*

**Dr. Myron W. Chin**  
&  
**Prof. Winston Suite**  
University of the West Indies  
*Trinidad y Tobago*

*Con la asistencia de:*

**Prof. Dr. Carlos Llanes Burón**  
Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”  
*Cuba*

**Prof. Ezio Faccioli**  
Politecnico di Milano  
*Italia*

**Prof. Gian Michele Calvi**  
Università di Pavia  
*Italia*

**Prof. Jorge Gutiérrez**  
&  
**Prof. Guillermo Santana**  
Universidad de Costa Rica  
*Costa Rica*

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>PRÓLOGO</b>	<b>9</b>
<b>I. ALCANCE</b>	<b>13</b>
1.1 CONCEPTOS EXPLÍCITOS .....	13
1.2 OBJETIVOS DEL FUNCIONAMIENTO O DESEMPEÑO - PRECAUCIONES ANTE HURACÁN.....	13
1.3 INDICACIONES ESPECÍFICAS PARA DIFERENTES TIPOS DE CONSTRUCCIÓN...	14
1.4 DEFINICIONES .....	15
1.5 SÍMBOLOS Y ANOTACIONES .....	19
<b>II. RIESGO POR VIENTO</b>	<b>23</b>
2.1 VELOCIDAD BÁSICA DEL VIENTO .....	23
2.2 TOPOGRAFÍA.....	24
2.3 ALTURA POR ENCIMA DEL NIVEL DEL TERRENO.....	24
2.4 TERRENO – RUGOSIDAD.....	25
<b>III. ACCIONES DEL DISEÑO POR VIENTO</b>	<b>26</b>
3.1 CLASES Y FACTORES DE IMPORTANCIA .....	26
3.2 EFECTOS DE ESCALA .....	27
3.3 PRESIÓN (INTERNA Y EXTERNA).....	27
3.4 EFECTOS DINÁMICOS Y AEROELÁSTICOS (EFECTOS DE RÁFAGA).....	28
3.5 EFECTOS DE DIRECCIONALIDAD.....	29
3.5.1 Combinaciones de Cargas Ponderadas utilizando el Diseño por Estados Límites .....	29
3.5.2 Combinaciones de Cargas Nominales usando el Diseño por Tensiones Permisibles .....	29

---

**IV. MÉTODOS DE ANÁLISIS** **31**

---

<b>4.1</b>	<b>MÉTODO 1 – PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO</b>	<b>31</b>
4.1.1	Alcance	31
4.1.2	Sistemas Principales Resistentes a Fuerza de Viento	31
4.1.3	Componentes y Revestimiento	32
4.1.4	Procedimiento de Diseño	32
4.1.5	Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento	33
4.1.6	Componentes y Revestimiento	33
4.1.7	Revestimiento Permeable al Aire	34
<b>4.2</b>	<b>MÉTODO 2 – PROCEDIMIENTO ANALÍTICO</b>	<b>34</b>
4.2.1	Alcance	34
4.2.2	Limitaciones	34
4.2.3	Protectores	35
4.2.4	Revestimiento Permeable al Aire	35
4.2.5	Procedimiento de Diseño	35
4.2.6	Velocidad Básica del Viento	36
4.2.7	Regiones Especiales de Viento	36
4.2.8	Estimación de las Velocidades del Viento Básicas a partir de Datos Climáticos Regionales	36
4.2.9	Limitación	36
4.2.10	Factor de Direccionalidad del Viento	37
4.2.11	Factor de Importancia	37
4.2.12	Exposición	37
4.2.13	Direcciones y Sectores del Viento	37
4.2.14	Categorías de Rugosidad de la Superficie	37
4.2.15	Categorías de Exposición	38
4.2.16	Categoría de Exposición para Sistemas Principales Resistentes a Fuerza de Viento	39
4.2.16.1	Edificaciones y otras Estructuras	39
4.2.16.2	Edificaciones Bajas	39
4.2.17	Categoría de Exposición para Componentes y Revestimiento	39
4.2.17.1	Edificaciones con Altura de Techo Media h menor que o igual a 18 m	39
4.2.17.2	Edificaciones con Altura de Techo Media h mayor que 18 m y Otras Estructuras	39
4.2.18	Coeficiente de Exposición de la Presión de la Velocidad del Viento	39
4.2.19	Efectos Topográficos	40
4.2.19.1	Incremento de la Velocidad del Viento sobre Colinas, Crestas y Taludes	40

4.2.19.2	Factor Topográfico.....	40
4.2.20	Factor de Efecto de Ráfaga .....	40
4.2.20.1	Estructuras Rígidas.....	40
4.2.20.2	Estructuras Sensibles Dinámicamente o Flexibles.....	41
4.2.20.3	Análisis Racional.....	42
4.2.20.4	Limitaciones .....	43
4.2.21	Clasificaciones de Encerramiento .....	43
4.2.21.1	General .....	43
4.2.21.2	Aberturas .....	43
4.2.21.3	Escombros llevados por el Viento.....	43
4.2.21.4	Clasificaciones Múltiples .....	44
4.2.22	Presión de la Velocidad del viento.....	44
4.2.23	Coefficientes de Presión y Fuerza .....	44
4.2.23.1	Coefficientes de Presión Interna.....	44
4.2.23.1.1	Factor de Reducción para Edificaciones de Gran Volumen, Ri	44
4.2.23.2	Coefficientes de Presión Externa.....	45
4.2.23.2.1	Sistemas Principales Resistentes a Fuerza de Viento para	
Sistemas Principales Resistentes a Fuerzas.....	45	
4.2.23.2.2	Componentes y Revestimiento.....	45
4.2.23.3	Coefficientes de Fuerza .....	45
4.2.23.4	Aleros de Techo .....	45
4.2.23.4.1	Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento .....	45
4.2.23.4.2	Componentes y Revestimiento para Aleros de Techo.....	46
4.2.23.5	Pretilos 46	
4.2.23.5.1	Sistema principal Resistente a Fuerza de Viento para Pretilos..	46
4.2.23.5.2	Componentes y Revestimientos para Pretilos.....	46
4.2.24	Cargas de Viento de Diseño en Edificaciones Cerradas y Parcialmente	
Cerradas .....	46	
4.2.24.1	General .....	46
4.2.24.1.1	Convenio de Signos.....	46
4.2.24.1.2	Condición de Carga Crítica .....	46
4.2.24.1.3	Áreas Tributarias Mayores que 65 m <sup>2</sup> (700 pies <sup>2</sup> ).....	46
4.2.24.2	Sistemas Principales Resistentes a Fuerza de Viento.....	47
4.2.24.2.1	Edificaciones Rígidas de Cualquier Altura .....	47
4.2.24.2.2	Edificaciones Bajas .....	47
4.2.24.2.3	Edificaciones Flexibles .....	48
4.2.24.2.4	Pretilos.....	48
4.2.24.3	Casos de Carga de Viento de Diseño .....	48
4.2.24.4	Componentes y Revestimiento .....	49
4.2.24.4.1	Edificaciones Bajas y Edificaciones.....	49
con h ≤ 18.3 m (60 pies).....	49	
4.2.24.4.2	Edificaciones con h > 18.3 m (60 pies).....	50
4.2.24.4.3	Presiones de Viento de Diseño Alternativas para Componentes y	
Revestimiento en Edificaciones con 18.3 m (60 pies) < h < 27.4		
m (90 pies).....	50	
4.2.24.4.4	Pretilos.....	51

4.2.25 Cargas de Viento de Diseño sobre Edificaciones Abiertas y Otras Estructuras.....	51
<b>4.3 MÉTODO 3 – PROCEDIMIENTO DE TÚNEL DE VIENTO.....</b>	<b>52</b>
4.3.1 Alcance.....	52
4.3.2 Condiciones de la Prueba.....	52
4.3.3 Respuesta Dinámica.....	53
4.3.4 Limitaciones.....	53
4.3.4.1 Limitaciones sobre Velocidades de Viento.....	53
<b><u>V. EFECTOS INDUCIDOS</u></b>	<b><u>54</u></b>
<b>5.1 IMPACTO DE OBJETOS LLEVADOS POR EL VIENTO.....</b>	<b>54</b>
<b>5.2 ESCOMBRO LLEVADO POR VIENTO .....</b>	<b>54</b>
<b>5.3 LLUVIA IMPULSADA POR VIENTO .....</b>	<b>56</b>
5.3.1 Cargas de Lluvia Impulsada por Viento, de Diseño .....	56
5.3.2 Inestabilidad por Estancamiento .....	56
5.3.3 Drenaje Controlado .....	57
<b><u>VI. VERIFICACIONES DE SEGURIDAD</u></b>	<b><u>58</u></b>
<b>6.1 ESTRUCTURA .....</b>	<b>58</b>
<b>6.2 REVESTIMIENTOS Y ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES .....</b>	<b>59</b>
<b><u>VII. EDIFICACIONES SIMPLES</u></b>	<b><u>60</u></b>
<b>7.1 ALCANCE .....</b>	<b>60</b>
7.1.1 Definición de Edificación ‘Simple’ .....	60
7.1.2 Componentes y Revestimiento.....	61
<b>7.2 DISEÑO Y VERIFICACIONES DE SEGURIDAD .....</b>	<b>61</b>
<b><u>REFERENCIAS</u></b>	<b><u>62</u></b>
<b><u>APÉNDICE I</u></b>	<b><u>63</u></b>



## **PRÓLOGO**

### **INTRODUCCIÓN**

Reconociendo la necesidad de que cada país susceptible a desastres tenga normas de construcción apropiadas, la Asociación de Estados del Caribe (AEC), con la asistencia financiera del Gobierno de Italia a través de su Fondo de Fideicomiso administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y de STIRANA (Fundación para la Preparación ante Desastres de las Antillas Neerlandesas), ha emprendido un proyecto destinado a la “*Actualización de los Códigos de Construcción del Gran Caribe para Vientos y Sismos*” y a partir de ahí reducir la vulnerabilidad ante los desastres naturales. Esta iniciativa es consistente con la meta del Comité Especial de Desastres Naturales de la AEC de reducir riesgos y pérdidas causadas por los desastres naturales en los Países Miembros de la AEC.

El objetivo de la primera fase del proyecto era producir y difundir códigos modelo de lo más moderno para cargas de vientos y sismos así como recomendaciones para actualizar los códigos existentes, de tal manera que los Países Miembros de la AEC puedan dotarse de nuevos códigos adecuados o mejorar los existentes, para desarrollar mejores prácticas y técnicas de construcción de edificaciones seguras y confiables.

### **EVALUACIÓN DE LOS CÓDIGOS DE CONSTRUCCIÓN EXISTENTES EN EL GRAN CARIBE**

La primera parte del proyecto fue dedicada a un minucioso análisis de la situación de los actuales códigos para cargas de vientos en los Países Miembros Hispano parlantes y Anglolarlantes de la AEC. Para lograr esta tarea, se prepararon Formularios de Evaluación ad hoc, cuyos encabezados incluyeron todos los temas principales que deberían encontrarse en un código moderno. Subsecuentemente, los códigos para cargas de vientos existentes de los Países Miembros Hispano parlantes y Anglolarlantes de la AEC fueron revisados y evaluados a profundidad, y se completaron los Formularios. Al final de cada Formulario de Evaluación, se formularon recomendaciones sobresalientes para mejorar el código. Los Formularios fueron finalmente difundidos a los Países Miembros de la AEC.

Una situación extremadamente diversificada surgió de este análisis.

### **PREPARACIÓN DE UN CÓDIGO MODELO**

En la segunda parte del proyecto se redactó un Código Modelo, para ser utilizado por cada Estado en la actualización/preparación de Códigos de Práctica reales, inspirados por conceptos comunes.

La diversidad de situaciones en cada país sugirió la preparación de un código modelo conceptual, no solo completo en su alcance sino también capaz de permitir el desarrollo de códigos de práctica reales en diferentes niveles de complejidad.

Este paso requirió una clara distinción entre principios, a ser adoptados como la base de regulaciones de diseño y seguridad, y recomendaciones para implementar estos principios como regulaciones prácticas.

La selección conceptual de un código modelo implicó que no se debería hacer referencia a materiales de construcción ni sistemas estructurales específicos, ya que estos deberían ser tratados en el ámbito nacional o regional.

Estas decisiones fueron llevadas a la práctica mediante la adopción de un documento básico de referencia, el ASCE 7-02, Cargas de Viento, de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), ya que varios Estados del Caribe lo han utilizado en sus Códigos de Viento existentes.

Por lo tanto este Código Modelo consta de dos partes:

- (a) El presente documento, y
- (b) La Sección 6 del ASCE 7-02 como el documento básico de referencia.

A este respecto la numeración de Figuras y Tablas incluidas en el presente documento ha sido mantenida como las que se dan en ASCE 7-02 para facilidad de referencia. Éstas se reproducen en el Apéndice I. Por favor nótese que la Figura 6-1 no ha sido incluida en este código modelo ya que no es aplicable a los territorios del Gran Caribe.

Un Documento de Aplicación Nacional (DAN) debe ser desarrollado por cada país para reflejar las peculiaridades de geografía y topografía así como la práctica de construcción local.

El DAN proporcionará información complementaria para ayudar al usuario a aplicar el Código Modelo en el diseño de edificaciones a ser construidas, así como para la readaptación de edificaciones existentes en las áreas del Gran Caribe.

Debido a su base conceptual, el Código Modelo está supuesto a ser utilizado por autores de códigos y autoridades, no por profesionales actuando en forma individual.

## **REFERENCIAS NORMATIVAS**

Cada DAN puede incorporar, por referencia, previsiones de ediciones específicas de otras publicaciones.

## REFERENCIAS INFORMATIVAS

Los DAN se pueden referir también a otras publicaciones que provean información u orientación. Cada Edición de estas publicaciones disponible en el momento de emisión de este DAN debería ser listada.

## MAPAS DE VELOCIDAD DE VIENTO

El mapa de velocidad de viento al que hace referencia el Código Modelo debería ser impuesto en el ámbito Estatal, pero debería estar basado posiblemente en estudios científicos globales extensos y consistentes, para toda la región del Gran Caribe, para evitar inconsistencia en las fronteras entre los diferentes estados. Por lo tanto **se recomienda que se desarrolle un “mapa modelo de velocidad de viento” para toda la Región del Gran Caribe.**

Los mapas de velocidad de viento serán desarrollados utilizando métodos internacionalmente aceptados, datos actualizados y procedimientos transparentes y repetibles. Se deberían prever revisiones periódicas.

## IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO DEL USO DE UN CÓDIGO

Los Países de la Región del Gran Caribe deberían **dar prioridad al fortalecimiento de los códigos de construcción existentes y al desarrollo de nuevos códigos.**

El desarrollo de códigos nacionales relativamente avanzados basados en el presente código modelo no producirá automáticamente una reducción del riesgo por viento. Tal reducción requiere medidas adecuadas para aplicar el código, para monitorear su desempeño, incrementar el nivel de comprensión y la preparación específica de profesionales y consultores.

La implementación de un código requiere hacer obligatoria su aplicación, implicando por lo tanto cierto tipo de control de la aplicación del código en el diseño, evaluación y fortalecimiento, **a través de la creación de mecanismos de aplicación e inspección.** Este objetivo se puede llevar a cabo mediante la definición de estrategias y la creación de oficinas especiales a cargo de la recolección de datos de diseño, que respondan a interrogantes técnicas, y que verifiquen el uso real y apropiado del código en muestras dadas de los casos diseñados y construidos. Dichas muestras de las edificaciones diseñadas existentes que serían chequeadas pueden ser definidas para diferentes categorías de importancia de edificación (Ej. 10% para las clases de importancia I y II, 50% para la clase de importancia III, 100% para la clase de importancia IV).

Para reforzar estas regulaciones de construcción, los Gobiernos deben trabajar con empresas de seguros y financieras del sector privado, para que de esta manera, se **estimule el desarrollo de incentivos financieros**, como reducciones de pólizas o préstamos con tasas menores, para los edificios construidos apropiadamente utilizando los patrones y las regulaciones establecidas.

### **EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN**

La importancia de **asegurar un alto nivel de competencia de los proyectistas** nunca puede ser lo suficientemente sobreestimada. Esto sugiere recomendar que todos los medios deben ser explotados para incrementar la comprensión de los conceptos y regulaciones definidas en los códigos. Las medidas apropiadas pueden incluir la organización de cursos cortos, probablemente usando herramientas de aprendizaje electrónico, preparación de manuales y herramientas de ayuda en línea, verificación periódica de la competencia efectiva de los profesionales.

### **REVISIONES PERIÓDICAS**

Se recomienda establecer un procedimiento para la **actualización periódica de los códigos modelo y nacionales**, basada en avances científicos y en los resultados del proceso de monitoreo. Estas revisiones deberían ser consideradas en intervalos de tiempo dentro del rango de 5 a un máximo de 10 años.

## **I. ALCANCE**

### **1.1 Conceptos explícitos**

Este código modelo está proyectado para su uso en el diseño y construcción de nuevas edificaciones, así como en la readaptación de edificaciones existentes sometidas a cargas de viento.

El principal código de referencia es la Sección 6.0 del ASCE-7-02.

El código modelo no está proyectado para reemplazar o enmendar la legislación obligatoria de cualquier país ya que ello será efectuado por cada DAN apropiado. Los usuarios de este código modelo deben consultar otra legislación mencionada. El código modelo describe la acción del viento en las estructuras y los métodos para calcular valores característicos de las cargas del viento para uso en el diseño de edificaciones y de estructuras relacionadas así como sus componentes y accesorios

### **1.2 Objetivos del Funcionamiento o Desempeño - Precauciones ante Huracán**

Es muy importante en el Caribe estar siempre conscientes del hecho de que la región se encuentra dentro de la trayectoria habitual de los huracanes. Durante tales períodos de tiempo como son designados por el Gobierno, bajo advertencia de huracán, el propietario, el inquilino o el usuario de una propiedad, tomarán las precauciones para la seguridad de edificaciones y equipamiento, preferiblemente según un plan previamente establecido de medidas contra las catástrofes que empiezan con los estudios del riesgo.

Los elementos de las edificaciones más vulnerables a las fuerzas del huracán son los techos, ventanas y muros. El objetivo de la construcción resistente a huracán es proveer una edificación que no colapsará durante un huracán. La edificación debe quedar en pie y sus ocupantes a salvo.

Las regulaciones para la construcción de edificaciones resistentes a huracán deben cubrir los siguientes aspectos:

- Sitio de edificación (selección)
- Estructura del techo (estructura, forma, componentes y accesorio/fijamiento)
- Ventanas y Puertas
- Muros

- Aberturas y Revestimientos
- Interacción con otras estructuras vecinas

Adicionalmente estas regulaciones serán específicas para los diferentes materiales de construcción tales como en los siguientes ejemplos:

- Edificaciones de madera
- Edificaciones de acero
- Edificaciones de hormigón armado

Ubicación de la Edificación:

Edificaciones situadas en áreas expuestas son las más vulnerables.

Techos:

Ya que la experiencia y la investigación han mostrado que los techos planos son vulnerables a vientos fuertes, la pendiente del techo, preferiblemente no debería ser menos de 25 a 30 grados. Se deberían usar techos de cuatro aguas ya que estos son más resistentes a huracán que techos de dos aguas. Las proyecciones o salientes de techo también experimentan presiones de alto nivel y, donde sea posible, estos deberían ser llevados al mínimo o eliminados.

Aberturas, Revestimientos - interacción con estructuras vecinas:

La experiencia ha demostrado que la existencia de aberturas y estructuras vecinas produce variaciones de otra magnitud en el comportamiento de las presiones de viento sobre las edificaciones tanto externamente como por dentro.

### **1.3 Indicaciones Específicas para Diferentes Tipos de Construcción**

**Edificaciones de Madera:** La estructura entera debe ser fijada a la cimentación y atada con pernos para madera y flejes para huracán. Las propiedades de la madera comúnmente utilizada deberán ser investigadas y catalogadas para ayudar a los diseñadores en la región en el uso de maderas criollas.

**Edificaciones de Acero:** Secciones de tamaño insuficiente y mantenimiento inadecuado han llevado a una reducción significativa en el tamaño de secciones críticas y por consiguiente al fracaso. Se necesitan pernos de seguridad para fijar la estructura a la cimentación.

Edificaciones de Hormigón Armado: Todos los muros serán terminados en la parte superior por anillos de cerramiento de hormigón armado con no menos de 200mm de peralto.  
El refuerzo de las vigas de cerramiento mínimo serán cuatro barras de 12mm de diámetro con estribos de 6mm de diámetro ubicadas a 300mm entre centros. El ancho de la viga será de un mínimo de 150mm sin recubrimiento.

#### 1.4 Definiciones

Las siguientes definiciones se aplicarán a las previsiones de este código modelo por viento.

Aberturas	Aberturas u hoyos en la envoltura de la edificación que permiten que fluya aire a través de la envoltura de la edificación y que son diseñadas como “abiertas” durante vientos de diseño como se define en estas previsiones.
Altura Media de Techo, h	El promedio de la altura del alero del techo y la altura hasta el punto más alto sobre la superficie del techo, excepto que, para ángulos de techo menores o iguales a 10 grados, la altura media de techo será la altura del alero del techo.
Aprobado	Aceptable para las autoridades con jurisdicción.
Área de Viento Efectiva	El área utilizada para determinar $GC_p$ . Para componentes y revestimiento, el área de viento efectiva en las Figuras 6-11 a 6-17 es la longitud de las luz multiplicada por un ancho efectivo que no necesita ser menor que un tercio de la de la longitud de la luz. Para fijadores de revestimiento, el área de viento efectiva no será mayor que el área que es <u>tributaria</u> a un perno individual.
Colina	Con respecto a efectos topográficos en la Sección 4.2.19, una superficie de suelo caracterizada por un fuerte relieve en cualquier dirección horizontal (ver Figuras 6-4).
Componentes y Revestimiento	Elementos de la envoltura de la edificación que no califican como parte del sistema principal resistente a fuerza de viento.
Cresta	Con respecto a efectos topográficos en la Sección 4.2.19, una cresta prolongada de una colina caracterizada por un fuerte relieve en dos direcciones (ver Figuras 6-4).

Cubierta Resistente a Impactos	Una cubierta diseñada para proteger vidriería, la cual se ha comprobado, mediante pruebas de conformidad con ASTM E 1886 [1] y ASTM 1996 [2] u otros métodos de prueba aprobados, que soporta el impacto de proyectiles llevados por el viento propensos a ser generados en regiones de escombros llevado por el viento.
Edificación, Abierta	Una edificación que tiene cada muro con al menos 80% de aberturas. Esta condición se expresa para cada muro mediante la ecuación $A_o \geq 0.8 A_g$ , donde $A_o$ = área total de las aberturas en un muro que recibe presión externa positiva, en $m^2$ (pies <sup>2</sup> ) $A_g$ = el área bruta de un muro en el cual $A_o$ ha sido identificada, en $m^2$ (pies <sup>2</sup> )
Edificación, Baja	Edificaciones cerradas o parcialmente cerradas que cumplen con las siguientes condiciones: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Altura de techo <math>h</math> media menor o igual a 18 m (60 pies); y</li><li>2. La altura de techo <math>h</math> media no excede la dimensión horizontal más pequeña.</li></ol>
Edificación Cerrada	Una edificación que no cumple con los requisitos para edificaciones abiertas o parcialmente cerradas.
Edificación, Diafragma	Una edificación cerrada o parcialmente cerrada en la cual Simple las cargas de viento se transmiten a través de diafragmas de piso y techo hacia el sistema principal resistente a fuerza de viento vertical.
Edificación, Parcialmente cerrada	Una edificación que cumple con las dos siguientes condiciones: <ol style="list-style-type: none"><li>1. El área total de aberturas en un muro que recibe presión positiva externa excede la suma de las áreas de aberturas en el balance de la envoltura de la edificación (muros y techo) por más de 10%, y</li><li>2. El área total de aberturas en un muro que recibe presión externa positiva excede <math>0.37 m^2</math> (4 pies<sup>2</sup>) o 1% del área de dicho muro, el que sea menor, y el porcentaje de</li></ol>



aberturas en el balance de la envoltura de la edificación no excede 20%.

Estas condiciones se expresan mediante las siguientes ecuaciones:

1.  $A_o > 1.10 A_{oi}$
2.  $A_o > 0.37 \text{ m}^2$  (4 pies<sup>2</sup>) o  $> 0.01 A_g$ , el que sea menor, y  $A_{oi}/A_{gi} \leq 0.20$

donde

$A_o$ ,  $A_g$  son como se definió para Edificación Abierta

$A_{oi}$  = la suma de las áreas de aberturas en la envoltura de la edificación (muros y techo) sin incluir  $A_o$ , en m<sup>2</sup> (pies<sup>2</sup>)

Edificación u otra Estructura, de forma regular	Una edificación u otra estructura que no tiene irregularidades geométricas inusuales en la forma espacial.
Edificación u Otra Estructura, Flexible	Edificaciones esbeltas y otras estructuras que tienen una frecuencia natural fundamental menor que 1 Hz.
Edificación u Otra Estructura, rígida	Una edificación u otra estructura cuya frecuencia fundamental es mayor o igual a 1 Hz.
Envoltura de la Edificación	Revestimiento, techo, muros exteriores, vidriería, montajes de puertas, montajes de ventanas, montajes de tragaluces, y otros componentes que cercan la edificación.
Factor de Importancia, I.	Un factor que representa el grado de riesgo para la vida humana y daño a la propiedad.
Fuerza de Diseño, F	Fuerza estática equivalente a ser utilizada en la determinación de cargas de viento para edificaciones abiertas y otras estructuras.
Literatura Reconocida	Descubrimientos de investigación publicados y documentos técnicos aprobados.
Presión de Diseño, p	Presión estática equivalente a ser utilizada en la determinación de cargas de viento para edificaciones.

Regiones de Escombro Llevado por Viento.	<p>Áreas dentro de regiones propensas a huracanes ubicadas</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Dentro de un perímetro de 1610 m (1 milla) de la línea costera del nivel medio del agua donde la velocidad básica del viento es igual o mayor que 177 km/h (110 mph), o</li><li>2. En áreas donde la velocidad básica del viento es igual o mayor que 193 km/h (120 mph).</li></ol>
Regiones Propensas a Huracanes:	<p>Áreas vulnerables a huracanes en el Gran Caribe definidas como:</p> <p>Todos los países bordeados por o situados dentro del Mar Caribe donde la velocidad básica del viento es mayor a 145 km/h (90 mph).</p>
Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento	<p>Un ensamblaje de elementos estructurales asignados a proveer soporte y estabilidad para toda la estructura. El sistema generalmente recibe cargas de viento de más de una superficie.</p>
Talud	<p>También conocido como escarpa, con respecto a efectos topográficos en la Sección 4.2.19, un acantilado o declive empinado que separa generalmente dos niveles o áreas suavemente en declive (ver Figuras 6-4).</p>
Velocidad Básica del Viento, V	<p>Velocidad de ráfaga de 3 segundos a 10 m (33 pies) por encima del terreno en Exposición C (ver Sección 4.2.15) como se determina de conformidad con 4.2.6. Puede que sea necesario utilizar otras medidas de velocidad de viento en algunos países y en estos casos se necesita una corrección cuidadosa.</p>
Vidriería	<p>Vidrio o lámina de plástico transparente o translúcido utilizado en ventanas, puertas, tragaluces o muros de cortina.</p>
Vidriería, Resistente a Impactos	<p>Vidriería para la cual se ha comprobado, mediante pruebas de conformidad con ASTM 1886 [1] y ASTM 1996 [2] u otros métodos de prueba aprobados, que soporta el impacto de proyectiles llevados por el viento que son propensos a ser generados en regiones de escombro llevado por el viento durante vientos de diseño.</p>

### 1.5 Símbolos y anotaciones

Los siguientes símbolos y anotaciones se aplicarán únicamente a las previsiones de este código modelo por viento:

A	=	Área efectiva de viento, en m <sup>2</sup> (pies <sup>2</sup> ).
A <sub>f</sub>	=	Área de edificaciones abiertas y otras estructuras ya sea normal a la dirección del viento o proyectada sobre un plano normal a la dirección del viento en m <sup>2</sup> (pies <sup>2</sup> ).
A <sub>g</sub>	=	El área bruta del muro en el cual A <sub>o</sub> está identificada, en m <sup>2</sup> (pies <sup>2</sup> ).
A <sub>gi</sub>	=	La suma de las áreas de superficie brutas de la envoltura de la edificación (muros y techo) no incluyendo A <sub>g</sub> , en m <sup>2</sup> (pies <sup>2</sup> ).
A <sub>o</sub>	=	Área total de aberturas en un muro que recibe presión externa positiva, en m <sup>2</sup> (pies <sup>2</sup> ).
A <sub>oi</sub>	=	La suma de las áreas de aberturas en la envoltura de la edificación (muros y techo) no incluyendo A <sub>o</sub> , en m <sup>2</sup> (pies <sup>2</sup> ).
A <sub>og</sub>	=	Área total de aberturas en la envoltura de la edificación m <sup>2</sup> (pies <sup>2</sup> ).
a	=	Ancho de la zona del coeficiente de presión, en m (pies).
B	=	Dimensión Horizontal de la edificación medida normal a la dirección del viento, en m (pies).
b	=	Factor de velocidad de viento media horaria en la Ecuación 4.14 de la Tabla 6-2.
b	=	Factor de velocidad de ráfaga de 3 segundos de la Tabla 6-2.
C <sub>f</sub>	=	Coeficiente de fuerza a ser usado en la determinación de las cargas de viento para otras estructuras.
C <sub>p</sub>	=	Coeficiente de presión externa a ser usado en la determinación de las cargas de viento para edificaciones.
c	=	Factor de intensidad de turbulencia en la ecuación 4.5 de la Tabla 6-2.
D	=	Diámetro de una estructura o miembro circular, en m (pies).
D'	=	Profundidad de elementos sobresalientes tales como ribetes y alerones, en m (pies).
G	=	Factor de efecto de ráfaga.

$G_f$	=	Factor de efecto de ráfaga para los sistemas principales resistentes a fuerza de viento de edificaciones flexibles y otras estructuras.
$GC_{pn}$	=	Coefficiente de presión neta combinada para un parapeto.
$GC_p$	=	Producto del coeficiente de presión externa y factor de efecto de ráfaga a ser usado en la determinación de cargas de viento para edificaciones.
$GC_{pf}$	=	Producto del coeficiente de presión externa equivalente y factor de efecto de ráfaga a ser usado en la determinación de cargas de viento para el sistema principal resistente a fuerza de viento de edificaciones bajas.
$GC_{pi}$	=	Producto del coeficiente de presión interna y factor de efecto de ráfaga a ser usado en la determinación de cargas de viento para edificaciones.
$g_Q$	=	Factor pico o máximo para respuesta de entorno en las Ecuaciones 4.4 y 4.8.
$g_R$	=	Factor pico o máximo para respuesta resonante en la Ecuación. 4.8.
$g_v$	=	Factor pico o máximo para respuesta de viento en las Ecuaciones. 4.4 y 4.8.
$H$	=	Altura de la colina o talud en las Figuras 6-4, en m (pies).
$h$	=	Altura media del techo de una edificación o altura de otra estructura, excepto que la altura del alero será usada para ángulo de techo $\theta$ menor o igual a 10 grados, en m (pies).
$I$	=	Factor de Importancia.
$I_z$	=	Intensidad de turbulencia de la Ecuación 4.5.
$K_1, K_2, K_3$	=	Multiplicadores en la Figura 6-4 para obtener $K_{zt}$ .
$K_d$	=	Factor de direccionalidad del viento en la Tabla 6-4.
$K_h$	=	Coefficiente de exposición de presión de la velocidad del viento evaluado a la altura $z = h$ (Coefficiente de altura).
$K_z$	=	Coefficiente de exposición de presión de velocidad evaluado a altura $z$ .
$K_{zt}$	=	Factor topográfico.
$L$	=	Dimensión horizontal de una edificación medida paralelamente a la dirección del viento, en m (pies).

$L_h$	=	Distancia de barlovento de la cresta de colina o talud en la Figura 6-4 hasta donde la diferencia en elevación del terreno es la mitad de la altura de la colina o talud, en m (pies).
$L_z$	=	Escala de Longitud Integral de la turbulencia, en m (pies).
$\lambda$	=	Factor de escala de Longitud Integral de la Tabla 6-2, m (pies).
$M$	=	Dimensión más grande de señal, en m (pies).
$N$	=	Dimensión más pequeña de señal, en m (pies).
$N_1$	=	Frecuencia reducida de la Ecuación 4.12.
$n_1$	=	Frecuencia natural de la edificación, Hz.
$p$	=	Presión de Diseño a ser usada en la determinación de las cargas de viento para edificaciones, en $N/m^2$ (lb/pie <sup>2</sup> ).
$p_L$	=	Presión del viento actuando en la superficie de sotavento en la Figura 6-9.
$p_{net30}$	=	Presión neta de viento de diseño para exposición B a $h = 30$ pies $\approx 9$ m. e $I = 1.0$ de la Figura 6-3.
$p_p$	=	Presión neta combinada en un parapeto de la Ecuación 4.20.
$p_{s30}$	=	Presión de viento del diseño simplificado para exposición B a $h = 30$ pies e $I = 1.0$ de la Figura 6-2.
$p_w$	=	Presión de viento actuando en la superficie de barlovento en la Figura 6-9.
$Q$	=	Factor de respuesta de entorno de la Ecuación 4.6.
$q$	=	Presión de la velocidad del viento, en $N/m^2$ (lb/pie <sup>2</sup> ).
$q_h$	=	Presión de la velocidad del viento evaluada a altura $z = h$ , en $N/m^2$ (lb/pie <sup>2</sup> ).
$q_i$	=	Presión de la velocidad del viento para la determinación de la presión interna.
$q_p$	=	Presión de la velocidad del viento en la parte superior del parapeto.
$q_z$	=	Presión de la velocidad del viento evaluada a la altura $z$ por encima del terreno, en $N/m^2$ (lb/pie <sup>2</sup> ).
$R$	=	Factor de respuesta de resonancia de la Ecuación 4.10.
$R_B, R_h, R_L$	=	Valores de la Ecuación 4.13.
$R_i$	=	Factor de reducción de la Ecuación 4.16.
$R_n$	=	Valor de la Ecuación 4.11.

V	=	Velocidad básica del viento obtenida del mapa de zonificación nacional de velocidad básica de vientos en cada país, en m/s (mph). La velocidad básica del viento corresponde a una velocidad de ráfaga de 3 segundos a 10 m (33 pies) por encima del terreno en Categoría de Exposición C.
$V_i$	=	Volumen interno no particionado $m^3$ (pies <sup>3</sup> )
$V_z$	=	Velocidad media del viento horaria a la altura z, m/s (pies/s).
W	=	Ancho de la edificación en las figuras 6-12, y 6-14A y B y ancho de la luz en las figuras 6-13 y 6-15, en m (pies).
X	=	Distancia al centro de presión del borde de barlovento en la figura 6-18, en m (pies).
x	=	Distancia de barlovento o de sotavento de la cresta en la figura 6-4, en m (pies).
z	=	Altura por encima del nivel del terreno, en m (pies).
z	=	Altura equivalente de la estructura, en m (pies).
$z_g$	=	Altura nominal de la capa límite atmosférica utilizada en esta norma. Los valores aparecen en la Tabla 6-2.
$z_{min}$	=	Constante de exposición de la Tabla 6-2.
$\alpha$	=	Exponente de la ley de potencia de la velocidad de ráfaga de 3 segundos de la Tabla 6-2.
$\alpha$	=	Recíproco de $\alpha$ de la Tabla 6-2.
$\alpha$	=	Exponente de la ley de potencia de la velocidad media horaria del viento en la Ecuación. 4.14 de la Tabla 6-2.
$\beta$	=	Razón de amortiguamiento, por ciento crítico para edificaciones u otras estructuras.
$\epsilon$	=	Razón <sup>1</sup> de área sólida a área bruta para señal abierta, superficie de una torre de armadura o estructura de celosía.
$\lambda$	=	Factor de ajuste para la altura y exposición de la edificación de las Figuras 6-2 y 6-3.
$\epsilon$	=	Exponente de la ley de potencia de la escala de Longitud Integral en la Ecuación. 4.7 de la Tabla 6-2.
$\eta$	=	Valor usado en la Ecuación. 4.13 (ver sección 4.2.20.2).
$\theta$	=	Ángulo del plano del techo desde la horizontal, en grados.
v	=	Razón de altura a ancho para señal sólida.

<sup>1</sup> En este documento siempre se considerará la razón como la razón geométrica o por cociente.

## **II. RIESGO POR VIENTO**

Las edificaciones y estructuras serán diseñadas y construidas para resistir las fuerzas debido a la presión del viento.

Las fuerzas ejercidas por el viento son el resultado de una combinación de factores tales como:

- (i) Velocidad de viento
- (ii) Factor de exposición
- (iii) Forma aerodinámica de la estructura
- (iv) Factor de respuesta dinámica

Todos los sistemas estructurales serán diseñados y construidos para transferir las fuerzas de viento hacia el suelo.

### **2.1 Velocidad Básica del Viento**

La velocidad básica del viento,  $V$ , para la determinación de la carga de viento será determinada de conformidad con las previsiones de este código modelo por viento.

Se establecerá un mapa de zonificación de velocidad básica de viento para cada territorio (donde éste no exista aún o donde el mismo no es consistente con este código). Esto ayudará en la clasificación de acuerdo a la Velocidad Básica del Viento que será usada para desarrollar valores de presiones de velocidad.

Las fuerzas del viento por unidad de área sobre una estructura pueden ser determinadas a partir de una relación de la forma general:

La presión de la velocidad del viento,  $q_z$ , evaluada a una altura,  $z$ , es dada por la ecuación 4.15 es decir:

$$q_z = 0.613 K_z K_{zt} K_d V^2 I \quad (\text{N/m}^2)$$

donde  $V$  en m/s

$K_d$  = factor de direccionalidad del viento determinado a partir de la Tabla 6-4

$K_z$  = coeficiente de exposición de la presión de la velocidad del viento determinado a partir de la Tabla 6-3.

$K_{zt}$  = factor topográfico dado por la Ecuación 4.3

$I$  = factor de importancia determinado a partir de la Tabla 6-1

El efecto de incremento de la velocidad del viento será incluido en el cálculo de cargas de viento de diseño utilizando el factor  $K_{zt}$ .

La velocidad básica del viento,  $V$ , es obtenida de un mapa de zonificación apropiado y corresponde a la velocidad de ráfaga de 3 segundos a una altura de 10 m por encima del terreno en Categoría de Exposición C, correspondiente a una probabilidad de excedencia de 2% en un período de recurrencia de 50 años.

El coeficiente numérico en la ecuación (4.15) será utilizado excepto donde estén disponibles datos climáticos suficientes para justificar la selección de un valor diferente de este factor para una aplicación de diseño.

## **2.2 Topografía**

El Factor de Exposición,  $K_{zt}$ , representa la variabilidad de la presión de la velocidad del viento en el sitio de la estructura debido a lo siguiente:

- (a) Altura por encima del nivel del terreno
- (b) Rugosidad del terreno, y
- (c) En terreno ondulado, la forma y la pendiente del terreno.

Un Factor de Topografía de Viento,  $K_{zt}$ , será considerado cuando la estructura está ubicada sobre una colina o elevación capaz de incrementar la velocidad del viento de barlovento a 10 m por encima del nivel del terreno.  $K_{zt}$  será tomado como 1.0 si

$$\begin{aligned} H/L_n &< 0.2 \\ H &< 9 \text{ m para Categoría de Exposición B} \\ H &< 18.0 \text{ m para Categoría de Exposición C} \end{aligned}$$

donde  $H$  = Altura de la colina  
 $L_n$  = Anchura de barlovento de la colina a media altura

## **2.3 Altura por Encima del Nivel del Terreno**

Los coeficientes de exposición de presión de la velocidad,  $K_h$  y  $K_z$  son funciones de la altura por encima del terreno de las categorías de exposición A, B, C, D, y están definidas en la tabla 6-3 y la sección 2.4.



## **2.4 Terreno – Rugosidad**

Se definen cuatro categorías de exposición.

(i) *Categoría de Exposición A*

Grandes Centros Urbanos con al menos 50% de las edificaciones con alturas mayores a 20 m.

(ii) *Categoría de Exposición B*

Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, otro terreno con numerosas obstrucciones cercanamente espaciadas que tienen el tamaño de viviendas familiares individuales o más grandes que tienen alturas promedio menores que 10 m.

La exposición B se aplicará donde la condición de rugosidad de la superficie del terreno prevalece en la dirección de barlovento por una distancia de al menos 800 m o 10 veces la altura de la edificación, lo que sea mayor.

(iii) *Categoría de Exposición C*

Terreno abierto, llanuras y sabanas con obstrucciones dispersas que tienen alturas promedio menores a 10 m.

La exposición C se aplicará para todos los casos donde las exposiciones B o D no se aplican.

(iv) *Categoría de Exposición D*

Áreas costeras planas no obstruidas expuestas a flujo de viento desde el océano abierto por una distancia de al menos 1610 m (1 milla).

### **III. ACCIONES DEL DISEÑO POR VIENTO**

#### **3.1 Clases y Factores de Importancia**

Las edificaciones están clasificadas en cuatro categorías de importancia:

- Categoría I Edificaciones y estructuras relacionadas cuyo fallo implica bajo riesgo para la vida humana incluyendo pero no limitado a facilidades rurales, de almacenaje o temporales.
- Categoría II Edificaciones de ocupación normal públicas o privadas (vivienda, oficinas, comercio, etc.). Adicionalmente, ésta incluye facilidades riesgosas no clasificadas como Categoría III si se asegura que cualquier daño o derrame tóxico puede ser controlado inmediatamente.
- Categoría III Facilidades riesgosas o edificaciones de alta ocupación públicas o privadas.
- Categoría IV Facilidades esenciales tales como hospitales, estaciones de bomberos y policía y albergues designados para huracanes.

Se asignará un factor de importancia a cada clase (ver Tabla 7-2):

- Categoría I  $I = 0.77$  o  $0.87$
- Categoría II  $I = 1.0$
- Categoría III  $I = 1.15$
- Categoría IV  $I = 1.15$

Se asume que la fuerza del viento por unidad de área actúa estáticamente en una dirección normal a la superficie de la estructura o elemento excepto donde otras fueron especificadas, Ej. con fuerzas funcionales tangenciales.

Ambas fuerzas internas y externas deben ser consideradas.

La resonancia puede amplificar las respuestas a las fuerzas sobre ciertas estructuras sensibles al viento. Tales estructuras están caracterizadas por su ligereza, flexibilidad y bajo nivel de amortiguamiento estructural.

### 3.2 Efectos de Escala

En edificaciones cerradas o parcialmente cerradas los coeficientes de presión externa,  $C_p$  para muros y techos pueden ser reducidos por efectos de escala como se dan en la Figura 6-6 cuando el sistema principal resistente a fuerza de viento es calculado mediante el Método 2.

### 3.3 Presión (Interna y Externa)

Para estimar el coeficiente de presión interna, las edificaciones están clasificadas como Cerradas, Parcialmente Cerradas o Abiertas.

La presión de diseño,  $p$ , para sistemas primarios en estructuras Cerradas o Parcialmente Cerradas se define mediante la siguiente ecuación que toma en consideración las presiones internas.

(i) **Edificación Rígida de cualquier altura:**

La presión de diseño será determinada por la Ecuación 4.17  
La presión de diseño,  $p$ , para sistemas primarios en edificaciones Cerradas o Parcialmente Cerradas no será menor que  $480 \text{ N/m}^2$ .

Para sistemas secundarios en edificaciones Cerradas o Parcialmente Cerradas, la presión de diseño  $p$  se define como:

$$P = q_h [(GC_p) - (GC_{pi})] \text{ para estructuras con } h \leq 18 \text{ m}$$

$$P = q[(GC_p) - (GC_{pi})] \text{ para estructuras con } h > 18 \text{ m}$$

Para sistemas primarios o secundarios en edificaciones Abiertas,  $p$  está dada por la expresión:

$$P = q_z GC_p$$

$GC_{pi}$  será determinada a partir de la Figura 6-5 basada en la clasificación de encerramiento de la edificación.

(ii) **Edificaciones Bajas**

La presión de diseño será determinada por la Ecuación 4.18.

(iii) **Edificaciones Flexibles**

La presión de diseño será determinada por la Ecuación 4.19.

### **3.4 Efectos Dinámicos y Aeroelásticos (Efectos de Ráfaga)**

Para la definición de las presiones del viento, las edificaciones están clasificadas según la geometría de sus áreas expuestas en cuatro Tipos Estructurales:

- Tipo I: Edificaciones Cerradas con una razón de esbeltez menor que 5 o período natural menor que 1 s que son insensibles a ráfagas y otros efectos dinámicos de viento. También incluye edificaciones cerradas con planchas laminadas, con una o más fachadas abiertas (bodegas industriales, teatros, auditorium, etc.).
- Tipo II: Edificaciones Abiertas con una razón de esbeltez menor que 5 o período natural menor que 1 s tales como torres, antenas sujetadas o libres, tanques elevados, anuncios comerciales y pretilles.
- Tipo III: Edificaciones particularmente sensibles a ráfagas de corta duración. Incluye todas las edificaciones consideradas como Tipo I o Tipo II pero con una razón de esbeltez mayor que 5 o período natural mayor que 1 s así como aquellas cuya geometría puede inducir vibraciones fuertes.
- Tipo IV: Este grupo incluye todas las estructuras con problemas aerodinámicos específicos tales como techos suspendidos, formas aerodinámicas inestables, estructuras flexibles que tienen períodos naturales cercanos unos a otros, etc.

Para superficies a favor del viento, la presión  $q_h$  (así como  $K_h$ ) es tomada como constante a través de toda la altura y corresponde al valor calculado para una altura,  $h$ , igual a la altura media del techo para edificaciones Tipo I o para la altura total de la edificación para los otros tipos de edificación.

Las presiones  $p$  y fuerzas  $F$  del viento están relacionadas con la Presión del Viento Dinámica  $q$ , los Factores de Efecto de Ráfaga  $G_h$  y  $G_z$  y los Coeficientes de Forma para presiones externa  $C_{pe}$  e interna  $C_{pi}$ ; así como  $C_f$  para techos de edificación abierta y estructuras que no son construcción.

Para estructuras rígidas el Factor de Efecto de Ráfaga,  $G$ , será tomado como 0.85. Aquí el período natural  $T \leq 1$  segundo.

Para estructuras flexibles (período natural  $T > 1$  seg.) o para estructuras sensibles al viento, la presión de diseño  $p$  es determinada mediante la ecuación 4.19.

### **3.5 Efectos de Direccionalidad**

El viento debería ser considerado como procedente horizontalmente desde cualquier dirección, por lo tanto la edificación tiene que ser analizada con el viento actuando paralelamente a sus dos direcciones principales.

El Factor de Direccionalidad del Viento,  $K_d$ , varía desde 0.85 hasta 0.95 y será determinado a partir de la Tabla 6-4. Este factor será únicamente aplicado cuando sea utilizado en conjunto con combinaciones de carga específicas (secciones 3.5.1 y 3.5.2), de lo contrario debería ser tomado como igual a la unidad.

#### **3.5.1 Combinaciones de Cargas Ponderadas utilizando el Diseño por Estados Límites**

Las combinaciones de cargas y factores de carga serán utilizadas solamente en aquellos casos en los que ellas están específicamente autorizadas por las normas de diseño aplicables al material.

Las estructuras, componentes y cimentaciones serán diseñadas de tal manera que sus resistencias de diseño igualen o excedan los efectos de las cargas ponderadas en las siguientes combinaciones:

1.  $1.4 (D + F)$
2.  $1.2 (D + F + T) + 1.6(L + 1 t) + 0.5 (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
3.  $1.2D + 1.6(L_r \text{ o } S \text{ o } R) + (0.5 L \text{ o } 0.8 W)$
4.  $1.2D + 1.6W + 0.5L + 0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
5.  $1.2D + 1.0E + 0.5L + 0.2S$
6.  $0.9D ++ 1.6W + 1.6H$
7.  $0.9D + 1.0E + 1.6H$

#### **3.5.2 Combinaciones de Cargas Nominales usando el Diseño por Tensiones Permisibles**

Se considerará que las cargas aquí catalogadas actúan en las siguientes combinaciones, las que produzcan el efecto más desfavorable en las edificaciones:

1.  $D$
2.  $D + L + F + H + T + (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
3.  $D + (W \text{ o } 0.7E) + L + (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$

4.  $0.6D + W + H$

5.  $0.6D + 0.7E + H$

donde D = carga permanente

E = carga sísmica

F = carga debido a fluidos con presiones y alturas máximas bien definidas

Fa = carga de inundación

H = carga debida a la presión lateral de la tierra, presión del agua del suelo, o presión de materiales a granel

L = carga viva o de uso

Lr = carga viva de techo

R = carga de lluvia

S = carga de nieve

T = fuerza de tensión propia

W = carga de viento

## **IV. MÉTODOS DE ANÁLISIS**

### **4.1 Método 1 – Procedimiento Simplificado**

#### **4.1.1 Alcance**

Una edificación cuyas cargas de viento de diseño son determinadas de conformidad con esta Sección deberá cumplir todas las condiciones de 4.1.2 o 4.1.3. Si una edificación califica únicamente bajo 4.1.3 para el diseño de sus componentes y revestimiento, entonces su sistema principal resistente a fuerza de viento deberá ser diseñado mediante el Método 2 o Método 3.

#### **4.1.2 Sistemas Principales Resistentes a Fuerza de Viento**

Para el diseño de los sistemas principales resistentes a fuerza de viento la edificación debe cumplir todas las condiciones siguientes:

1. Que la construcción sea una edificación de diafragma simple como se definió en la Sección 1.4.
2. Que la construcción sea una edificación baja como se definió en la Sección 1.4.
3. Que la edificación sea cerrada según lo definido en la Sección 1.4 y se ajuste a las previsiones de escombros llevado por viento de la Sección 4.2.21.3.
4. Que la construcción sea una edificación o estructura de forma regular como la definida en la Sección 1.4.
5. Que la construcción no esté clasificada como una edificación flexible como la definida en la Sección 1.4.
6. Que la edificación no tenga características de respuesta que hagan que esta esté sujeta a carga de viento transversal, efusión de vórtices, inestabilidad debido a galopamiento y aleteo; y que no tenga una ubicación de sitio para el cual los efectos de canalización o azotamiento en la estela de las obstrucciones de barlovento merezcan consideración especial.
7. Que la estructura de la edificación no tenga juntas de expansión o separaciones.
8. Que la edificación no esté sujeta a los efectos topográficos de 4.2.19 (es decir  $K_{zt} = 1.0$ ).

9. Que la edificación tenga un corte transversal aproximadamente simétrico en cada dirección ya sea con un techo plano, o un techo de dos aguas o de cuatro aguas con  $\theta \leq 45$  grados.

#### **4.1.3 Componentes y Revestimiento**

Para el diseño de componentes y revestimiento la edificación debe llenar todas las condiciones siguientes:

1. Que la altura media de techo  $h \leq 18$  m (60 pies).
2. Que la edificación sea cerrada según lo definido en la Sección 1.4 y se ajuste a las previsiones de escombros llevado por viento de la Sección 4.2.21.3.
3. Que la construcción sea una edificación o estructura de forma regular como la definida en la Sección 1.4.
4. Que la edificación no tenga características de respuesta que hagan que esta esté sujeta a carga de viento transversal, efusión de vórtices, inestabilidad debido a galopamiento y aleteo; y no tenga una ubicación de sitio para el cual los efectos de canalización o azotamiento en la estela de las obstrucciones de barlovento merezcan consideración especial.
5. Que la edificación no esté sujeta a los efectos topográficos de la Sección 4.2.19 (es decir  $K_{zt} = 1.0$ ).
6. Que la edificación tenga ya sea un techo plano, o un techo de dos aguas con  $\theta \leq 27$  grados.

#### **4.1.4 Procedimiento de Diseño**

1. La velocidad básica del viento  $V$  será determinada de conformidad con la Sección 4.2.6. Se asumirá que el viento procede de cualquier dirección horizontal.
2. Un factor de importancia  $I$  será determinado de conformidad con la Sección 4.2.11.
3. Una categoría de exposición será determinada de conformidad con la Sección 4.2.12.
4. Un coeficiente de ajuste de exposición y altura,  $\lambda$ , será determinado a partir de la Figura 6-2.



#### 4.1.5 Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento

La presión del viento de diseño simplificada,  $p_s$ , para los sistemas principales resistentes a fuerza de viento de las edificaciones bajas de diafragma simple representan las presiones netas (suma de internas y externas) a ser aplicadas a las proyecciones horizontales y verticales de las superficies de la edificación según se muestra en la Figura 6-2. Para las presiones horizontales (Zonas A, B, C, D),  $p_s$  es la combinación de las presiones netas de barlovento y sotavento.  $p_s$  será determinada por las siguientes ecuaciones:

$$p_s = \lambda I p_{s30} \quad (4.1)$$

donde  $\lambda$  = factor de ajuste para altura y exposición de la edificación de la Figura 6-2

$I$  = factor de importancia como fue definido en la Sección 1.4.

$p_{s30}$  = presión del viento de diseño simplificada para exposición B, a  $h = 9$  m (30 pies), y para  $I = 1.0$  a partir de la Figura 6-2.

#### Presiones Mínimas para Sistema Resistente Libre de Viento:

Los efectos de carga de las presiones del viento de diseño de la Sección 4.1.5 no serán menores que el caso de carga mínima de la sección 3.3 asumiendo las presiones,  $p_s$ , para las Zonas A, B, C y D todas iguales a  $+ 479$  N/m<sup>2</sup> (10 lb/pie<sup>2</sup>), mientras se asumen las Zonas E, F, G y H todas iguales a  $0$  N/m<sup>2</sup> (lb/pie<sup>2</sup>).

#### 4.1.6 Componentes y Revestimiento

La presión neta del viento de diseño,  $p_{net}$ , para los componentes y revestimiento de edificaciones diseñadas utilizando el Método 1 representa las presiones netas (suma de las internas y las externas) a ser aplicadas normal a cada superficie de la edificación como se muestra en la Figura 6-3.

$p_{net}$  será determinada mediante la siguiente ecuación:

$$p_{net} = \lambda I p_{net30} \quad (4.2)$$

donde  $\lambda$  = factor de ajuste para altura y exposición de la edificación de la Figura 6-3.

$I$  = factor de importancia como se definió en la Sección 1.4.

$p_{net30}$  = presión neta del viento de diseño para exposición B, a  $h = 9$  m (30 pies), y para  $I = 1.0$  a partir de la Figura 6-3.

### **Presiones Mínimas para Componentes y Revestimiento:**

Las presiones positivas del viento de diseño,  $p_{net}$ , de la Sección 4.1.6 no serán menores que  $+ 479 \text{ N/m}^2$  ( $10 \text{ lb/pie}^2$ ). y las presiones negativas de viento del diseño,  $p_{net}$ , de 4.1.6 no serán menores que  $- 479 \text{ N/m}^2$  ( $10 \text{ lb/pie}^2$ ).

#### **4.1.7 Revestimiento Permeable al Aire**

Las cargas de viento de diseño determinadas a partir de la Figura 6-3 serán utilizadas para todo revestimiento permeable al aire a menos que datos de prueba o literatura reconocida aprobados demuestren cargas más bajas para el tipo de revestimiento permeable al aire que se considera.

### **4.2 Método 2 – Procedimiento Analítico**

#### **4.2.1 Alcance**

Una edificación u otra estructura cuyas cargas de viento de diseño son determinadas de conformidad con esta Sección deberán cumplir todas las siguientes condiciones:

1. Que la construcción u otra estructura sea una edificación o estructura de forma regular según se define en la Sección 1.4 y
2. Que la construcción u otra estructura no tengan características de respuesta que hagan que éstas estén sujetas a carga de viento transversal, efusión de vórtices, inestabilidad debido a galopamiento o aleteo; o que no tenga una ubicación de sitio para la cual los efectos de canalización o azotamiento en la estela de obstrucciones de barlovento merezcan consideración especial.

#### **4.2.2 Limitaciones**

Las previsiones de la Sección 4.2 toman en consideración el efecto de amplificación de carga causado por ráfagas en resonancia con las vibraciones en la dirección del viento de edificaciones flexibles u otras estructuras. Las edificaciones u otras estructuras que no cumplen los requisitos de la sección 4.2.1, o que tienen características de respuesta o formas inusuales, serán diseñadas utilizando literatura reconocida que documente dichos efectos de carga de viento o utilizará el procedimiento de túnel de viento especificado en la Sección 4.3.

### **4.2.3 Protectores**

No habrá reducciones en la presión de la velocidad del viento debido a protección aparente proporcionada por edificaciones y otras estructuras o características del terreno.

### **4.2.4 Revestimiento Permeable al Aire**

Las cargas de viento de diseño determinadas a partir de la Sección 4.2 serán utilizadas para el revestimiento permeable al aire a menos que datos de ensayos aprobados o literatura reconocida den prueba de cargas más bajas para el tipo de revestimiento permeable al aire que se considera.

### **4.2.5 Procedimiento de Diseño**

1. La velocidad básica del viento  $V$  y el factor de direccionalidad del viento  $K_d$  serán determinadas de conformidad con la Sección 4.2.6.
2. Un factor de importancia  $I$  será determinado de conformidad con la Sección 4.2.11.
3. Una categoría de exposición o las categorías de exposición y el coeficiente de presión de la velocidad del viento  $K_z$  o  $K_h$ , según sea aplicable, serán determinados para cada dirección del viento de conformidad con la Sección 4.2.12.
4. Un factor topográfico  $K_{zt}$  será determinado de conformidad con la sección 4.2.19.
5. Un factor de efecto de ráfaga  $G$  o  $G_f$ , según sea aplicable, será determinado de conformidad con la Sección 4.2.20.
6. Una clasificación de encerramiento será determinada de conformidad con la Sección 4.2.21.
7. El Coeficiente de presión interna  $GC_{pi}$  será determinado de conformidad con la Sección 4.2.23.1.
8. Los coeficientes de presión externa  $C_p$  o  $GC_{pf}$ , o el coeficiente de fuerza  $C_f$ , según sea aplicable, serán determinados de conformidad con las Secciones 4.2.23.2 o 4.2.23.3, respectivamente.
9. La presión de la velocidad del viento  $q_z$  o  $q_h$ , según sea aplicable, será determinada de conformidad con la Sección 4.2.22.
10. La carga de viento de Diseño  $p$  o  $F$  será determinada de conformidad con las Secciones 4.2.24 y 4.2.25, según sea aplicable.

#### **4.2.6 Velocidad Básica del Viento**

La velocidad básica del viento,  $V$ , utilizada en la determinación de las cargas de viento de diseño sobre edificaciones y otras estructuras será la proporcionada en el mapa de zonificación de viento básico nacional de cada país excepto por lo previsto en las Secciones 4.2.7 y 4.2.8. Se asumirá que el viento procede de cualquier dirección horizontal.

#### **4.2.7 Regiones Especiales de Viento**

La velocidad básica del viento será incrementada donde los registros o la experiencia indiquen que las velocidades del viento son más altas que las reflejadas en el mapa de zonificación de viento básico nacional de cada país. Terreno montañoso, desfiladeros, y regiones especiales mostradas en el mapa de zonificación de viento básico nacional de cada país serán estudiados por condiciones de viento inusuales. La autoridad que tiene jurisdicción ajustará, si fuese necesario, los valores dados en el mapa de zonificación de viento básico nacional para representar velocidades de viento local más altas. Dicho ajuste será basado en información meteorológica y un estimado de la velocidad básica del viento obtenido de conformidad con las previsiones de la Sección 4.2.8.

#### **4.2.8 Estimación de las Velocidades del Viento Básicas a partir de Datos Climáticos Regionales**

Los datos climáticos regionales serán utilizados en lugar de las velocidades de viento básico dadas en el mapa de zonificación de viento básico nacional solamente cuando: (1) procedimientos aprobados de análisis estadístico de valores extremos han sido empleados para reducir los datos; y (2) la duración del registro, error de muestreo, tiempo de promediación, altura del anemómetro, calidad de datos, y exposición del terreno del anemómetro han sido tomados en cuenta.

En regiones propensas a huracán, las velocidades de viento derivadas de técnicas de simulación serán utilizadas, en lugar de las velocidades de viento básico dadas en el mapa de contorno de viento nacional, solamente cuando (1) se utilizan procedimientos aprobados de simulación o análisis estadístico de valores extremos (el uso de datos de velocidad de viento regional obtenidos de anemómetros no está permitido para definir el riesgo de velocidad de viento de huracán en todas las áreas del Gran Caribe) y (2) las velocidades del viento de diseño resultantes del estudio no deberán ser menores que la resultante de la velocidad del viento con período de recurrencia de 500 años dividido entre la  $\sqrt{1.5}$ .

#### **4.2.9 Limitación**

Los tornados no han sido considerados en el desarrollo de las distribuciones de la velocidad básica del viento.

#### **4.2.10 Factor de Direccionalidad del Viento**

El factor de direccionalidad del viento,  $K_d$ , será determinado a partir de la Tabla 6-4. Este factor será aplicado únicamente cuando se utilice en conjunto con las combinaciones de carga especificadas en las secciones 3.5.1 y 3.5.2.

#### **4.2.11 Factor de Importancia**

Un factor de importancia,  $I$ , para la edificación u otra estructura será determinado a partir de la Tabla 6-1 basado en las categorías de la edificación y estructura catalogadas en la Tabla 7-1.

#### **4.2.12 Exposición**

Para cada dirección de viento considerada, una categoría de exposición que refleje adecuadamente las características de la rugosidad del terreno e irregularidades de la superficie será determinada para el sitio en el que la edificación o estructura deberá ser construida, se deberá tomar cuenta de las variaciones en la rugosidad de la superficie del terreno que se originan de la topografía y vegetación naturales así como rasgos construidos.

#### **4.2.13 Direcciones y Sectores del Viento**

Para cada dirección de viento seleccionada en la que las cargas de viento deberán ser evaluadas, la exposición de la edificación de la construcción o estructura será determinada por los dos sectores de barlovento que se extienden 45 grados hacia cualquier lado de la dirección de viento seleccionada. Las exposiciones en estos dos sectores serán determinadas de conformidad con las Secciones 4.2.14 y 4.2.15 y la exposición resultante en las cargas de viento más altas será utilizada para representar los vientos de esa dirección.

#### **4.2.14 Categorías de Rugosidad de la Superficie**

Una rugosidad de la superficie del terreno dentro de cada sector de 45 grados será determinada para una distancia por barlovento del sitio como se define en la Sección 4.2.15 de las categorías definidas más adelante, para el propósito de asignar una categoría de exposición como son definidas en la Sección 4.2.15.

Rugosidad de Superficie B:      Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas u otro terreno con obstrucciones numerosas cercanamente

- espaciadas que tienen el tamaño de viviendas familiares sencillas o más grandes.
- Rugosidad de Superficie C: Terreno abierto con obstrucciones dispersas que tienen alturas generalmente menores que 9.1 m (30 pies). Esta categoría incluye campo abierto plano, pastizales, y todas las superficies acuáticas en regiones propensas a huracán.
- Rugosidad de Superficie D: Áreas planas no obstruidas y superficies acuáticas fuera de regiones propensas a huracán. Esta categoría incluye marismas suaves, salinas, superficies heladas continuas.

#### **4.2.15 Categorías de Exposición**

Exposición B: La exposición B se aplicará donde la condición de rugosidad de la superficie del terreno, según fue definido por la Rugosidad de Superficie B, prevalece en la dirección de barlovento por una distancia de al menos 800 m (2624 pies) o 10 veces la altura de la edificación, lo que sea mayor.

Excepción: Para edificaciones cuya altura de techo media es menor que o igual a 9.1 m (30 pies), la distancia de barlovento puede ser reducida a 457 m (1500 pies).

Exposición C: La exposición C se aplicará para todos los casos donde las exposiciones B o D no se aplican.

Exposición D: La exposición D se aplicará donde la rugosidad de la superficie del terreno, según lo definido por la Rugosidad de Superficie D, prevalece en la dirección de barlovento por una distancia de al menos 1524 m (5000 pies) o 10 veces la altura de la edificación, lo que sea mayor. La exposición D se extenderá tierra adentro desde la línea costera por una distancia de 200 m (656 pies) o 10 veces la altura de la edificación, lo que sea mayor.

Para un sitio ubicado en la zona de transición entre categorías de exposición, será utilizada la categoría resultante en las fuerzas de viento máximas.

Excepción: Una exposición intermedia entre las categorías anteriores es permitida en una zona de transición bajo el supuesto de que la misma está determinada mediante un método de análisis proporcional definido en literatura reconocida.

#### **4.2.16 Categoría de Exposición para Sistemas Principales Resistentes a Fuerza de Viento**

##### 4.2.16.1 Edificaciones y otras Estructuras

Para cada dirección de viento considerada, las cargas de viento para el diseño del sistema principal resistente a fuerza de viento determinadas a partir de la Figura 6-6 estarán basadas en las categorías de exposición definidas en la Sección 4.2.15.

##### 4.2.16.2 Edificaciones Bajas

Las cargas de viento para el diseño de los sistemas principales resistentes a fuerza de viento para edificaciones bajas serán determinadas utilizando una presión de la velocidad del viento,  $q_h$ , basada en la exposición resultante de las cargas de viento máximas para cualquier dirección del viento en el sitio cuando se utilizan los coeficientes de presión externa  $GC_{pf}$  dados en la Figura 6-10.

#### **4.2.17 Categoría de Exposición para Componentes y Revestimiento**

##### 4.2.17.1 Edificaciones con Altura de Techo Media $h$ menor que o igual a 18 m

Los componentes y revestimiento para edificaciones con una altura de techo media  $h$  de 18 m (60 pies) o menos serán diseñados utilizando una presión de la velocidad del viento  $q_h$  basada en la exposición resultante de las cargas de viento máximas para cualquier dirección del viento en el sitio.

##### 4.2.17.2 Edificaciones con Altura de Techo Media $h$ mayor que 18 m y Otras Estructuras

Los componentes y revestimiento para edificaciones con una altura de techo media  $h$  que excede de 18 m (60 pies) y para otras estructuras serán diseñados utilizando la exposición resultante de las cargas de viento máximas para cualquier dirección del viento en el sitio.

#### **4.2.18 Coeficiente de Exposición de la Presión de la Velocidad del Viento**

Con base en la categoría de exposición determinada en la Sección 4.2.15, un coeficiente de exposición de la presión de la velocidad del viento  $K_z$  o  $K_h$ , según sea aplicable, será determinado a partir de la Tabla 6-3.

#### 4.2.19 Efectos Topográficos

##### 4.2.19.1 Incremento de la Velocidad del Viento sobre Colinas, Crestas y Taludes

Los efectos del incremento de la velocidad del viento en colinas aisladas, crestas, y taludes que constituyen cambios abruptos en la topografía general, ubicados en cualquier categoría de exposición, deberán ser incluidos en el diseño cuando las edificaciones y otras condiciones de sitio y ubicación de estructuras cumplen todas las condiciones siguientes:

1. La colina, cresta o talud esta aislado y liberado de obstrucción en barlovento por otras características topográficas similares de altura comparable para 100 veces la altura de la característica topográfica ( $100 H$ ) o 3.22 km (2 millas) lo que sea menor. Esta distancia será medida horizontalmente desde el punto en el que la altura  $H$  de la colina, cresta o talud sea determinada.
2. La colina, cresta o talud sobresale por encima de la altura de las características del terreno en barlovento dentro de un radio de 3.22 km (2 millas) en cualquier cuadrante por un factor de dos o más.
3. La estructura está ubicada como se muestra en las Figuras 6-4 en la mitad superior de una colina o cresta o cerca de la cresta de un talud.
4.  $H/L_h \geq 0.2$  y
5.  $H$  es mayor que o igual a 4.5 m (15 pies) para las exposiciones C y D y 18 m (60 pies) para la exposición B.

##### 4.2.19.2 Factor Topográfico

El efecto de incremento de la velocidad del viento será incluido en el cálculo de las cargas de viento de diseño utilizando el factor  $K_{zt}$ :

$$K_{zt} = (1 + K_1 K_2 K_3)^2 \quad (4.3)$$

donde  $K_1$ ,  $K_2$  y  $K_3$  están dados en la Figura 6-4.

#### 4.2.20 Factor de Efecto de Ráfaga

##### 4.2.20.1 Estructuras Rígidas

Para las estructuras rígidas como fueron definidas en la Sección 1.4, el factor de efecto de ráfaga será tomado como 0.85 o calculado mediante la fórmula:



$$G = 0.925 \left( \frac{(1 + 1.7 g_Q I_z Q)}{1 + 1.7 g_v I_z} \right) \quad (4.4)$$

$$I_z = c(33/z)^{1/6} \quad (4.5)$$

Donde  $I_z$  = la intensidad de turbulencia a la altura  $z$  donde  $z = a$  la altura equivalente de la estructura definida como  $0.6 h$  pero no menor que  $z_{\min}$  para todas las alturas de edificación  $h$ .  $z_{\min}$  y  $c$  están catalogadas para cada exposición en la Tabla 6-2;  $g_Q$  y  $g_v$  serán tomados como 3.4. La respuesta de entorno  $Q$  está dada por:

$$Q = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.63 \left( \frac{B+h}{L_z} \right)^{0.63}}} \quad (4.6)$$

donde  $B$  y  $h$  están definidas en la Sección 1.5

$L_z$  = la escala de longitud integral de turbulencia en la altura equivalente dada por:

$$L_z = \lambda(z/33)^\epsilon \quad (4.7)$$

En la que  $\lambda$  y  $\epsilon$  son las constantes catalogadas en la Tabla 6-2.

#### 4.2.20.2 Estructuras Sensibles Dinámicamente o Flexibles

Para estructuras sensibles dinámicamente o flexibles según se define en la Sección 1.4 el factor de efecto de ráfaga será calculado por:

$$G_f = 0.925 \left( \frac{1 + 1.7 I_z \sqrt{g_Q^2 Q^2 + g_R^2 R^2}}{1 + 1.7 g_v I_z} \right) \quad (4.8)$$

$g_Q$  y  $g_v$  serán tomados como 3.4 y  $g_R$  está dado por:

$$g_R = \sqrt{2 \ln(3600 n_1)} + \frac{0.577}{\sqrt{2 \ln(3600 n_1)}} \quad (4.9)$$

$R$ , el factor de respuesta resonante, está dado por

$$R = \sqrt{\frac{1}{\beta} R_n R_h R_B (0.53 + 0.47 R_L)} \quad (4.10)$$

$$R_n = \frac{7.47 N_1}{(1 + 10.3 N_1)^{5/3}} \quad (4.11)$$

$$N_1 = \frac{n_1 L_z}{V_z} \quad (4.12)$$

$$R_\lambda = \frac{1}{\eta} - \frac{1}{2\eta^2} (1 - e^{-2\eta}) \text{ for } \eta > 0 \quad (4.13 \text{ a})$$

$$R_\lambda = 1 \text{ for } \eta = 0 \quad (4.13 \text{ b})$$

donde el subíndice  $\lambda$  en la Ecuación 4.13 será tomado como h, B y L respectivamente.

$n_1$  = frecuencia natural de la edificación

$R_\lambda$  =  $R_h$  estableciendo  $\eta = 4.6 n_1 h/V_z$

$R_\lambda$  =  $R_B$  estableciendo  $\eta = 4.6 n_1/V_z$

$R_\lambda$  =  $R_L$  estableciendo  $\eta = 15.4 n_1 L/V_z$

$\beta$  = razón de amortiguamiento, por ciento del crítico, h, B, L están definida en la Sección 1.5

$V_z$  = velocidad media del viento horaria (pie/seg) a la altura z determinada a partir de la Ecuación 4.14

$$V_z = b \left( \frac{z}{33} \right)^\alpha V \left( \frac{88}{60} \right) \quad (4.14)$$

donde b y  $\alpha$  son las constantes catalogadas en la Tabla 6-2  
V = velocidad básica del viento en mph.

#### 4.2.20.3 Análisis Racional

En lugar del procedimiento definido en las Secciones 4.2.20.1 y 4.2.20.2, la determinación del factor de efecto de ráfaga por medio de cualquier análisis racional definido en la literatura reconocida está permitida.

#### 4.2.20.4 Limitaciones

Donde se combinan, los factores de efecto de ráfaga y los coeficientes de presión ( $GC_p$ ,  $GC_{pi}$  y  $GC_{pf}$ ) están dados en Figuras y Tablas, el factor de efecto de ráfaga no será determinado en forma separada.

### 4.2.21 Clasificaciones de Encerramiento

#### 4.2.21.1 General

Para el propósito de determinar los coeficientes de presión interna, todas las edificaciones serán clasificadas como cerradas, parcialmente cerradas, o abiertas según lo definido en la Sección 1.4.

#### 4.2.21.2 Aberturas

Se hará una estimación de la cantidad de aberturas en la envoltura de la edificación para determinar la clasificación de encerramiento según lo definido en la Sección 1.4.

#### 4.2.21.3 Escombros llevados por el Viento

La vidriería en edificaciones clasificadas como Categoría II, III o IV (Nota 1) ubicadas en regiones de escombros llevados por viento serán protegidas con una cobertura resistente a impacto o ser de vidriería resistente a impactos de conformidad con los requisitos (Nota 2) especificados en Ref. 1 y Ref. 2 listados ahí u otros métodos de prueba y criterios de funcionamiento aprobados.

Notas:

1. En las edificaciones de Categoría II, III, o IV, la vidriería localizada sobre 18.3 m (60 pies) por encima del terreno y sobre 9.1 m (30 pies) por encima de escombros agregados en la superficie de techo localizada dentro de los 457 m (1500 pies) de la edificación, se permitirá que no esté protegida.

Excepciones: En edificaciones Categoría II y III (que no sean para el cuidado de la salud, prisiones y facilidades de detención, generadores de energía y otras facilidades de servicio público), se permitirá vidriería no protegida, bajo el supuesto de que cuando ésta recibe presión externa positiva se asume que es una abertura en la determinación de la clasificación de encerramiento de la edificación.

2. Los niveles de resistencia a impacto serán una función de los Niveles de Proyecto y Zonas de Viento especificados en Ref. 2.

#### 4.2.21.4 Clasificaciones Múltiples

Si por definición una edificación se ajusta a las especificaciones de “abierta” y “parcialmente cerrada”, ésta será clasificada como una edificación “abierta”, una edificación que no cumple con cualquiera de las definiciones de “abierta” o “parcialmente cerrada” será clasificada como una edificación “cerrada”.

### 4.2.22 Presión de la Velocidad del viento

La presión de la velocidad del viento,  $q_z$ , evaluada a la altura  $z$  será calculada mediante la siguiente ecuación:

$$q_z = 0.613 K_z K_{zt} K_d V^2 I \text{ (N/m}^2\text{);} \quad V \text{ en m/s} \quad (4.15)$$

En UK:  $q_z = 0.00256 K_2 K_{zt} K_d V^2 I \text{ (lb/pie}^2\text{)}$

Donde  $K_d$  = factor de direccionalidad del viento definido en la Sección 4.2.10,

$K_z$  = coeficiente de exposición de presión de la velocidad del viento definido en la Sección 4.2.18

$K_{zt}$  = factor topográfico definido en la Sección 4.2.19.2

$q_h$  = presión de la velocidad del viento calculada mediante el uso de la ecuación 4.15 a la altura media del techo  $h$ .

El coeficiente numérico 0.613 (0.00256 en UK) será utilizado excepto donde datos climáticos suficientes estén disponibles para justificar la selección de un valor diferente de éste factor para una aplicación de diseño.

### 4.2.23 Coeficientes de Presión y Fuerza

#### 4.2.23.1 Coeficientes de Presión Interna

Los coeficientes de presión interna,  $GC_{pi}$ , serán determinados a partir de la Figura 6-5 basados en las clasificaciones de encerramiento de la edificación determinada a partir de la Sección 1.4.

##### 4.2.23.1.1 Factor de Reducción para Edificaciones de Gran Volumen, $R_i$

Para una edificación parcialmente cerrada que contiene un volumen grande no particionado, único, el coeficiente de presión interna,  $GC_{pi}$ , será multiplicado por el siguiente factor de reducción,  $R_i$ :

$$R_i = 1.0 \text{ o}$$

$$R_i = 0.5 \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{V_i}{22,800 A_{og}}}} \right) \leq 1.0 \quad (4.16)$$

donde  $A_{og}$  = área total de aberturas en la envoltura de la edificación (muros y techo, en pies<sup>2</sup>)  
 $V_i$  = volumen interno no particionado, en pies<sup>3</sup>

#### 4.2.23.2 Coeficientes de Presión Externa

##### 4.2.23.2.1 Sistemas Principales Resistentes a Fuerza de Viento para Sistemas Principales Resistentes a Fuerzas.

Los coeficientes de presión externa para los sistemas principales resistentes a fuerza de viento  $C_p$  están dados en las Figuras 6-6, 6-7, y 6-8. El factor de efecto de ráfaga y los coeficientes de presión externa combinados  $GC_{pf}$ , están dados en la Figura 6-10 para edificaciones bajas. Los valores del coeficiente de presión y el factor de efecto de ráfaga en la Figura 6-10 no serán separados.

##### 4.2.23.2.2 Componentes y Revestimiento

El factor de efecto de ráfaga y los coeficientes de presión externa combinados  $GC_p$ , para componentes y revestimiento, están dados en las Figuras 6-11 a 6-17. Los valores de coeficiente de presión y el factor efecto de ráfaga no serán separados.

#### 4.2.23.3 Coeficientes de Fuerza

Los coeficientes de fuerza,  $C_f$  están dados en las Figuras 6-18 a 6-22.

#### 4.2.23.4 Aleros de Techo

##### 4.2.23.4.1 Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento

Los aleros de techo serán diseñados para una presión positiva sobre la superficie del fondo de los aleros de techo de barlovento correspondientes a  $C_p = 0.8$  en combinación con las presiones determinadas del uso de las Figuras 6-6 y 6-10.

#### 4.2.23.4.2 Componentes y Revestimiento para Aleros de Techo

Para todas las edificaciones, los aleros de techo serán diseñados para presiones determinadas de los coeficientes de presión dados en las Figuras 6-11B, C y D.

#### 4.2.23.5 Pretiles

##### 4.2.23.5.1 Sistema principal Resistente a Fuerza de Viento para Pretiles

Los coeficientes de presión para el efecto de los pretiles en las cargas de SPRFV están dados en la Sección 4.2.24.2.4.

##### 4.2.23.5.2 Componentes y Revestimientos para Pretiles

Los coeficientes de presión para el diseño de elementos de componente y revestimiento de los pretiles son tomados de los coeficientes de presión de muro y techo como se especifica en la Sección 4.2.24.4.4.

### **4.2.24 Cargas de Viento de Diseño en Edificaciones Cerradas y Parcialmente Cerradas**

#### 4.2.24.1 General

##### 4.2.24.1.1 Convenio de Signos

La presión positiva actúa hacia la superficie y la presión negativa actúa alejándose de la superficie.

##### 4.2.24.1.2 Condición de Carga Crítica

Los valores de las presiones externas e internas serán combinados algebraicamente para determinar la carga más crítica.

##### 4.2.24.1.3 Áreas Tributarias Mayores que $65 \text{ m}^2$ ( $700 \text{ pies}^2$ )

Se permitirá el diseño de elementos componente y revestimiento con áreas tributarias mayores que  $65 \text{ m}^2$  ( $700 \text{ pies}^2$ ), utilizando las previsiones para sistemas principales resistentes a fuerza de viento.

#### 4.2.24.2 Sistemas Principales Resistentes a Fuerza de Viento

##### 4.2.24.2.1 Edificaciones Rígidas de Cualquier Altura

Las presiones del viento de diseño para el sistema principal resistente a fuerza de viento de edificaciones de todas las alturas serán determinadas mediante la siguiente ecuación:

$$p = q GC_p - q_i(GC_{pi}) \quad (\text{N/m}^2) (\text{lb/pie}^2) \quad (4.17)$$

donde  $q$  =  $z_z$  para muros de barlovento evaluados a la altura  $z$  por encima del terreno

$q$  =  $q_h$  para muros de sotavento, muros laterales y techos evaluados a la altura  $h$

$q_i$  =  $q_h$  para muros de barlovento, muros laterales, muros de sotavento, y techos de edificaciones cerradas y para evaluación de la presión interna negativa en edificaciones parcialmente cerradas

$q_i$  =  $q_z$  para evaluación de la presión interna positiva en edificaciones parcialmente cerradas donde la altura  $z$  es definida como el nivel de la abertura más alta en la edificación que podría afectar la presión interna positiva. Para edificaciones ubicadas en regiones de escombros llevados por viento, la vidriería que no es resistente a impacto o protegida con una cubierta resiste a impacto, será tratada como una abertura de conformidad con la Sección 4.2.21.3. Para la evaluación de la presión interna positiva,  $q_i$  puede ser evaluada conservadoramente a la altura  $h$  ( $q_i = q_h$ )

$G$  = factor de efecto de ráfaga de la Sección 4.2.20.

$C_p$  = coeficiente de presión externa de la Figura 6-6 o 6-8

$GC_{pi}$  = coeficiente de presión interna de la Figura 6-5

$q$  y  $q_i$  serán evaluadas utilizando la exposición definida en la Sección 4.2.15. La presión será aplicada simultáneamente sobre los muros de barlovento y sotavento y sobre las superficies de techo según lo definido en las Figuras 6-6 y 6-8.

##### 4.2.24.2.2 Edificaciones Bajas

Alternativamente las presiones del viento de diseño para el sistema principal resistente a fuerza de viento de edificaciones bajas serán determinadas por la siguiente ecuación:

$$q = q_h[(GC_{pf}) - (GC_{pi})] \quad (\text{N/m}^2) (\text{lb/pie}^2) \quad (4.18)$$

- donde  $q_h$  = presión de la velocidad del viento evaluada a la altura media del techo  $h$  utilizando la exposición definida en la Sección 4.2.15.
- $GC_{pf}$  = coeficiente de presión externa de la Figura 6-10 y
- $GC_{pi}$  = coeficiente de presión interna de la Figura 6-5.

#### 4.2.24.2.3 Edificaciones Flexibles

Las presiones del viento de diseño para el sistema principal resistente a fuerza de viento de edificaciones flexibles serán determinadas a partir de la siguiente ecuación:

$$p = qG_f C_p - q_i(GC_{pi}) \quad (N/m^2).(lb/pe^2) \quad (4.19)$$

- donde  $q$ ,  $q_i$ ,  $C_p$  y  $(GC_{pi})$  son como se define en la Sección 4.2.24.2.1 y
- $G_f$  = factor de efecto de ráfaga definido en la Sección 4.2.20.2

#### 4.2.24.2.4 Pretiles

La presión del viento de diseño para el efecto de los pretiles sobre los sistemas principales resistentes a fuerza de viento de edificaciones rígidas, bajas o flexibles con techos planos, de dos aguas o de cuatro aguas será determinada mediante la siguiente ecuación:

$$p_p = q_p GC_{pn} \quad (N/m^2) (lb/pe^2) \quad (4.20)$$

- donde  $p_p$  = presión neta combinada sobre el parapeto debido a la combinación de presiones netas desde las superficies frontal y trasera del parapeto. Los signos más (y menos) significan la presión neta actuando hacia (y afuera de) el lado frontal (exterior) del parapeto.
- $q_p$  = presión de la velocidad del viento evaluada en la parte superior del parapeto
- $GC_{pn}$  = coeficiente de presión neta combinado
- = +1.8 para pretiles de barlovento
- = -1.1 para pretiles de sotavento

#### 4.2.24.3 Casos de Carga de Viento de Diseño

El sistema principal resistente a fuerza de viento de edificaciones de toda altura, cuyas cargas de viento han sido determinadas bajo las previsiones de las Secciones 4.2.24.2.1 y 4.2.24.2.3, serán diseñadas para los casos de carga de viento según lo definido en la Figura 6-9. La excentricidad  $e$  para estructuras rígidas será medida desde el centro geométrico



de la cara de la edificación y será considerada para cada eje principal ( $e_x$ ,  $e_y$ ). La excentricidad  $e$  para estructuras flexibles será determinada a partir de la siguiente ecuación y será considerada para cada eje principal ( $e_x$ ,  $e_y$ ):

$$e = \frac{e_Q + 1.7 I_z \sqrt{(g_Q Q e_Q)^2 + (g_R R e_R)^2}}{1.7 I_z \sqrt{(g_Q Q)^2 + (g_R R)^2}} \quad (4.21)$$

donde  $e_Q$  = excentricidad  $e$  como la determinada para estructuras rígidas en la Figura 6-9

$e_R$  = distancia entre el centro de cortante elástico (centro de torsión o rigidez) y el centro de masa de cada piso

$I_z$ ,  $g_Q$ ,  $Q$ ,  $g_R$ ,  $R$  serán como se definen en la Sección 4.2.20.

El signo de la excentricidad  $e$  será más o menos, el que cause el efecto de carga más severo.

Excepción: las edificaciones de un piso con  $h$  menor que o igual a 9.1 m (30 pies), edificaciones de dos pisos o menos conformadas con construcciones de pórticos ligeros y edificaciones de dos pisos o menos diseñadas con diafragmas flexibles necesitan solamente ser diseñadas para los Casos de Carga 1 y los Casos de Carga 3 de la Figura 6-9.

#### 4.2.24.4 Componentes y Revestimiento

##### 4.2.24.4.1 Edificaciones Bajas y Edificaciones con $h \leq 18.3$ m (60 pies)

Las presiones del viento de diseño sobre elementos de componente y revestimiento de edificaciones bajas y edificaciones con  $h \leq 18.3$  m (60 pies) serán determinadas a partir de la ecuación siguiente:

$$p = q_h [(GC_p) - (GC_{pi})] \quad (\text{N/m}^2) (\text{lb/pie}^2) \quad (4.22)$$

donde  $q_h$  = presión de la velocidad del viento evaluada a la altura media del techo  $h$  usando la exposición definida en la Sección 4.2.15.

$GC_p$  = Coeficientes de presión externa dados en las Figuras 6-11 a 6-16 y

$GC_{pi}$  = coeficiente de presión interna dado en la Figura 6-5

#### 4.2.24.4.2 Edificaciones con $h > 18.3$ m (60 pies)

Las presiones del viento de diseño sobre componentes y revestimiento para todas las edificaciones con  $h > 18.3$  m (60 pies) deberán ser determinadas mediante la siguiente ecuación:

$$p = q(GC_p) - q_i(GC_{pi}) \quad (\text{N/m}^2) \text{ (lb/pie}^2\text{)} \quad (4.23)$$

donde  $q$  =  $q_z$  para muros de barlovento calculada a la altura  $z$  por encima del terreno

$q$  =  $q_h$  para muros de sotavento, muros laterales y techos evaluados a la altura  $h$

$q_i$  =  $q_h$  para muros de barlovento, muros laterales, muros de sotavento, y techos de edificaciones cerradas y para evaluación de la presión interna negativa en edificaciones parcialmente cerradas y

$q_i$  =  $q_z$  para evaluación de la presión interna positiva en edificaciones parcialmente cerradas donde la altura  $z$  está definida como el nivel de la abertura más alta en la edificación que podría afectar la presión interna positiva. Para edificaciones ubicadas en regiones de escombros llevados por viento, la vidriería que no es resistente a impacto o protegida con una cubierta resistente a impacto, deberá ser tratada como una abertura de conformidad con la Sección 4.2.21.3. Para evaluación de la presión interna positiva,  $q_i$  puede ser conservadoramente evaluada a una altura  $h$  ( $q_i = q_h$ )

$GC_p$  = coeficiente de presión externa de la Figura 6-17 y

$GC_{pi}$  = coeficiente de presión interna dado en la Figura 6-5

$q$  y  $q_i$  serán evaluadas utilizando la exposición definida en la Sección 4.2.15.

#### 4.2.24.4.3 Presiones de Viento de Diseño Alternativas para Componentes y Revestimiento en Edificaciones con $18.3$ m (60 pies) $< h < 27.4$ m (90 pies)

Como alternativa a los requisitos de la Sección 4.2.24.4.2, el diseño de las componentes y revestimiento para las edificaciones con una altura media de techo mayor que 18.3 m (60 pies) y menor que 27.4 m (90 pies), los valores de las Figuras 6-11 a 6-17 serán utilizados únicamente si la proporción de altura a anchura es uno o menos de uno (excepto como está permitido por la Nota 6 de la Figura 6-17) y se usa la Ecuación 4.22.

#### 4.2.24.4.4 Pretilos

La presión del viento de diseño sobre los elementos componentes y revestimiento de los pretilos será diseñada por medio de la siguiente ecuación:

$$p = q_p(GC_p - GC_{pi}) \quad (4.24)$$

donde  $q_p$  = presión de la velocidad del viento evaluada en la parte superior del parapeto

$GC_p$  = coeficiente de presión externa a partir de las Figuras 6-11 a 6-17 y

$GC_{pi}$  = coeficiente de presión interna de la Figura 6-5, basado en la porosidad de la envoltura del parapeto

Dos casos de carga serán considerados. El Caso de Carga A consistirá en aplicar la presión de muro positiva aplicable de la Figura 6-11A o 6-17 a la superficie frontal del parapeto en tanto que se aplica la presión negativa aplicable de la zona de bordes o esquinas del techo a partir de las Figuras 6-11B a 6-17 a la superficie trasera. El Caso de Carga B consistirá en aplicar la presión de muro positiva aplicable de la Figura 6-11A o 6-17 a la parte posterior de la superficie del parapeto, y aplicar la presión de muro negativa aplicable de las Figuras 6-11A o 6-17 a la superficie frontal. Las zonas de bordes y esquinas serán ordenadas como se muestra en las Figuras 6-11 a 6-17.  $GC_p$  será determinado para el ángulo de techo apropiado y el área de viento efectiva de las figuras 6-11 a 6-17. Si hay presión interna, ambos casos locales deberían ser evaluados bajo la presión interna positiva y negativa.

#### 4.2.25 Cargas de Viento de Diseño sobre Edificaciones Abiertas y Otras Estructuras

La fuerza del viento de diseño para edificaciones abiertas y otras estructuras será determinada por la siguiente fórmula:

$$F = q_z GC_f A_f \quad (N) (lb) \quad (4.25)$$

donde  $q_z$  = presión de la velocidad del viento evaluada a la altura  $z$  del centroide del área  $A_f$  utilizando la exposición definida en la Sección 4.2.15

$G$  = factor de efecto de ráfaga de la Sección 4.2.20

$C_f$  = coeficientes de fuerza neta de las Figuras 6-18 a 6-22; y

$A_f$  = área proyectada normal al viento excepto donde  $C_f$  está especificada para el área de superficie real,  $m^2$  (pies<sup>2</sup>)

### **4.3 Método 3 – Procedimiento de Túnel de Viento**

#### **4.3.1 Alcance**

Las pruebas de túnel de viento serán utilizadas donde sea requerido por la Sección 4.2.2.

Las pruebas de túnel de viento serán permitidas en lugar de los Métodos 1 y 2 para cualquier edificación o estructura.

#### **4.3.2 Condiciones de la Prueba**

Las pruebas de túnel de viento, o pruebas similares que emplean fluidos distintos al aire, usados para la determinación de las cargas de viento de diseño para cualquier edificación u otra estructura, serán ejecutados de conformidad con esta sección. Las pruebas para la determinación de las fuerzas medias y fluctuantes y de las presiones deberán llenar todas las condiciones siguientes:

1. La capa límite atmosférica natural ha sido modelada para representar la variación de la velocidad del viento con altura.
2. Las escalas de macro-longitud (integral) y micro-longitud fundamentales de la componente longitudinal de la turbulencia atmosférica son modeladas aproximadamente a la misma escala que la utilizada para modelar la edificación o la estructura.
3. La edificación u otra estructura modeladas y las estructuras que las rodean y la topografía son geoméricamente similares a sus contrapartes a escala real, excepto que, para edificaciones bajas que cumplen los requisitos de la Sección 4.2.1, se permitirán pruebas para la edificación modelada en un sitio de exposición sencillo como el definido en la Sección 4.2.13.
4. El área proyectada de la edificación u otra estructura modeladas y sus alrededores es menor que el 8% del área de la sección transversal de prueba a menos que se haga una corrección por efecto de bloqueo.
5. La pendiente o gradiente de presión longitudinal en la sección de prueba de túnel de viento está representada.
6. Los efectos del número Reynolds sobre las presiones y fuerzas son minimizados, y
7. Las características de respuesta de la instrumentación del túnel de viento son consistentes con las mediciones requeridas.

### **4.3.3 Respuesta Dinámica**

Las pruebas para el propósito de determinar la respuesta dinámica de una edificación u otra estructura serán de conformidad con la Sección 4.3.2. El modelo estructural y análisis asociado representarán la distribución de masa, rigidez y amortiguamiento.

### **4.3.4 Limitaciones**

#### 4.3.4.1 Limitaciones sobre Velocidades de Viento

No se permitirá variación de las velocidades básicas del viento con dirección a menos que el análisis para velocidades de viento sea conforme a los requisitos de la Sección 4.2.8.

## V. EFECTOS INDUCIDOS

### 5.1 Impacto de Objetos Llevados por el Viento

Este código modelo tiene cuatro definiciones aplicables a encerramiento: “regiones de escombros llevado por viento”, “vidriería”, “vidriería resistente a impactos” y “cubierta resistente a impactos”. Se definen las “regiones de escombros llevado por viento” para alertar al proyectista de áreas que requieren consideración de diseño por impacto de proyectiles y aberturas potenciales en la envoltura de la edificación. Se define la “vidriería” como “un vidrio o lámina de plástico transparente o translúcido utilizado en ventanas, puertas, tragaluces o muros de cortina”. Se define la “vidriería resistente a impactos” específicamente como “vidriería para la cual se ha demostrado, mediante pruebas de conformidad con ASTM E 1886 [1] y ASTM E 1996 [2] (Ver Tablas 5.1 y 5.2) u otros métodos de prueba aprobados, que soporta el impacto de proyectiles llevados por el viento que son propensos a ser generados en regiones de escombros llevado por el viento durante vientos de diseño”. La “cubierta resistente a impactos” sobre vidriería pueden ser contraventanas o pantallas diseñadas para impacto de escombros llevado por viento. La resistencia a impactos puede ser probada ahora utilizando el método especificado en ASTM E 1886 con proyectiles, velocidades de impacto y criterios de aprobado/reprobado especificados en ASTM E 1996 [2]. Otros métodos de prueba aprobados son aceptables.

### 5.2 Escombros Llevado por Viento

La vidriería en edificaciones Categoría II, III y IV en regiones de escombros llevado por viento será protegida con una cubierta resistente a impacto o será resistente a impactos. Para edificaciones Categoría II y III (otras que no sean para cuidado médico, prisiones y facilidades de detención, y facilidades generadoras de energía y otras de utilidad pública), una excepción permite vidriería no protegida, bajo el supuesto que se asuma que la vidriería constituye aberturas en la determinación de la clasificación de exposición de la edificación.

**Tabla 5.1 – Niveles de Resistencia a Impactos Especificados en ASTM E 1996-1999\***

Clasificación de la Edificación	Categoría II y III (Nota 1)		Categoría III y IV (Nota 2)	
	≤ 9.1m (30 pies)	> 9.1m (30 pies)	≤ 9.1m (30 pies)	> 9.1m (30 pies)
Zona de Viento 1	Proyectil B	Proyectil A	Proyectil C	Proyectil C
Zona de Viento 2	Proyectil B	Proyectil A	Proyectil C	Proyectil C
Zona de Viento 3	Proyectil C	Proyectil A	Proyectil D	Proyectil C
*Reproducida con autorización de la ASTM				

- Zona de Viento 1 Región de escombros llevado por viento donde la velocidad básica del viento es mayor que o igual a 177 km/h (110 mph) pero menor que 193 km/h (120 mph).
- Zona de Viento 2 Región de escombros llevado por viento donde la velocidad básica del viento es mayor que o igual a 193 km/h (120 mph) pero menor que 209 km/h (130 mph) a una distancia mayor que 1.61 km (1 milla) de la línea costera (Nota 3).
- Zona de Viento 3 Región de escombros llevado por viento donde la velocidad básica del viento es mayor que o igual a 209 km/h (130 mph), o donde la velocidad básica del viento es mayor que o igual a 193 km/h (120 mph) y a menos de 1.61 km (1 milla) de la línea costera (Nota 3).
- Nota 1 Otra que no sea facilidades de cuidado médico, prisiones y facilidades de detención, y facilidades generadoras de energía y otras de utilidad pública de Categoría III.
- Nota 2 facilidades de cuidado médico, prisiones y facilidades de detención, y facilidades generadoras de energía y otras de utilidad pública de Categoría III únicamente.
- Nota 3 La línea costera se medirá a partir de la línea de nivel medio de las aguas.
- Nota 4 Para montajes de persianas porosas que contienen aberturas mayores a 5mm (3/16") proyectadas horizontalmente, también se usará el proyectil A donde se especifican proyectiles B, C o D.

**Tabla 5.2 – Niveles de Proyectil Especificados en ASTM E 1996-1999\***

Nivel de Proyectil	Proyectil	Velocidad de Impacto
Proyectil A	bola de acero de 2 g ± 5%	39.6 m/s (130 pies/seg)
Proyectil B	madero de 2050 g ± 100 g (4.5 lb ± 0.25 lb) 2 x 4 con longitud de 4' - 0" ± 4" (1.2 m ± 100 mm)	12.2 m/s (40 pies/seg)
Proyectil C	madero de 4100 g ± 100 g (9.0 lb ± 0.25 lb) 2 x 4 con longitud de 8' - 0" ± 4" (2.4 m ± 100 mm)	15.3 m/s (50 pies/seg)
Proyectil D	madero de 4100 g ± 100 g (9.0 lb ± 0.25 lb) 2 x 4 con longitud de 8' - 0" ± 4" (2.4 m ± 100 mm)	24.4 m/s (80 pies/seg)
* Reproducida con autorización de ASTM		

### 5.3 Lluvia Impulsada por Viento

#### 5.3.1 Cargas de Lluvia Impulsada por Viento, de Diseño

Cada porción de un techo será diseñada para soportar la carga de toda el agua que se acumulará a causa de lluvia sobre ella si el sistema de drenaje primario para esa porción está bloqueado más la carga uniforme causada por agua que asciende por encima de la entrada del sistema de drenaje secundario en su flujo de diseño.

$$R = 0.0098 (d_s + d_h) \quad (5.1)$$

En UK:  $R = 5.2 (d_s + d_h)$

donde  $R$  = carga de lluvia sobre el techo no deformado, en kilonewtons/m<sup>2</sup> (libras por pie cuadrado).

Cuando se utiliza la frase “techo no deformado”, no se considerarán deformaciones a causa de cargas (incluyendo cargas permanentes) cuando se determina la cantidad de lluvia sobre el techo.

$d_s$  = profundidad del agua sobre el techo no deformado hasta la entrada del sistema de drenaje secundario cuando el sistema de drenaje primario está bloqueado (es decir la cabeza estática), en mm (pulgadas).

$d_h$  = profundidad adicional del agua sobre el techo no deformado por encima de la entrada del sistema de drenaje secundario en su flujo de diseño (es decir la cabeza hidráulica, en mm (pulgadas)).

Si los sistemas de drenaje secundarios contienen líneas de drenaje, dichas líneas y su punto de descarga serán separados de las líneas de drenaje primario.

#### 5.3.2 Inestabilidad por Estancamiento

“Estancamiento” se refiere a la retención de agua debida únicamente a la deformación de techos relativamente planos. Los techos con una pendiente menor que 1.19 grados (1/4plg./pie) serán investigados mediante un análisis estructural para asegurar que poseen la rigidez adecuada para excluir la deformación progresiva (es decir inestabilidad) conforme la lluvia cae sobre ellos. La carga de lluvia será utilizada en este análisis. El sistema de drenaje primario dentro de un área sujeta a estancamiento será considerado como obstruido en este análisis.



### **5.3.3 Drenaje Controlado**

Los techos equipados con mecanismos para controlar el ritmo del drenaje serán equipados con un sistema de drenaje secundario a una elevación mayor, que limite la acumulación de agua en el techo por encima de esa elevación. Dichos techos serán diseñados para sostener la carga de toda el agua de lluvia que se acumulará en ellos hasta la elevación del sistema de drenaje secundario, más la carga uniforme causada por el agua que se eleva por encima de la entrada del sistema de drenaje secundario en su flujo de diseño (determinado a partir de la Sección 5.2.1).

Dichos techos también deberán ser chequeados por inestabilidad a causa de estancamiento (determinada a partir de la Sección 5.2.2).

## VI. VERIFICACIONES DE SEGURIDAD

### 6.1 Estructura

Todas las estructuras y sus componentes deben ser diseñados para resistir a las fuerzas internas generadas sobre sus elementos y componentes por las presiones o succiones producidas por viento.

Para el diseño de las estructuras bajo efectos de viento, los siguientes efectos deberían ser considerados según los Tipos Estructurales (ver 3.3):

- Presión estática o succión normal a la superficie del muro.
- Fuerzas dinámicas paralelas y perpendiculares al flujo principal debido a turbulencia.
- Vibraciones debido a efectos alternantes de vórtice.
- Inestabilidad aeroelástica.

Para Estructuras Tipo I (ver 3.3) sólo deberían ser consideradas las presiones estáticas normales a la superficie del muro.

Se debe considerar la estabilidad de la estructura durante la construcción. Para este propósito la Velocidad Básica del Viento corresponderá a un Período de Recurrencia de 10 años (ver 2.1).

Los Límites de la deriva están definidos en la siguiente Tabla 6.1-A.

Tabla 6.1-A – Límites de la Deriva

<b>Condiciones Estructurales</b>	<b>Límite de la Deriva (<math>\Delta/\Delta h</math>)</b>
Estructuras sin elementos de relleno frágiles propensos a ser dañados debido a desplazamientos laterales	0.005
Estructuras con elementos frágiles propensos a ser dañados debido a desplazamientos laterales	0.002

Nota: Estos límites de la deriva son obtenidos de desplazamientos relativos ( $\Delta$ ).

### **Desplazamiento lateral máximo en la parte superior de cualquier estructura.**

El desplazamiento lateral máximo en la parte superior de una estructura de acero será 1/500 de la altura de la estructura y para una estructura de hormigón armado será de 1/360 de la altura de la estructura.

## **6.2 Revestimientos y Elementos No Estructurales**

Para ambos Procedimientos, el Simplificado y el Analítico (ver 4.1 y 4.2) la presión del viento  $p$  para los elementos no estructurales y revestimientos son calculadas con las siguientes ecuaciones:

Edificaciones con  $h \leq 18$  m

$$p = q_h[(GC_p) - (GC_{pi})]$$

Edificaciones con  $h > 18$  m

$$p = q(GC_p) - q_i(GC_{pi})$$

donde  $q_h$  = presión de la velocidad del viento evaluada a la altura media del techo,  $h$

$q$  =  $q_z$  para muros de barlovento calculada a una altura  $z$  por encima del terreno

$q$  =  $q_h$  para muros de sotavento, muros laterales y techos, evaluada a la altura  $h$

$q_i$  =  $q_h$  para muros de barlovento, muros laterales, muros de sotavento y techos

$G$  = Factor de ráfaga (Ver 3.4)

$C_p$  = Coeficiente de presión externa

$GC_{pi}$  = Coeficiente de presión interna (ver 3.3)

El factor de efecto de ráfaga  $G$  y los coeficientes de presión externa  $C_p$  (ver 3.3) combinados para componentes y revestimiento ( $GC_p$ ) son dados en Figuras específicas [Figuras 6-3 a 6-5 para  $h \leq 18$  m o Figuras 6-6 para  $h > 18$  m; lo mismo que como en las Figuras 6-5 a 6-7 y 6-8 de ASCE-7-02, respectivamente]. Los valores del coeficiente de presión y del factor de efecto de ráfaga no serán separados.

## **VII. EDIFICACIONES SIMPLES**

### **7.1 Alcance**

Esta sección se aplica a edificaciones en la clasificación de edificación Categoría II catalogadas en la Tabla 7-1 diseñadas aplicando reglas simplificadas debido a sus dimensiones, simplicidad y características de regularidad. El factor de importancia I será como se da en la Tabla 7-2.

#### **7.1.1 Definición de Edificación ‘Simple’**

Una edificación puede ser definida “simple” si cumple con todos los criterios de regularidad definidos en 1.4 y adicionalmente cumple con todos los criterios siguientes:

1. La construcción es una edificación de diafragma simple como se definió en la Sección 1.4.
2. La construcción es una edificación baja como se definió en la Sección 1.4.
3. La edificación es cerrada como se definió en la Sección 1.4 y se ajusta a las previsiones de escombros llevado por viento de la Sección 4.2.21.3.
4. La construcción es una edificación o estructura de forma regular como se definió en la Sección 1.4.
5. La construcción no está clasificada como una edificación flexible como se definió en la Sección 1.4.
6. La edificación no tiene características de respuesta que hacen que ésta esté sujeta a carga de viento transversal, efusión de vórtices, inestabilidad debido a galopamiento o aleteo; y no tiene un sitio de ubicación para el cual los efectos de canalización o azotamiento en la estela de obstrucciones de barlovento merezcan consideración especial.
7. La estructura de la edificación no tiene juntas o separaciones de expansión.
8. La edificación no está sujeta a los efectos topográficos de 4.2.19 (es decir  $K_{zt} = 1.0$ ).
9. La edificación tiene una sección transversal aproximadamente simétrica en cada dirección ya sea con un techo plano, o un techo de dos o cuatro aguas con  $\theta \leq 45$  grados.

### **7.1.2 Componentes y Revestimiento**

Para el diseño de componentes y revestimiento, la edificación debe cumplir con todas las condiciones siguientes:

1. La altura media de techo  $h \leq 18$ . m (60 pies).
2. La edificación es cerrada como se definió en la sección 1.4 y se ajusta a las previsiones de escombros llevado por viento de la Sección 4.2.21.3.
3. La construcción es una edificación o estructura de forma regular como se definió en la Sección 1.4.
4. La edificación no tiene características de respuesta que hacen que ésta esté sujeta a carga de viento transversal, efusión de vórtices, inestabilidad debido a galopamiento o aleteo; y no tiene un sitio de ubicación para el cual los efectos de canalización o azotamiento en la estela de obstrucciones de barlovento merezcan consideración especial
5. La edificación no está sujeta a los efectos topográficos de la Sección 4.2.19 (es decir  $K_{zt} = 1.0$ ).
6. La edificación tiene ya sea un techo plano, o un techo de dos aguas con  $\theta \leq 45$  grados, o un techo de cuatro aguas con  $\theta \leq 27$  grados.

### **7.2 Diseño y Verificaciones de Seguridad**

Las edificaciones simples pueden ser diseñadas sin ejecutar ningún análisis específico y verificación de seguridad, bajo el supuesto de que todos los requisitos previos sean llenados, en adición a los especificados para cada material de construcción y sistema estructural.

Si una edificación en zonas de viento bajo y muy bajo no excede los límites dados en términos de altura de piso y número de pisos, puede ser diseñada mediante el Método 1 dado en la Sección 4.1.

## **REFERENCIAS**

- Ref. 1 Método de Prueba Estándar para Funcionamiento de Ventanas Exteriores, Muros de Cortina, Puertas y Contraventanas de Tormenta Impactados por Proyectil(es) y Expuestos a Diferenciales de Presión Cíclica, ASTM E 1886-97, ASTM Inc., West Conshohocken, PA, 1997.
- Ref. 2 Norma de Especificación para Funcionamiento de Ventadas Exteriores, Muros de Cortina de Vidrio, Puertas y Contraventanas de Tormenta Impactados por Escombros Llevados por Viento en Huracanes, ASTM E 1996-99, ASTM Inc., West Conshohocken, PA, 1999.

Estos son los títulos originales de las anteriores referencias:

- Ref. 1 Standard Test Method for Performance of Exterior Windows, Curtain Walls, Doors and Storm Shutters Impacted by Missile(s) and Exposed to Cyclic Pressure Differentials, ASTM E1886-97, ASTM Inc., West Conshohocken, PA, 1997.
- Ref. 2 Specification Standard for Performance of Exterior Windows, Glazed Curtain Walls, Doors and Storm Shutters Impacted by Windborne Debris in Hurricanes, ASTM E 1996-99, ASTM Inc., West Conshohocken, PA, 1999.

# APÉNDICE I

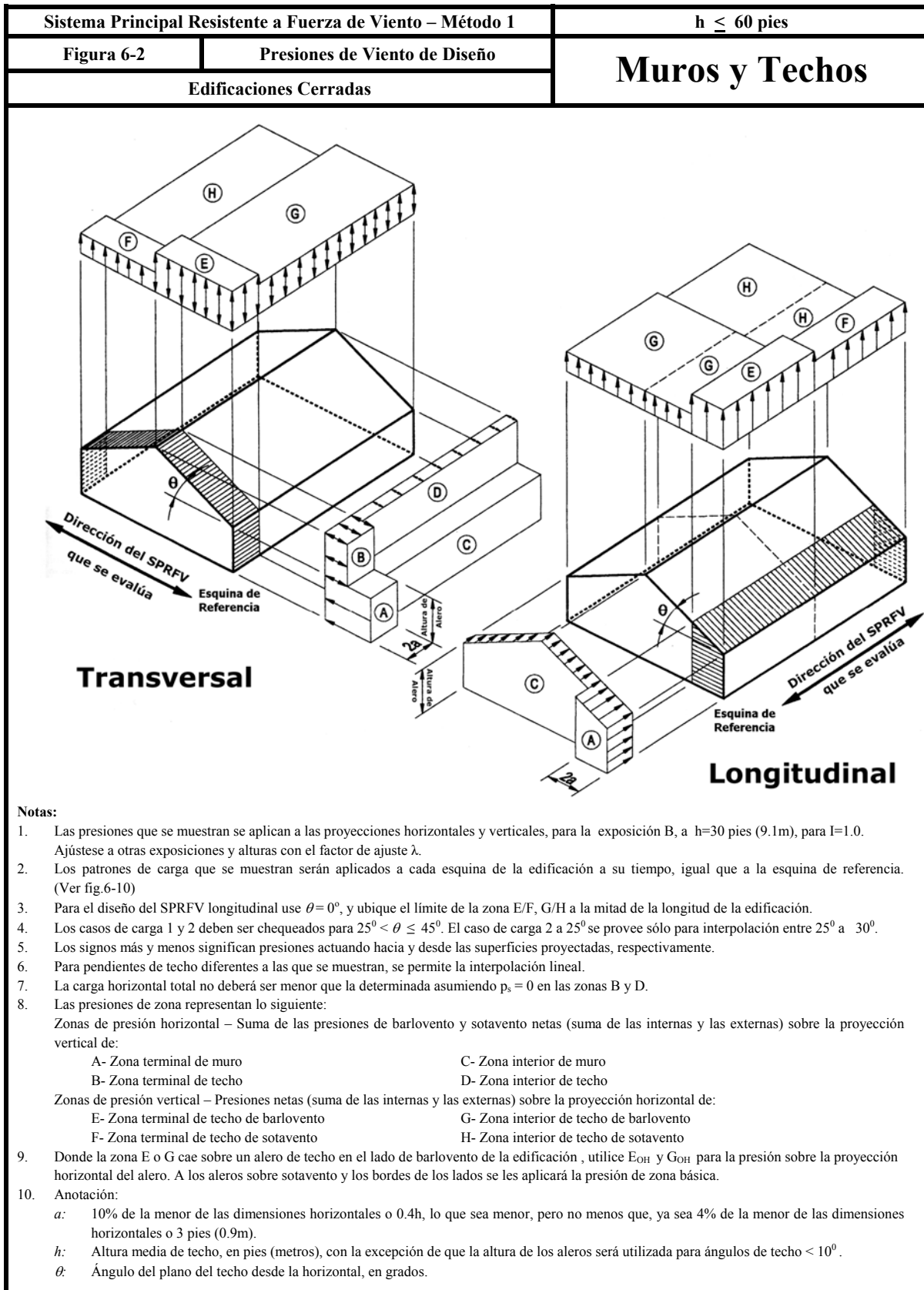
FIGURAS 6-2 A 6-22 Y TABLAS 6-1 A 6-4

REPRODUCIDAS DE

ASCE-7-02

SECCIÓN 6.0 CARGAS DE VIENTO

TABLAS 7-1 A 7-2





<b>Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento – Método 1</b>	<b>h ≤ 60 pies</b>	
<b>Figura 6-2 (Cont.)</b>	<b>Presiones de Viento de Diseño</b>	<b>Muros y Techos</b>
<b>Edificaciones Cerradas</b>		

**Presión de Viento del Diseño Simplificado, P<sub>S30</sub> (por pie<sup>2</sup>) (Exposición B a h = 30 pies con I = 1.0)**

Velocidad Básica del Viento (mph)	Ángulo del Techo (grados)	Caso de Carga	Zonas									
			Presiones Horizontales				Presiones Verticales				Aleros	
			A	B	C	D	E	F	G	H	EOH	GOH
<b>85</b>	0 to 5°	1	11.5	-5.9	7.6	-3.5	-13.8	-7.8	-9.6	-6.1	-19.3	-15.1
	10°	1	12.9	-5.4	8.6	-3.1	-13.8	-8.4	-9.6	-6.5	-19.3	-15.1
	15°	1	14.4	-4.8	9.6	-2.7	-13.8	-9.0	-9.6	-6.9	-19.3	-15.1
	20°	1	15.9	-4.2	10.6	-2.3	-13.8	-9.6	-9.6	-7.3	-19.3	-15.1
	25°	1	14.4	2.3	10.4	2.4	-6.4	-8.7	-4.6	-7.0	-11.9	-10.1
		2	-----	-----	-----	-----	-2.4	-4.7	-0.7	-3.0	-----	-----
	30 to 45	1	12.9	8.8	10.2	7.0	1.0	-7.8	0.3	-6.7	-4.5	-5.2
	2	12.9	8.8	10.2	7.0	5.0	-3.9	4.3	-2.8	-4.5	-5.2	
<b>90</b>	0 to 5°	1	12.8	-6.7	8.5	-4.0	-15.4	-8.8	-10.7	-6.8	-21.6	-16.9
	10°	1	14.5	-6.0	9.6	-3.5	-15.4	-9.4	-10.7	-7.2	-21.6	-16.9
	15°	1	16.1	-5.4	10.7	-3.0	-15.4	-10.1	-10.7	-7.7	-21.6	-16.9
	20°	1	17.8	-4.7	11.9	-2.6	-15.4	-10.7	-10.7	-8.1	-21.6	-16.9
	25°	1	16.1	2.6	11.7	2.7	-7.2	-9.8	-5.2	-7.8	-13.3	-11.4
		2	-----	-----	-----	-----	-2.7	-5.3	-0.7	-3.4	-----	-----
	30 to 45	1	14.4	9.9	11.5	7.9	1.1	-8.8	0.4	-7.5	-5.1	-5.8
	2	14.4	9.9	11.5	7.9	5.6	-4.3	4.8	-3.1	-5.1	-5.8	
<b>100</b>	0 to 5°	1	15.9	-8.2	10.5	-4.9	-19.1	-10.8	-13.3	-8.4	-26.7	-20.9
	10°	1	17.9	-7.4	11.9	-4.3	-19.1	-11.6	-13.3	-8.9	-26.7	-20.9
	15°	1	19.9	-6.6	13.3	-3.8	-19.1	-12.4	-13.3	-9.5	-26.7	-20.9
	20°	1	22.0	-5.8	14.6	-3.2	-19.1	-13.3	-13.3	-10.1	-26.7	-20.9
	25°	1	19.9	3.2	14.4	3.3	-8.8	-12.0	-6.4	-9.7	-16.5	-14.0
		2	-----	-----	-----	-----	-3.4	-6.6	-0.9	-4.2	-----	-----
	30 to 45	1	17.8	12.2	14.2	9.8	1.4	-10.8	0.5	-9.3	-6.3	-7.2
	2	17.8	12.2	14.2	9.8	6.9	-5.3	5.9	-3.8	-6.3	-7.2	
<b>110</b>	0 to 5°	1	19.2	-10.0	12.7	-5.9	-23.1	-13.1	-16.0	-10.1	-32.3	-25.3
	10°	1	21.6	-9.0	14.4	-5.2	-23.1	-14.1	-16.0	-10.8	-32.3	-25.3
	15°	1	24.1	-8.0	16.0	-4.6	-23.1	-15.1	-16.0	-11.5	-32.3	-25.3
	20°	1	26.6	-7.0	17.7	-3.9	-23.1	-16.0	-16.0	-12.2	-32.3	-25.3
	25°	1	24.1	3.9	17.4	4.0	-10.7	-14.6	-7.7	-11.7	-19.9	-17.0
		2	-----	-----	-----	-----	-4.1	-7.9	-1.1	-5.1	-----	-----
	30 to 45	1	21.6	14.8	17.2	11.8	1.7	-13.1	0.6	-11.3	-7.6	-8.7
	2	21.6	14.8	17.2	11.8	8.3	-6.5	7.2	-4.6	-7.6	-8.7	
<b>120</b>	0 to 5°	1	22.8	-11.9	15.1	-7.0	-27.4	-15.6	-19.1	-12.1	-38.4	-30.1
	10°	1	25.8	-10.7	17.1	-6.2	-27.4	-16.8	-19.1	-12.9	-38.4	-30.1
	15°	1	28.7	-9.5	19.1	-5.4	-27.4	-17.9	-19.1	-13.7	-38.4	-30.1
	20°	1	31.6	-8.3	21.1	-4.6	-27.4	-19.1	-19.1	-14.5	-38.4	-30.1
	25°	1	28.6	4.6	20.7	4.7	-12.7	-17.3	-9.2	-13.9	-23.7	-20.2
		2	-----	-----	-----	-----	-4.8	-9.4	-1.3	-6.0	-----	-----
	30 to 45	1	25.7	17.6	20.4	14.0	2.0	-15.6	0.7	-13.4	-9.0	-10.3
	2	25.7	17.6	20.4	14.0	9.9	-7.7	8.6	-5.5	-9.0	-10.3	
<b>130</b>	0 to 5°	1	26.8	-13.9	17.8	-8.2	-32.2	-18.3	-22.4	-14.2	-45.1	-35.3
	10°	1	30.2	-12.5	20.1	-7.3	-32.2	-19.7	-22.4	-15.1	-45.1	-35.3
	15°	1	33.7	-11.2	22.4	-6.4	-32.2	-21.0	-22.4	-16.1	-45.1	-35.3
	20°	1	37.1	-9.8	24.7	-5.4	-32.2	-22.4	-22.4	-17.0	-45.1	-35.3
	25°	1	33.6	5.4	24.3	5.5	-14.9	-20.4	-10.8	-16.4	-27.8	-23.7
		2	-----	-----	-----	-----	-5.7	-11.1	-1.5	-7.1	-----	-----
	30 to 45	1	30.1	20.6	24.0	16.5	2.3	-18.3	0.8	-15.7	-10.6	-12.1
	2	30.1	20.6	24.0	16.5	11.6	-9.0	10.0	-6.4	-10.6	-12.1	

**Conversiones de Unidades – 1.0 pie = 0.3048 m; 1.0 lb/pie<sup>2</sup> = 0.0479 kN/m<sup>2</sup>**

Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento – Método 1		$h \leq 60$ pies
Figura 6-2 (Cont.)	Presiones de Viento de Diseño	<b>Muros y Techos</b>
Edificaciones Cerradas		

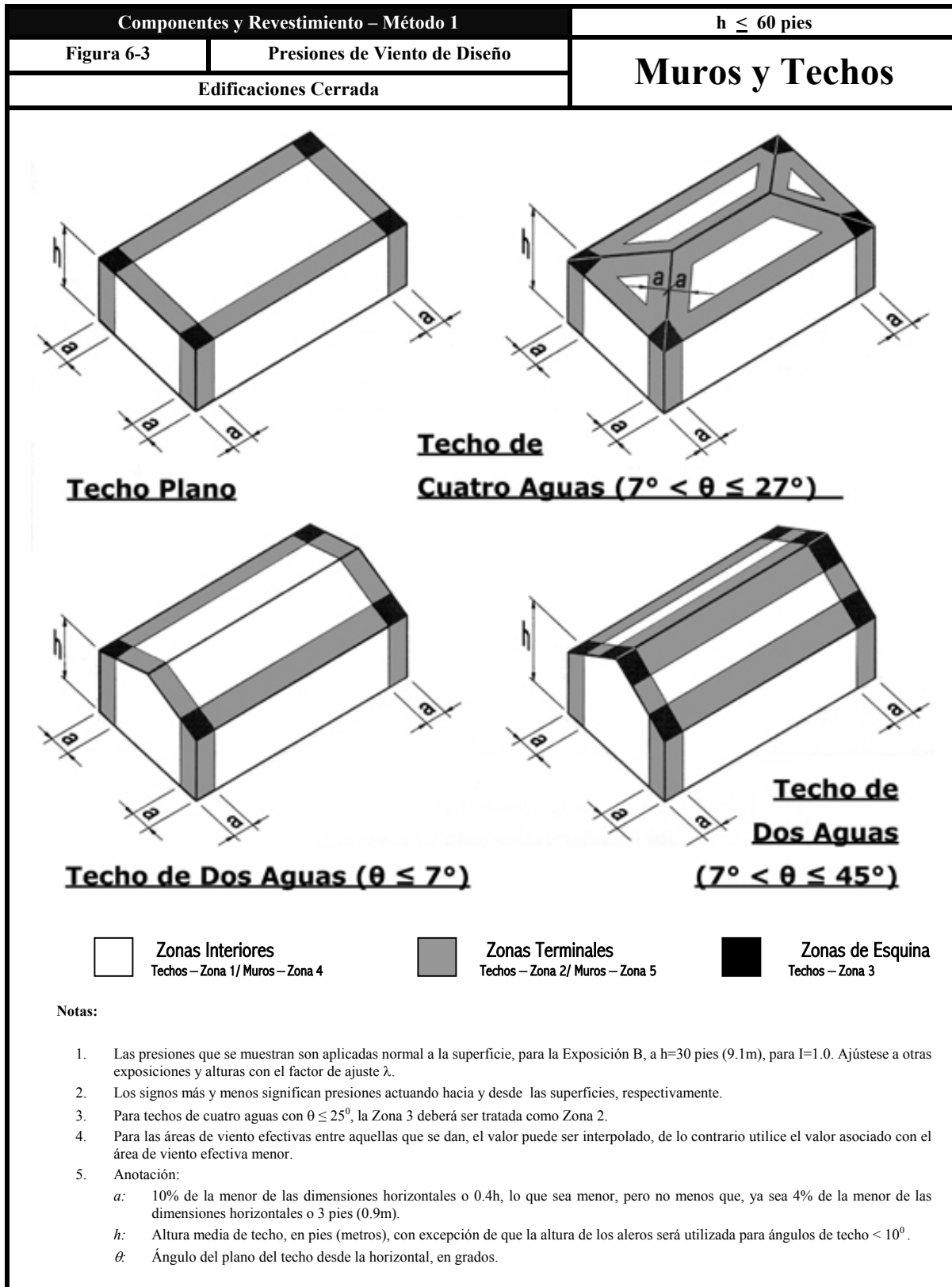
**Presión de Viento del Diseño Simplificado,  $P_{S30}$  (por pie<sup>2</sup>)**  
 (Exposición B a  $h = 30$  pies con  $I = 1.0$ )

Velocidad Básica del Viento (mph)	Ángulo del Techo (grados)	Caso de carga	Zonas								Aleros	
			Presiones Horizontales				Presiones Verticales				EOH	GOH
			A	B	C	D	E	F	G	H		
140	0 to 5°	1	31.1	-16.1	20.6	-9.6	-37.3	-21.2	-26.0	-16.4	-52.3	-40.9
	10°	1	35.1	-14.5	23.3	-8.5	-37.3	-22.8	-26.0	-17.5	-52.3	-40.9
	15°	1	39.0	-12.9	26.0	-7.4	-37.3	-24.4	-26.0	-18.6	-52.3	-40.9
	20°	1	43.0	-11.4	28.7	-6.3	-37.3	-26.0	-26.0	-19.7	-52.3	-40.9
	25°	1	39.0	6.3	28.2	6.4	-17.3	-23.6	-12.5	-19.0	-32.3	-27.5
		2	---	---	---	---	-6.6	-12.8	-1.8	-8.2	---	---
30 to 45	1	35.0	23.9	27.8	19.1	2.7	-21.2	0.9	-18.2	-12.3	-14.0	
	2	35.0	23.9	27.8	19.1	13.4	-10.5	11.7	-7.5	-12.3	-14.0	
150	0 to 5°	1	35.7	-18.5	23.7	-11.0	-42.9	-24.4	-29.8	-18.9	-60.0	-47.0
	10°	1	40.2	-16.7	26.8	-9.7	-42.9	-26.2	-29.8	-20.1	-60.0	-47.0
	15°	1	44.8	-14.9	29.8	-8.5	-42.9	-28.0	-29.8	-21.4	-60.0	-47.0
	20°	1	49.4	-13.0	32.9	-7.2	-42.9	-29.8	-29.8	-22.6	-60.0	-47.0
	25°	1	44.8	7.2	32.4	7.4	-19.9	-27.1	-14.4	-21.8	-37.0	-31.6
		2	---	---	---	---	-7.5	-14.7	-2.1	-9.4	---	---
30 to 45	1	40.1	27.4	31.9	22.0	3.1	-24.4	1.0	-20.9	-14.1	-16.1	
	2	40.1	27.4	31.9	22.0	15.4	-12.0	13.4	-8.6	-14.1	-16.1	
170	0 to 5°	1	45.8	-23.8	30.4	-14.1	-55.1	-31.3	-38.3	-24.2	-77.1	-60.4
	10°	1	51.7	-21.4	34.4	-12.5	-55.1	-33.6	-38.3	-25.8	-77.1	-60.4
	15°	1	57.6	-19.1	38.3	-10.9	-55.1	-36.0	-38.3	-27.5	-77.1	-60.4
	20°	1	63.4	-16.7	42.3	-9.3	-55.1	-38.3	-38.3	-29.1	-77.1	-60.4
	25°	1	57.5	9.3	41.6	9.5	-25.6	-34.8	-18.5	-28.0	-47.6	-40.5
		2	---	---	---	---	-9.7	-18.9	-2.6	-12.1	---	---
30 to 45	1	51.5	35.2	41.0	28.2	4.0	-31.3	1.3	-26.9	-18.1	-20.7	
	2	51.5	35.2	41.0	28.2	19.8	-15.4	17.2	-11.0	-18.1	-20.7	

**Factor de ajuste**  
**Para Altura y Exposición de la edificación,  $\lambda$**

Altura media de techo (pies)	Exposición		
	B	C	D
15	1.00	1.21	1.47
20	1.00	1.29	1.55
25	1.00	1.35	1.61
30	1.00	1.40	1.66
35	1.05	1.45	1.70
40	1.09	1.49	1.74
45	1.12	1.53	1.78
50	1.16	1.56	1.81
55	1.19	1.59	1.84
60	1.22	1.62	1.87

Conversiones de Unidades – 1.0 pie = 0.3048 m; 1.0 lb/ pie<sup>2</sup> = 0.0479 kN/m<sup>2</sup>



Componentes y Revestimiento – Método 1		h ≤ 60 pies																		
Figura 6-3 (Cont.)		Presiones de Viento de Diseño														Muros y Techos				
Edificaciones Cerrada																				
Presión Neta de Viento de Diseño, P <sub>net30</sub> (por pie <sup>2</sup> ) (Exposición B a h = 30 pies con I = 1.0)																				
Zona	Área de Viento Efectiva (pies <sup>2</sup> )	Velocidad Básica del Viento V (mph)																		
		85		90		100		110		120		130		140		150		170		
Techo de 0 a 7 grados	1	10	5.3	-13.0	5.9	-14.6	7.3	-18.0	8.9	-21.8	10.5	-25.9	12.4	-30.4	14.3	-35.3	16.5	-40.5	21.1	-52.0
	1	20	5.0	-12.7	5.6	-14.2	6.9	-17.5	8.3	-21.2	9.9	-25.2	11.6	-29.6	13.4	-34.4	15.4	-39.4	19.8	-50.7
	1	50	4.5	-12.2	5.1	-13.7	6.3	-16.9	7.6	-20.5	9.0	-24.4	10.6	-28.6	12.3	-33.2	14.1	-38.1	18.1	-48.9
	1	100	4.2	-11.9	4.7	-13.3	5.8	-16.5	7.0	-19.9	8.3	-23.7	9.8	-27.8	11.4	-32.3	13.0	-37.0	16.7	-47.6
	2	10	5.3	-21.8	5.9	-24.4	7.3	-30.2	8.9	-36.5	10.5	-43.5	12.4	-51.0	14.3	-59.2	16.5	-67.9	21.1	-87.2
	2	20	5.0	-19.5	5.6	-21.8	6.9	-27.0	8.3	-32.6	9.9	-38.8	11.6	-45.6	13.4	-52.9	15.4	-60.7	19.8	-78.0
	2	50	4.5	-16.4	5.1	-18.4	6.3	-22.7	7.6	-27.5	9.0	-32.7	10.6	-38.4	12.3	-44.5	14.1	-51.1	18.1	-65.7
	2	100	4.2	-14.1	4.7	-15.8	5.8	-19.5	7.0	-23.6	8.3	-28.1	9.8	-33.0	11.4	-38.2	13.0	-43.9	16.7	-56.4
	3	10	5.3	-32.8	5.9	-36.8	7.3	-45.4	8.9	-55.0	10.5	-65.4	12.4	-76.8	14.3	-89.0	16.5	-102.2	21.1	-131.3
	3	20	5.0	-27.2	5.6	-30.5	6.9	-37.6	8.3	-45.5	9.9	-54.2	11.6	-63.6	13.4	-73.8	15.4	-84.7	19.8	-108.7
	3	50	4.5	-19.7	5.1	-22.1	6.3	-27.3	7.6	-33.1	9.0	-39.3	10.6	-46.2	12.3	-53.5	14.1	-61.5	18.1	-78.9
	3	100	4.2	-14.1	4.7	-15.8	5.8	-19.5	7.0	-23.6	8.3	-28.1	9.8	-33.0	11.4	-38.2	13.0	-43.9	16.7	-56.4
Techo > 7 a 27 grados	1	10	7.5	-11.9	8.4	-13.3	10.4	-16.5	12.5	-19.9	14.9	-23.7	17.5	-27.8	20.3	-32.3	23.3	-37.0	30.0	-47.6
	1	20	6.8	-11.6	7.7	-13.0	9.4	-16.0	11.4	-19.4	13.6	-23.0	16.0	-27.0	18.5	-31.4	21.3	-36.0	27.3	-46.3
	1	50	6.0	-11.1	6.7	-12.5	8.2	-15.4	10.0	-18.6	11.9	-22.2	13.9	-26.0	16.1	-30.2	18.5	-34.6	23.8	-44.5
	1	100	5.3	-10.8	5.9	-12.1	7.3	-14.9	8.9	-18.1	10.5	-21.5	12.4	-25.2	14.3	-29.3	16.5	-33.6	21.1	-43.2
	2	10	7.5	-20.7	8.4	-23.2	10.4	-28.7	12.5	-34.7	14.9	-41.3	17.5	-48.4	20.3	-56.2	23.3	-64.5	30.0	-82.8
	2	20	6.8	-19.0	7.7	-21.4	9.4	-26.4	11.4	-31.9	13.6	-38.0	16.0	-44.6	18.5	-51.7	21.3	-59.3	27.3	-76.2
	2	50	6.0	-16.9	6.7	-18.9	8.2	-23.3	10.0	-28.2	11.9	-33.6	13.9	-39.4	16.1	-45.7	18.5	-52.5	23.8	-67.4
	2	100	5.3	-15.2	5.9	-17.0	7.3	-21.0	8.9	-25.5	10.5	-30.3	12.4	-35.6	14.3	-41.2	16.5	-47.3	21.1	-60.8
	3	10	7.5	-30.6	8.4	-34.3	10.4	-42.4	12.5	-51.3	14.9	-61.0	17.5	-71.6	20.3	-83.1	23.3	-95.4	30.0	-122.5
	3	20	6.8	-28.6	7.7	-32.1	9.4	-39.6	11.4	-47.9	13.6	-57.1	16.0	-67.0	18.5	-77.7	21.3	-89.2	27.3	-114.5
	3	50	6.0	-26.0	6.7	-29.1	8.2	-36.0	10.0	-43.5	11.9	-51.8	13.9	-60.8	16.1	-70.5	18.5	-81.0	23.8	-104.0
	3	100	5.3	-24.0	5.9	-26.9	7.3	-33.2	8.9	-40.2	10.5	-47.9	12.4	-56.2	14.3	-65.1	16.5	-74.8	21.1	-96.0
Techo > 27 a 45 grados	1	10	11.9	-13.0	13.3	-14.6	16.5	-18.0	19.9	-21.8	23.7	-25.9	27.8	-30.4	32.3	-35.3	37.0	-40.5	47.6	-52.0
	1	20	11.6	-12.3	13.0	-13.8	16.0	-17.1	19.4	-20.7	23.0	-24.6	27.0	-28.9	31.4	-33.5	36.0	-38.4	46.3	-49.3
	1	50	11.1	-11.5	12.5	-12.8	15.4	-15.9	18.6	-19.2	22.2	-22.8	26.0	-26.8	30.2	-31.1	34.6	-35.7	44.5	-45.8
	1	100	10.8	-10.8	12.1	-12.1	14.9	-14.9	18.1	-18.1	21.5	-21.5	25.2	-25.2	29.3	-29.3	33.6	-33.6	43.2	-43.2
	2	10	11.9	-15.2	13.3	-17.0	16.5	-21.0	19.9	-25.5	23.7	-30.3	27.8	-35.6	32.3	-41.2	37.0	-47.3	47.6	-60.8
	2	20	11.6	-14.5	13.0	-16.3	16.0	-20.1	19.4	-24.3	23.0	-29.0	27.0	-34.0	31.4	-39.4	36.0	-45.3	46.3	-58.1
	2	50	11.1	-13.7	12.5	-15.3	15.4	-18.9	18.6	-22.9	22.2	-27.2	26.0	-32.0	30.2	-37.1	34.6	-42.5	44.5	-54.6
	2	100	10.8	-13.0	12.1	-14.6	14.9	-18.0	18.1	-21.8	21.5	-25.9	25.2	-30.4	29.3	-35.3	33.6	-40.5	43.2	-52.0
	3	10	11.9	-15.2	13.3	-17.0	16.5	-21.0	19.9	-25.5	23.7	-30.3	27.8	-35.6	32.3	-41.2	37.0	-47.3	47.6	-60.8
	3	20	11.6	-14.5	13.0	-16.3	16.0	-20.1	19.4	-24.3	23.0	-29.0	27.0	-34.0	31.4	-39.4	36.0	-45.3	46.3	-58.1
	3	50	11.1	-13.7	12.5	-15.3	15.4	-18.9	18.6	-22.9	22.2	-27.2	26.0	-32.0	30.2	-37.1	34.6	-42.5	44.5	-54.6
	3	100	10.8	-13.0	12.1	-14.6	14.9	-18.0	18.1	-21.8	21.5	-25.9	25.2	-30.4	29.3	-35.3	33.6	-40.5	43.2	-52.0
Muro	4	10	13.0	-14.1	14.6	-15.8	18.0	-19.5	21.8	-23.6	25.9	-28.1	30.4	-33.0	35.3	-38.2	40.5	-43.9	52.0	-56.4
	4	20	12.4	-13.5	13.9	-15.1	17.2	-18.7	20.8	-22.6	24.7	-26.9	29.0	-31.6	33.7	-36.7	38.7	-42.1	49.6	-54.1
	4	50	11.6	-12.7	13.0	-14.3	16.1	-17.6	19.5	-21.3	23.2	-25.4	27.2	-29.8	31.6	-34.6	36.2	-39.7	46.6	-51.0
	4	100	11.1	-12.2	12.4	-13.6	15.3	-16.8	18.5	-20.4	22.0	-24.2	25.9	-28.4	30.0	-33.0	34.4	-37.8	44.2	-48.6
	4	500	9.7	-10.8	10.9	-12.1	13.4	-14.9	16.2	-18.1	19.3	-21.5	22.7	-25.2	26.3	-29.3	30.2	-33.6	38.8	-43.2
	5	10	13.0	-17.4	14.6	-19.5	18.0	-24.1	21.8	-29.1	25.9	-34.7	30.4	-40.7	35.3	-47.2	40.5	-54.2	52.0	-69.6
	5	20	12.4	-16.2	13.9	-18.2	17.2	-22.5	20.8	-27.2	24.7	-32.4	29.0	-38.0	33.7	-44.0	38.7	-50.5	49.6	-64.9
	5	50	11.6	-14.7	13.0	-16.5	16.1	-20.3	19.5	-24.6	23.2	-29.3	27.2	-34.3	31.6	-39.8	36.2	-45.7	46.6	-58.7
	5	100	11.1	-13.5	12.4	-15.1	15.3	-18.7	18.5	-22.6	22.0	-26.9	25.9	-31.6	30.0	-36.7	34.4	-42.1	44.2	-54.1
	5	500	9.7	-10.8	10.9	-12.1	13.4	-14.9	16.2	-18.1	19.3	-21.5	22.7	-25.2	26.3	-29.3	30.2	-33.6	38.8	-43.2

Conversiones de Unidades – 1.0 pie = 0.3048 m; 1.0 lb/ pie<sup>2</sup> = 0.0479 kN/m<sup>2</sup>

Componentes y Revestimiento – Método 1		$h \leq 60$ pies
Figura 6-3 (Cont.)	Presiones de Viento de Diseño	<b>Muros y Techos</b>
Edificaciones Cerrada		

**Presión Neta de Viento de Diseño de Alero de Techo,  $P_{net30}$  (por pie<sup>2</sup>)**  
 (Exposición B a  $h = 30$  pies con  $I = 1.0$ )

	Zona	Área de Viento Efectiva (pies <sup>2</sup> )	Velocidad Básica del Viento V (mph)							
			90	100	110	120	130	140	150	170
Techo de 0 a 7 grados	2	10	-21.0	-25.9	-31.4	-37.3	-43.8	-50.8	-58.3	-74.9
	2	20	-20.6	-25.5	-30.8	-36.7	-43.0	-49.9	-57.3	-73.6
	2	50	-20.1	-24.9	-30.1	-35.8	-42.0	-48.7	-55.9	-71.8
	2	100	-19.8	-24.4	-29.5	-35.1	-41.2	-47.8	-54.9	-70.5
	3	10	-34.6	-42.7	-51.6	-61.5	-72.1	-83.7	-96.0	-123.4
	3	20	-27.1	-33.5	-40.5	-48.3	-56.6	-65.7	-75.4	-96.8
	3	50	-17.3	-21.4	-25.9	-30.8	-36.1	-41.9	-48.1	-61.8
	3	100	-10.0	-12.2	-14.8	-17.6	-20.6	-23.9	-27.4	-35.2
Techo > 7 a 27 grados	2	10	-27.2	-33.5	-40.6	-48.3	-56.7	-65.7	-75.5	-96.9
	2	20	-27.2	-33.5	-40.6	-48.3	-56.7	-65.7	-75.5	-96.9
	2	50	-27.2	-33.5	-40.6	-48.3	-56.7	-65.7	-75.5	-96.9
	2	100	-27.2	-33.5	-40.6	-48.3	-56.7	-65.7	-75.5	-96.9
	3	10	-45.7	-56.4	-68.3	-81.2	-95.3	-110.6	-126.9	-163.0
	3	20	-41.2	-50.9	-61.6	-73.3	-86.0	-99.8	-114.5	-147.1
	3	50	-35.3	-43.6	-52.8	-62.8	-73.7	-85.5	-98.1	-126.1
	3	100	-30.9	-38.1	-46.1	-54.9	-64.4	-74.7	-85.8	-110.1
Techo > 27 a 45 grados	2	10	-24.7	-30.5	-36.9	-43.9	-51.5	-59.8	-68.6	-88.1
	2	20	-24.0	-29.6	-35.8	-42.6	-50.0	-58.0	-66.5	-85.5
	2	50	-23.0	-28.4	-34.3	-40.8	-47.9	-55.6	-63.8	-82.0
	2	100	-22.2	-27.4	-33.2	-39.5	-46.4	-53.8	-61.7	-79.3
	3	10	-24.7	-30.5	-36.9	-43.9	-51.5	-59.8	-68.6	-88.1
	3	20	-24.0	-29.6	-35.8	-42.6	-50.0	-58.0	-66.5	-85.5
	3	50	-23.0	-28.4	-34.3	-40.8	-47.9	-55.6	-63.8	-82.0
	3	100	-22.2	-27.4	-33.2	-39.5	-46.4	-53.8	-61.7	-79.3

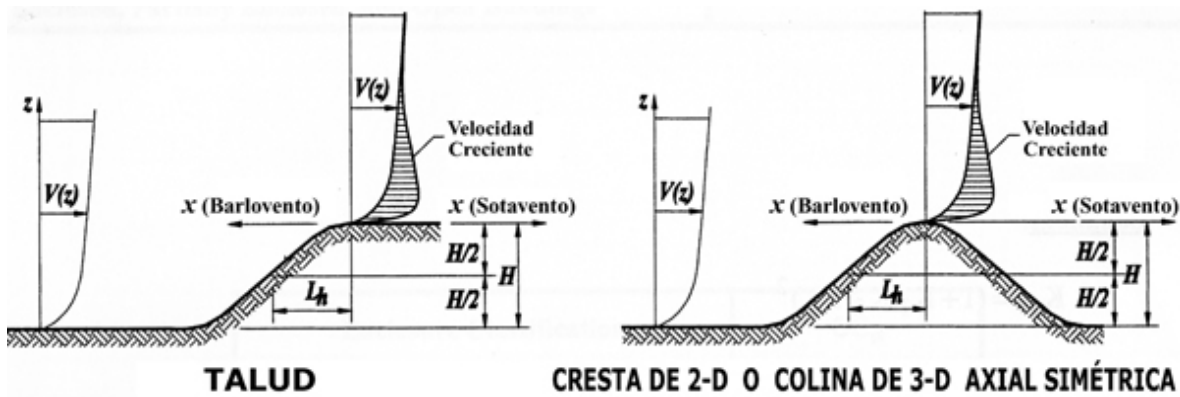
**Factor de ajuste Para Altura y Exposición de la edificación,  $\lambda$**

Altura media de techo (pies)	Exposición		
	B	C	D
15	1.00	1.21	1.47
20	1.00	1.29	1.55
25	1.00	1.35	1.61
30	1.00	1.40	1.66
35	1.05	1.45	1.70
40	1.09	1.49	1.74
45	1.12	1.53	1.78
50	1.16	1.56	1.81
55	1.19	1.59	1.84
60	1.22	1.62	1.87

Conversiones de Unidades – 1.0 pie = 0.3048 m; 1.0 lb/pie<sup>2</sup> = 0.0479 kN/m<sup>2</sup>

Factor Topográfico,  $K_{zt}$  – Método 2

Figura 6-4



TALUD

CRESTA DE 2-D O COLINA DE 3-D AXIAL SIMÉTRICA

Multiplicadores Topográficos para la Exposición C

$H/L_h$	Multiplicador $K_1$			$x/L_h$	Multiplicador $K_2$		$z/L_h$	Multiplicador $K_3$		
	Cresta 2-D	Talud 2-D	Colina 3-D Axial Simétrica		Talud 2-D	Los Demás Casos		Cresta 2-D	Talud 2-D	Colina 3-D Axial Simétrica
0.20	0.29	0.17	0.21	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
0.25	0.36	0.21	0.26	0.50	0.88	0.67	0.10	0.74	0.78	0.67
0.30	0.43	0.26	0.32	1.00	0.75	0.33	0.20	0.55	0.61	0.45
0.35	0.51	0.30	0.37	1.50	0.63	0.00	0.30	0.41	0.47	0.30
0.40	0.58	0.34	0.42	2.00	0.50	0.00	0.40	0.30	0.37	0.20
0.45	0.65	0.38	0.47	2.50	0.38	0.00	0.50	0.22	0.29	0.14
0.50	0.72	0.43	0.53	3.00	0.25	0.00	0.60	0.17	0.22	0.09
				3.50	0.13	0.00	0.70	0.12	0.17	0.06
				4.00	0.00	0.00	0.80	0.09	0.14	0.04
							0.90	0.07	0.11	0.03
							1.00	0.05	0.08	0.02
							1.50	0.01	0.02	0.00
							2.00	0.00	0.00	0.00

Notas:

1. Para valores de  $H/L_h$ ,  $x/L_h$  y  $z/L_h$  diferentes a aquellos que se muestran, la interpolación lineal está permitida.
2. Para  $H/L_h > 0.5$ , asuma  $H/L_h = 0.5$  para evaluar  $K_1$  y sustituya  $2H$  por  $L_h$  para evaluar  $K_2$  y  $K_3$ .
3. Los multiplicadores están basados en el supuesto de que el viento se aproxima a la colina o talud a lo largo de la dirección de la pendiente máxima.
4. Anotación:

H: Altura de la colina o talud relativa al terreno de barlovento, en pies (metros).

$L_h$ : Distancia a barlovento de la cresta hasta donde la diferencia en la elevación del terreno es la mitad de la altura de la colina o talud, en pies (metros).

$K_1$ : Factor para representar la forma de la característica topográfica y el efecto de máximo incremento de velocidad.

$K_2$ : Factor para representar la reducción en el incremento de velocidad con la distancia a barlovento o sotavento de la cresta.

$K_3$ : Factor para representar la reducción en el incremento de velocidad con altura por encima del terreno local.

$x$ : Distancia (a barlovento o sotavento) desde la cresta hasta el sitio de la edificación, en pies (metros).

$z$ : Altura por encima del terreno local, en pies (metros).

$\mu$ : Factor de atenuación horizontal.

$\gamma$ : Factor de atenuación de la altura.

**Factor Topográfico,  $K_{zt}$  – Método 2**

**Figura 6-4**

Ecuaciones:

$$K_{zt} = (1 + K_1 K_2 K_3)^2$$

$K_1$  determinada a partir de la tabla de abajo

$$K_2 = \left(1 - \frac{|x|}{\mu L_h}\right)$$

$$K_3 = e^{-\gamma z/L_h}$$

Parámetros para Incremento de la Velocidad sobre Colinas y Taludes						
Forma de la Colina	$K_1/(H/L_h)$			$\gamma$	$\mu$	
	Exposición				Barlovento de la Cresta	Sotavento de la Cresta
	B	C	D			
Crestas Bi-Dimensionales (o Valles con H negativa en $K_1/(H/L_h)$ )	1.30	1.45	1.55	3	1.5	1.5
Taludes Bi-Dimensionales	0.75	0.85	0.95	2.5	1.5	4
Colinas Tri-Dimensionales Axial Simétricas	0.95	1.05	1.15	4	1.5	1.5

<b>Sis. Prin. Resist. a Fuerza de Viento/ Comp. y Rev. – Método 2</b>		<b>Todas las alturas</b>								
<b>Figura 6-5</b>	<b>Coefficiente de Presión Interna, GC<sub>pi</sub></b>	<b>Muros y Techos</b>								
<b>Edificaciones Cerradas, Parcialmente Cerradas y Abiertas</b>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th><b>Clasificación de Encerramiento</b></th> <th><b>GC<sub>pi</sub></b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Edificaciones Abiertas</b></td> <td><b>0.00</b></td> </tr> <tr> <td><b>Edificaciones Parcialmente Cerradas</b></td> <td><b>+0.05 -0.55</b></td> </tr> <tr> <td><b>Edificaciones Cerradas</b></td> <td><b>+0.18 -0.18</b></td> </tr> </tbody> </table>			<b>Clasificación de Encerramiento</b>	<b>GC<sub>pi</sub></b>	<b>Edificaciones Abiertas</b>	<b>0.00</b>	<b>Edificaciones Parcialmente Cerradas</b>	<b>+0.05 -0.55</b>	<b>Edificaciones Cerradas</b>	<b>+0.18 -0.18</b>
<b>Clasificación de Encerramiento</b>	<b>GC<sub>pi</sub></b>									
<b>Edificaciones Abiertas</b>	<b>0.00</b>									
<b>Edificaciones Parcialmente Cerradas</b>	<b>+0.05 -0.55</b>									
<b>Edificaciones Cerradas</b>	<b>+0.18 -0.18</b>									
<p>Notas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Los signos más y menos significan las presiones que actúan hacia y desde las superficies internas, respectivamente.</li> <li>Los valores de GC<sub>pi</sub> serán utilizados con q<sub>z</sub> o q<sub>h</sub> como se especifica en 4.2.24.</li> <li>Dos casos serán considerados para determinar los requisitos de carga crítica para la condición apropiada:                     <ol style="list-style-type: none"> <li>Un valor positivo de GC<sub>pi</sub> aplicado a todas las superficies internas</li> <li>Un valor negativo de GC<sub>pi</sub> aplicado a todas las superficies internas</li> </ol> </li> </ol>										



Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento. – Método 2		Todas las alturas
Figura 6-6	Coefficientes de Presión Externa, $C_p$	<b>Muros y Techos</b>
Edificaciones Cerradas, Parcialmente Cerradas		

**TECHO DE DOS AGUAS, DE CUATRO AGUAS**

**TECHO DE PENDIENTE ÚNICA O A UN AGUA (NOTA 4)**

**TECHO DE MANSARDA (NOTA 8)**

Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento. – Método 2		Todas las alturas
Figura 6-6 (Cont.)	Coefficientes de Presión Externa, $C_p$	<b>Muros y Techos</b>
Edificaciones Cerradas, Parcialmente Cerradas		

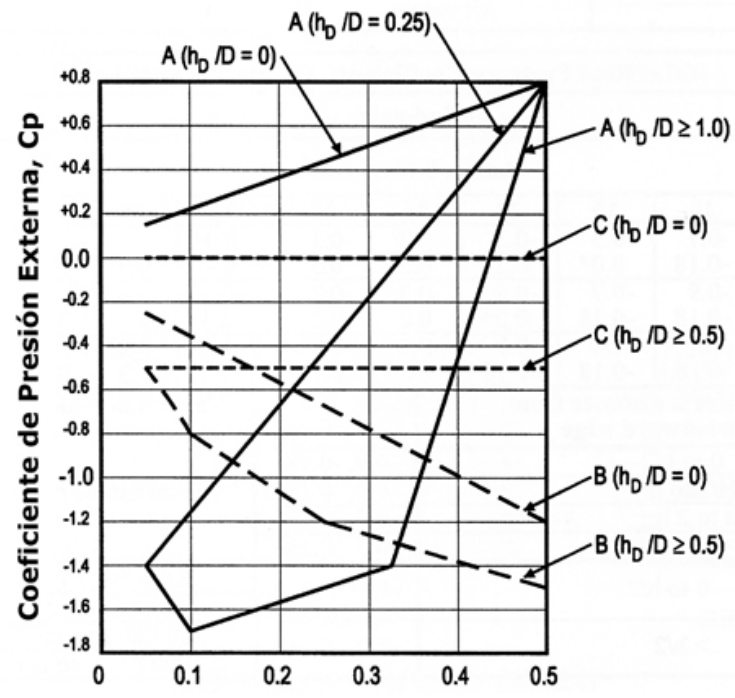
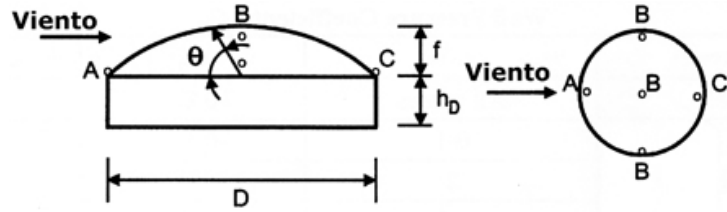
Coefficientes de Presión de Muro, $C_p$			
Superficie	L/B	$C_p$	Utilizar Con
Muro de Barlovento	Todos los valores	0.8	$q_z$
Muro de Sotavento	0-1	-0.5	$q_h$
	2	-0.3	
	$\geq 4$	-0.2	
Muro Lateral	Todos los valores	-0.7	$q_h$

Coefficientes de Presión de Techo, $C_p$ , para ser usados con $q_h$												
Dirección del Viento	Barlovento									Sotavento		
	Ángulo, $\theta$ (grados)									Ángulo, $\theta$ (grados)		
	$h/L$	10	15	20	25	30	35	45	$\geq 60^\circ$	10	15	$\geq 20$
Normal al caballete para $\theta \geq 10^\circ$	$\leq 0.25$	-0.7 -0.18	-0.5 0.0*	-0.3 0.2	-0.2 0.3	-0.2 0.3	0.0* 0.4	0.4	0.01 $\theta$	-0.3	-0.5	-0.6
	0.5	-0.9 -0.18	-0.7 -0.18	-0.4 0.0*	-0.3 0.2	-0.2 0.2	-0.2 0.3	0.0* 0.4	0.01 $\theta$	-0.5	-0.5	-0.6
	$\geq 1.0$	-1.3** -0.18	-1.0 -0.18	-0.7 -0.18	-0.5 0.0*	-0.3 0.2	-0.2 0.2	0.0* 0.3	0.01 $\theta$	-0.7	-0.6	-0.6
Normal al caballete para $\theta < 10^\circ$ y Paralelo al caballete para todo $\theta$	$\leq 0.5$	Distancia horizontal a partir del eje de barlovento			$C_p$		*Se provee el valor para propósitos de interpolación. **El valor puede reducirse linealmente con el área sobre la cual es aplicable como sigue					
		0 to $h/2$			-0.9, -0.18							
		$H/2$ to $h$			-0.9, -0.18							
		$h$ to $2h$			-0.5, -0.18							
$\geq 1.0$	$> 2h$			-0.3, -0.18		Área (pies cuad.)		Factor de Reducción				
	0 to $h/2$			-1.3**, -0.18		$\leq 100$ (9.3 sq m)		1.0				
	$> h/2$			-0.7, -0.18		200 (23.2 sq m)		0.9				
					$\geq 1000$ (92.9 sq m)		0.8					

Notas:

- Los signos más y menos significan presiones que actúan hacia y desde las superficies, respectivamente.
  - Se permite interpolación lineal para valores de  $L/B$ ,  $h/L$  y  $\theta$  diferentes a los que se muestran. La interpolación será llevada a cabo únicamente entre valores del mismo signo. Donde no se da valor del mismo signo, asuma 0.0 para propósitos de interpolación.
  - Cuando dos valores de  $C_p$  están listados, esto indica que la pendiente de techo de barlovento está sujeta ya sea a presiones positivas o negativas y la estructura del techo será diseñada para ambas condiciones. La interpolación para razones intermedias de  $h/L$  en este caso se llevará a cabo únicamente entre valores de  $C_p$  del mismo signo.
  - Para techos de una sola pendiente, la superficie total del techo es una superficie de barlovento o de sotavento.
  - Para edificaciones flexibles utilice la  $G_f$  apropiada según lo determinado por la Sección 4.2.20.
  - Refiérase a la Figura 6-7 para cúpulas y a la Figura 6-8 para techos arqueados.
  - Anotación:  
*B*: Dimensión horizontal de la edificación, en pies (metros), medida normal a la dirección del viento.  
*L*: Dimensión horizontal de la edificación, en pies (metros), medida paralela a la dirección del viento.  
*h*: Altura media del techo en pies (metros), con excepción de que la altura del alero se utilizará para  $\theta \leq 10$  grados.  
*z*: Altura por encima del terreno, en pies (metros).  
*G*: Factor de efecto de ráfaga.  
 $q_z, q_h$ : Presión de la velocidad del viento, en libras por pie<sup>2</sup> (N/m<sup>2</sup>), evaluada a la altura respectiva.  
 $\theta$ : Ángulo del plano del techo desde la horizontal, en grados.
  - Para techos con mansardas, la superficie horizontal superior y la superficie inclinada de sotavento serán tratadas como las superficies de sotavento de la Tabla.
  - Excepto para los SPRFV en el techo compuestos por pórticos resistentes a momento, el cortante horizontal total no será menor que el determinado cuando se descartan las fuerzas de viento sobre las superficies del techo.
- #Para pendientes de techo mayores que  $80^\circ$ , utilice  $C_p = 0.8$

Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento. – Método 2		Todas las alturas
Figura 6-7	Coefficientes de Presión Externa, $C_p$	<b>Techos en Cúpula</b>
Edificaciones y Estructuras Cerradas, Parcialmente Cerradas		



Razón de Elevación a Diámetro,  $f/D$   
 Coeficientes de Presión Externa para Cúpulas con una Base Circular.  
 (Adaptado del Código Europeo, 1995)

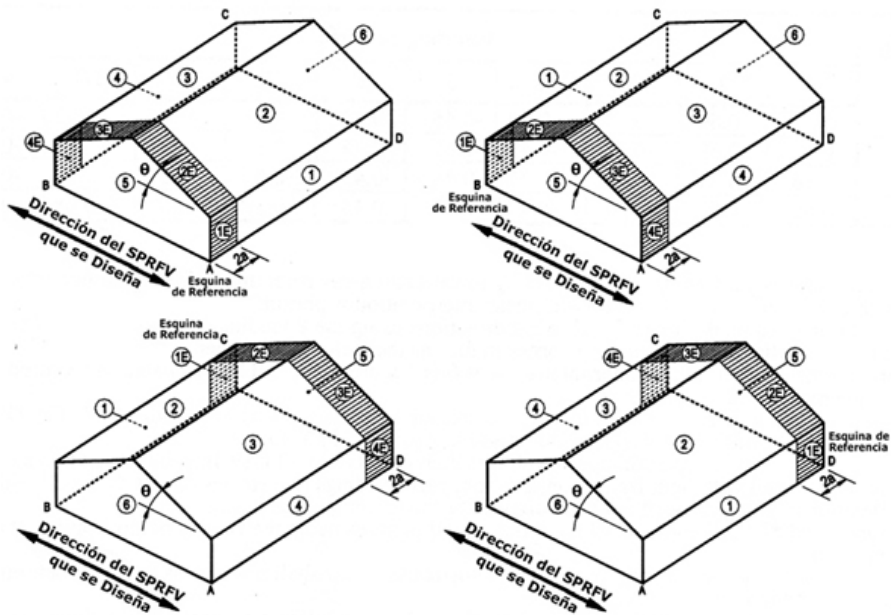
Notas:

- Dos casos de carga serán considerados:  
 Caso A. Los valores de  $C_p$  entre A y B y entre B y C serán determinados mediante interpolación lineal a lo largo de los arcos sobre la cúpula paralela a la dirección del viento;  
 Caso B.  $C_p$  será el valor constante de A para  $\theta \leq 25$  grados, y será determinada mediante interpolación lineal desde 25 grados hacia B y desde B hacia C.
- Los valores denotan que  $C_p$  a ser usada con  $q_{(h_D+f)}$  donde  $h_D + f$  es la altura en la parte superior de la cúpula.
- Los signos más y menos significan presiones que actúan hacia y desde las superficies, respectivamente.
- $C_p$  es constante sobre la superficie de la cúpula para los arcos de círculos perpendiculares a la dirección del viento; por ejemplo, el arco que pasa a través de B-B-B y todos los arcos paralelos a B-B-B.
- Para los valores de  $H_D/D$  entre aquellos listados en las curvas del diagrama, estará permitida la interpolación lineal.
- $\theta = 0$  grados sobre la línea de arranque de la cúpula,  $\theta = 90$  grados en el punto central superior de la cúpula.  $f$  es medida desde la línea de arranque hasta la parte superior.
- El cortante horizontal total no será menor que el determinado al descartar las fuerzas de viento sobre las superficies de techo.
- Para valores de  $f/D$  menores que 0.05, utilice la Figura 6-6.

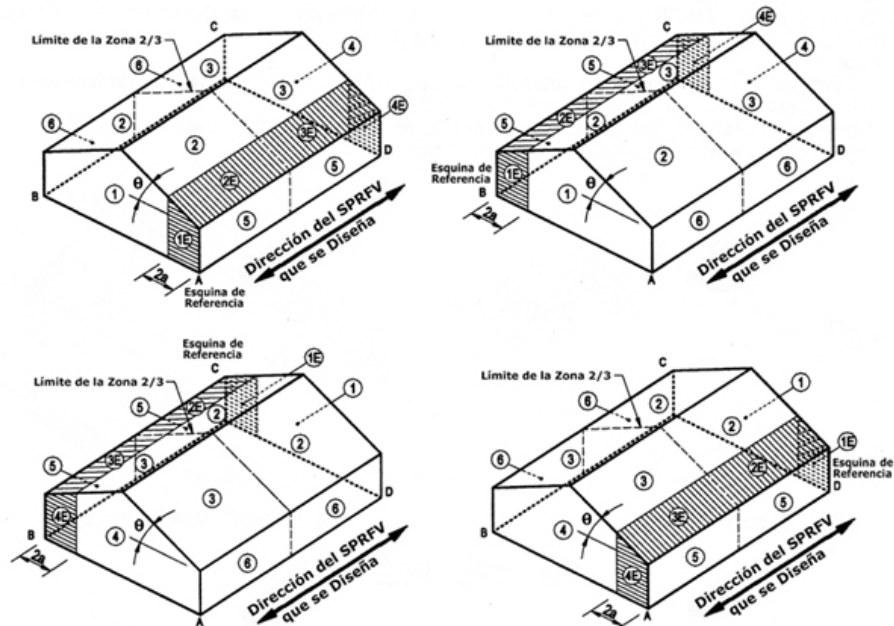


Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento – Método 2		Todas las alturas
Figura 6-9	Casos de Carga de Viento de Diseño	
<p><b>CASO 1</b></p> <p><b>CASO 2</b></p> <p><b>CASO 3</b></p> <p><b>CASO 4</b></p>		
$M_T = 0.75 (P_{WX} + P_{LY}) B_X e_X \quad e_X = \pm 0.15 B_X$ $M_T = 0.75 (P_{WY} + P_{LY}) B_Y e_Y \quad e_Y = \pm 0.15 B_Y$ $M_T = 0.563 (P_{WX} + P_{LY}) B_X e_X + 0.563 (P_{WY} + P_{LY}) B_Y e_Y \quad e_X = \pm 0.15 B_X \quad e_Y = \pm 0.15 B_Y$		
<p>Caso 1. La presión de viento de diseño completa actuando sobre el área proyectada perpendicular a cada eje principal de la estructura, considerada por separado a lo largo de cada eje principal.</p> <p>Caso 2. Tres cuartos de la presión de viento de diseño actuando sobre el área proyectada perpendicular a cada eje principal de la estructura conjuntamente con un momento torsional según se muestra, considerada por separado para cada eje principal.</p> <p>Caso 3. Cargas de viento según las definidas en el caso 1, pero que se considera que actúan simultáneamente a 75% del valor especificado.</p> <p>Caso 4. Cargas de viento como las definidas en el caso 2, pero que se considera que actúan simultáneamente a 75% del valor especificado.</p> <p>Notas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Las presiones de viento del diseño para las caras de barlovento y sotavento serán determinadas de conformidad con las previsiones de 4.2.24.2.1 y 4.2.24.2.3 según sea aplicable para edificaciones de todas las alturas.</li> <li>Los diagramas muestran vistas en planta de la edificación.</li> <li>Anotación:                     <ul style="list-style-type: none"> <li><math>P_{WX}, P_{WY}</math>: Presión de diseño de la superficie de barlovento actuando en los ejes principales <math>x, y</math>, respectivamente.</li> <li><math>P_{LX}, P_{LY}</math>: Presión de diseño de la superficie de sotavento actuando en los ejes principales <math>x, y</math>, respectivamente.</li> <li><math>e(e_X, e_Y)</math>: Excentricidad para los ejes principales <math>x, y</math>, de la estructura, respectivamente.</li> <li><math>M_T</math>: Momento torsional por unidad de altura actuando alrededor de un eje vertical de la edificación.</li> </ul> </li> </ol>		

Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento – Método 2		$h \leq 60$ pies
Figura 6-10	Coefficientes de Presión Externa, $GC_{pf}$	<b>Muros y Techos Bajos</b>
Edificaciones Cerradas, Parcialmente Cerradas		



**Dirección Transversal**



**Dirección Longitudinal**

**Casos de Carga Básica**

Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento – Método 2		$h \leq 60$ pies
Figura 6-10 (Cont.)	Coefficientes de Presión Externa, $GC_{pf}$	<b>Muros y Techos Bajos</b>
Edificaciones Cerradas, Parcialmente Cerradas		

Ángulo de Techo $\theta$ (grados)	Superficie de la Edificación									
	1	2	3	4	5	6	1E	2E	3E	4E
0-5	0.40	-0.69	-0.37	-0.29	-0.45	-0.45	0.61	-1.07	-0.53	-0.43
20	0.53	-0.69	-0.48	-0.43	-0.45	-0.45	0.80	-1.07	-0.69	-0.64
30-45	0.56	0.21	-0.43	-0.37	-0.45	-0.45	0.69	0.27	-0.53	-0.48
90	0.56	0.56	-0.37	-0.37	-0.45	-0.45	0.69	0.69	-0.48	-0.48

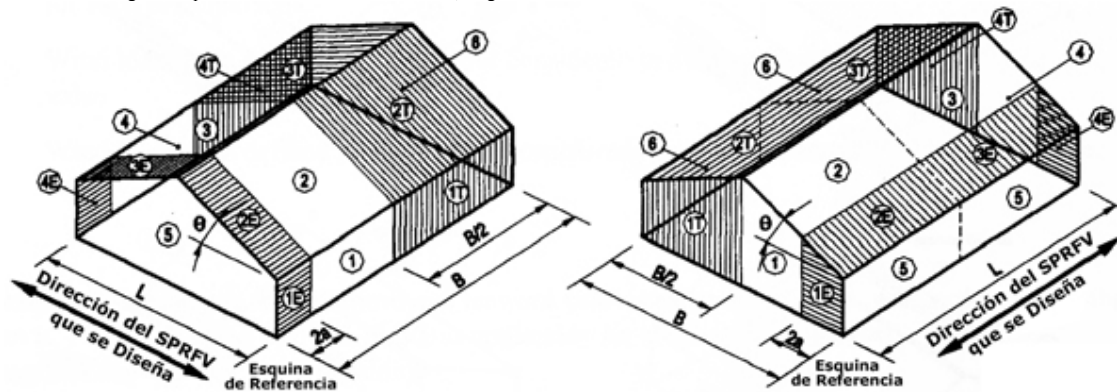
Notas:

- Los signos más y menos significan presiones que actúan hacia y desde las superficies, respectivamente.
- Para valores de  $\theta$  diferentes a los que se muestran, la interpolación lineal está permitida.
- La edificación debe ser diseñada para todas las direcciones del viento utilizando los 8 patrones de carga mostrados. Los patrones de carga son aplicados a cada esquina de la edificación a su tiempo, igual que a la Esquina de Referencia.
- Las combinaciones de presiones internas y externas (ver Figura 6-5) serán evaluadas según se requiera para obtener las cargas más severas.
- Para los casos de carga torsional mostrados más adelante, las presiones en las zonas designadas con una "T" (1T, 2T, 3T, 4T) serán 25% de las presiones de viento del diseño completas (zonas 1, 2, 3, 4).

Excepción: Las edificaciones de un piso con  $h$  menor que o igual a 30 pies (9.1 m), las edificaciones de dos pisos o menos conformadas por una construcción de pórtico ligero, y las edificaciones de dos pisos o menos diseñadas con diafragmas flexibles no necesitan ser diseñadas para los casos de carga torsional.

Las cargas torsionales se aplicarán a todos los ocho patrones de carga básicos utilizando las figuras más adelante aplicadas en cada esquina de referencia.

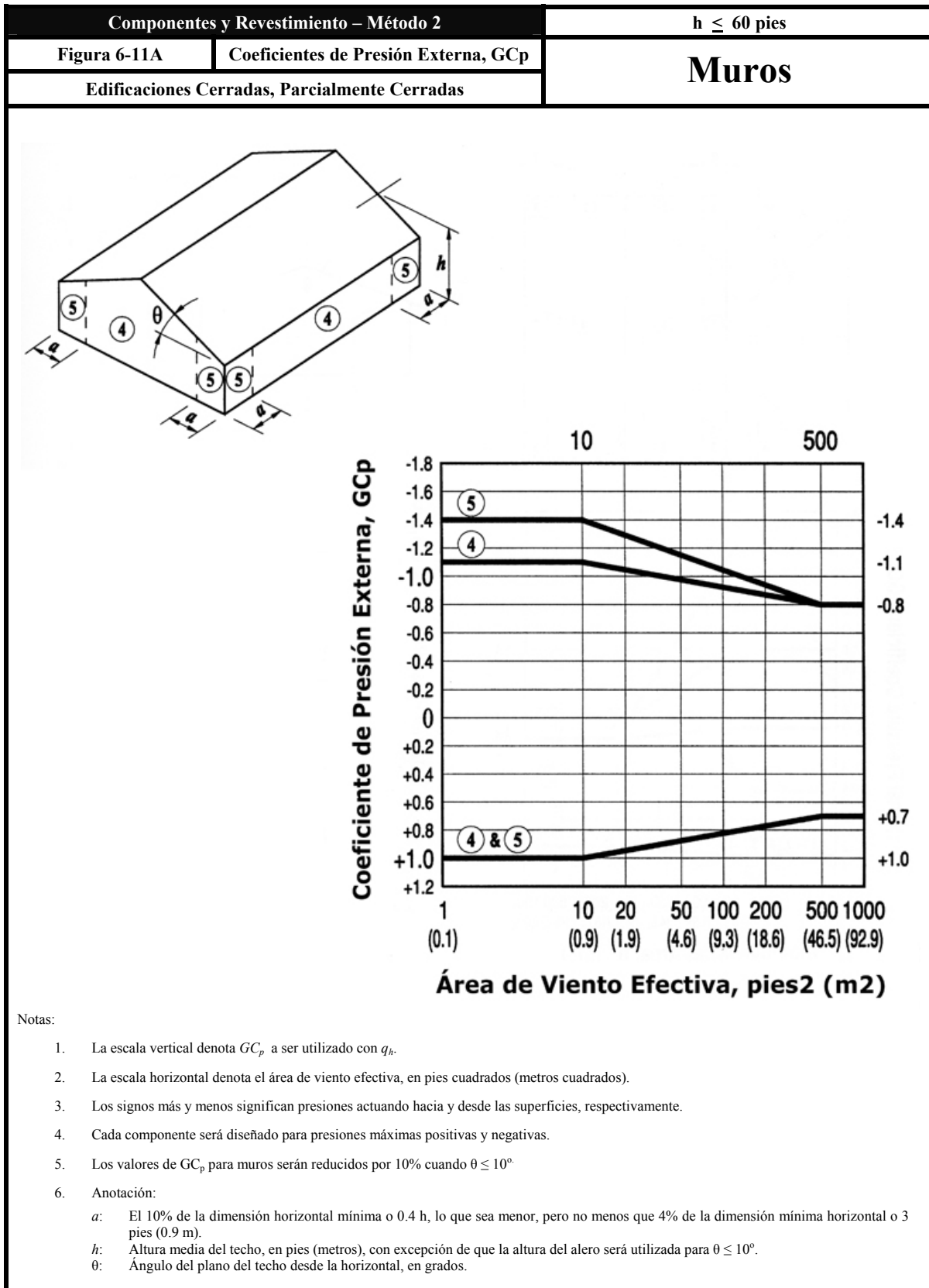
- Exceptuando los pórticos resistentes a momento, el cortante horizontal total no será menor que la determinada al descartar las fuerzas de viento sobre las superficies de techo.
- Para el diseño de los SPRFV que garantizan la resistencia lateral en una dirección paralela a una línea de caballete o para techos planos, utilice  $\theta = 0^\circ$  y ubique el límite de la zona 2/3 a la longitud media de la edificación.
- El coeficiente de presión de techo  $GC_{pf}$ , cuando es negativo en la Zona 2, será aplicado en la Zona 2 para una distancia desde el borde del techo igual a 0.5 veces la dimensión horizontal de la edificación paralela a la dirección del SPRFV que está siendo diseñado o  $2.5h$ , lo que sea menor; el resto de la extensión de la Zona 2 usará el coeficiente de presión  $GC_{pf}$  para la Zona 3.
- Anotación:
  - $a$ : 10% de la dimensión horizontal mínima o 0.4  $h$ , lo que sea menor, pero no menos que 4% de la dimensión mínima horizontal o 3 pies (0.9 m).
  - $h$ : Altura media del techo, en pies (metros), con excepción de que la altura del alero será utilizada para  $\theta \leq 10^\circ$ .
  - $\theta$ : Ángulo del plano del techo desde la horizontal, en grados.



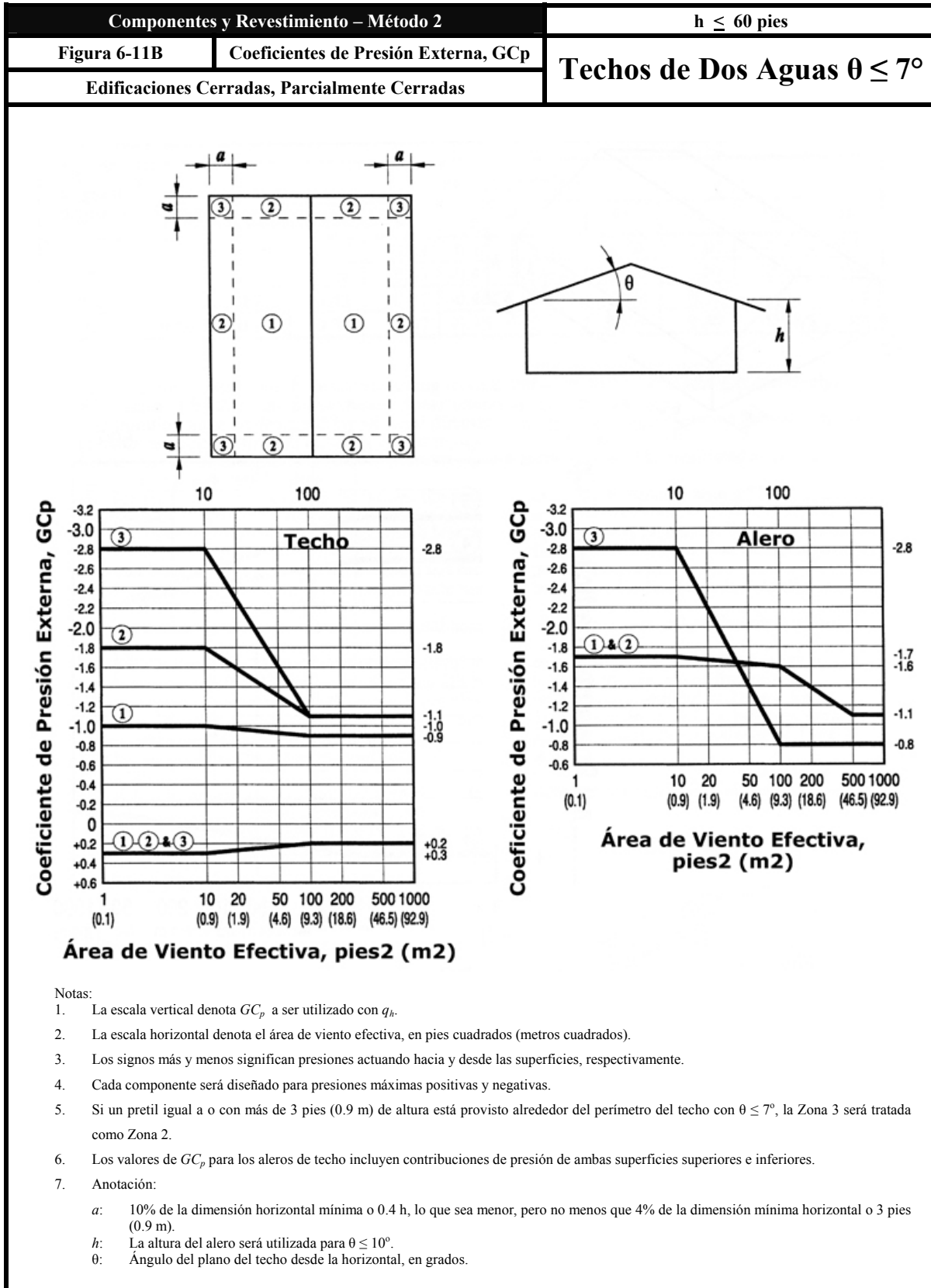
Dirección Transversal

Dirección Longitudinal

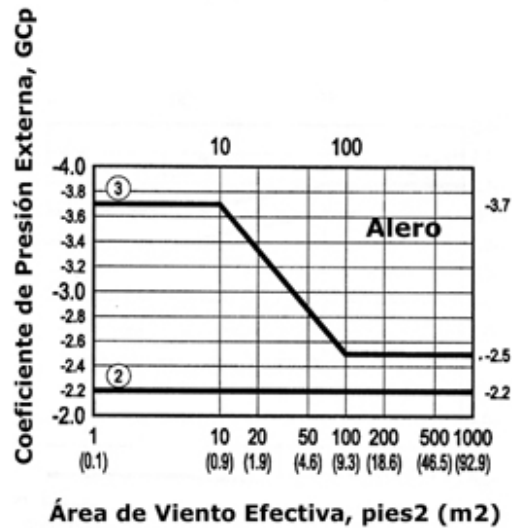
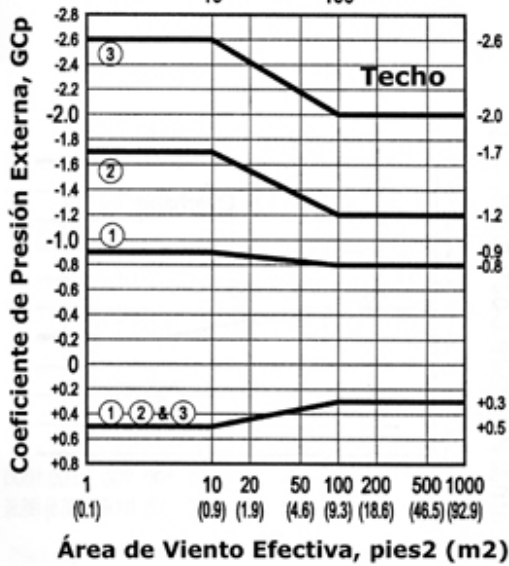
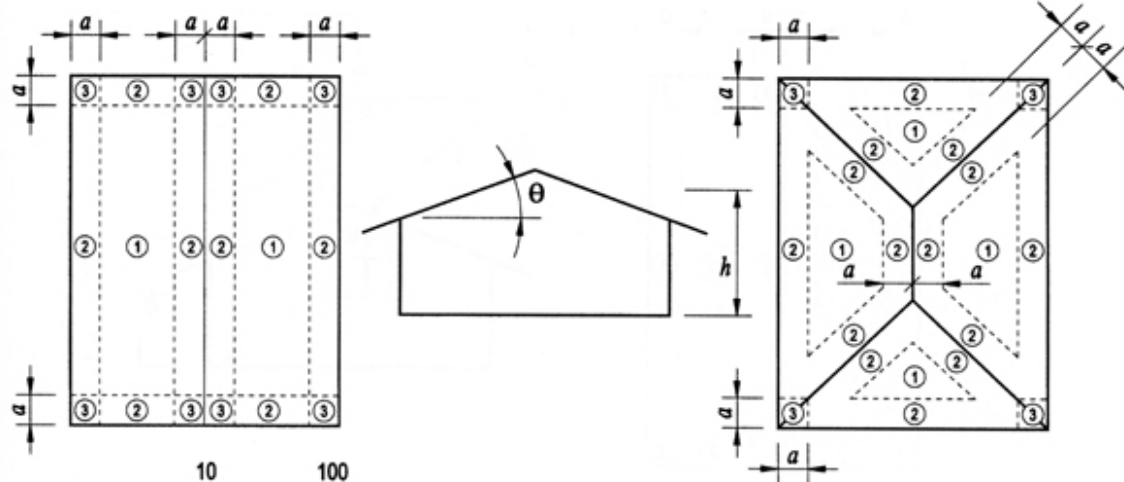
**Casos de Carga Torsional**





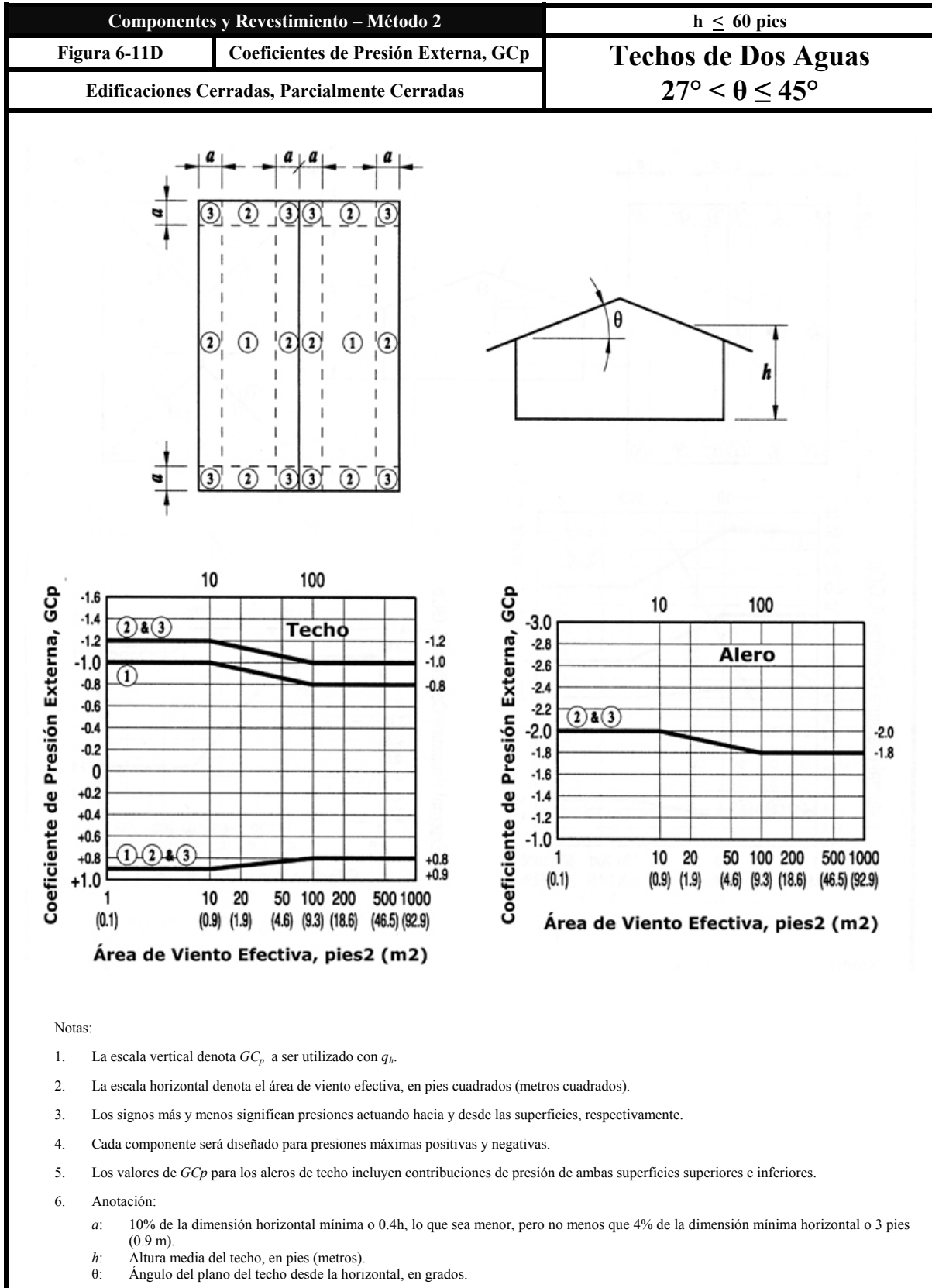


Componentes y Revestimiento – Método 2		$h \leq 60$ pies
Figura 6-11C	Coefficientes de Presión Externa, $GC_p$	Techos de Dos/Cuatro Aguas
Edificaciones Cerradas, Parcialmente Cerradas		$7^\circ < \theta \leq 27^\circ$



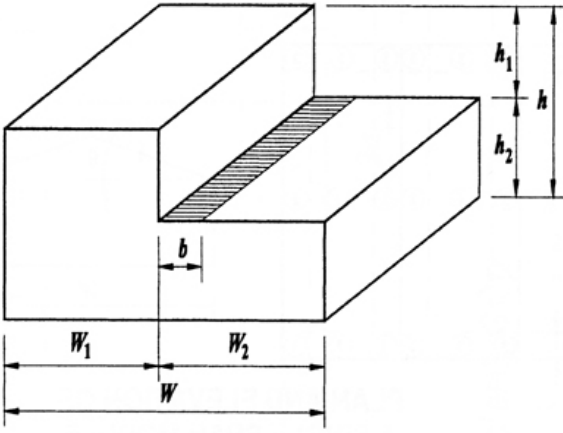
Notas:

1. La escala vertical denota  $GC_p$  a ser utilizado con  $q_h$ .
2. La escala horizontal denota el área de viento efectiva, en pies cuadrados (metros cuadrados).
3. Los signos más y menos significan presiones actuando hacia y desde las superficies, respectivamente.
4. Cada componente será diseñado para presiones máximas positivas y negativas.
5. Los valores de  $GC_p$  para los aleros de techo incluyen contribuciones de presión de ambas superficies superiores e inferiores.
6. Para techos de cuatro aguas con  $7^\circ < \theta \leq 27^\circ$ , las franjas de bordes/caballetes y los coeficientes de presión para caballetes de techos de dos aguas
7. se aplicarán en cada vertiente.
8. Para techos de cuatro aguas con  $\theta \leq 25^\circ$ , la Zona 3 será tratada como Zona 2.
9. Anotación:  
 $a$ : 10% de la dimensión horizontal mínima o 0.4 h, lo que sea menor, pero no menos que 4% de la dimensión mínima horizontal o 3 pies (0.9 m).  
 $h$ : Altura media del techo, en pies (metros), con excepción de que la altura del alero será utilizada para  $\theta \leq 10^\circ$ .  
 $\theta$ : Ángulo del plano del techo desde la horizontal, en grados.



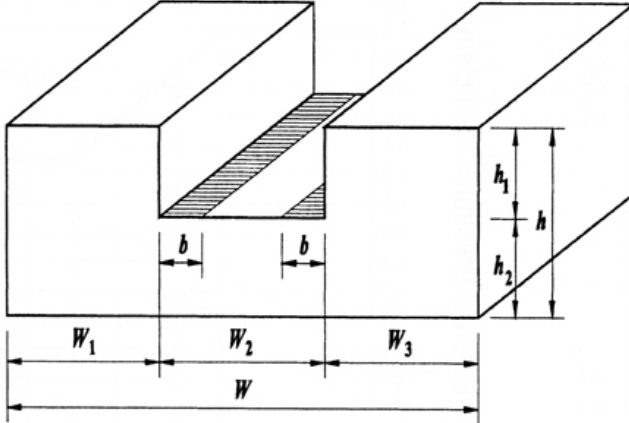
Componentes y Revestimiento – Método 2		$h \leq 60$ pies
Figura 6-12	Coefficientes de Presión Externa, $GC_p$	<b>Techos Escalonados</b>
Edificaciones Cerradas, Parcialmente Cerradas		



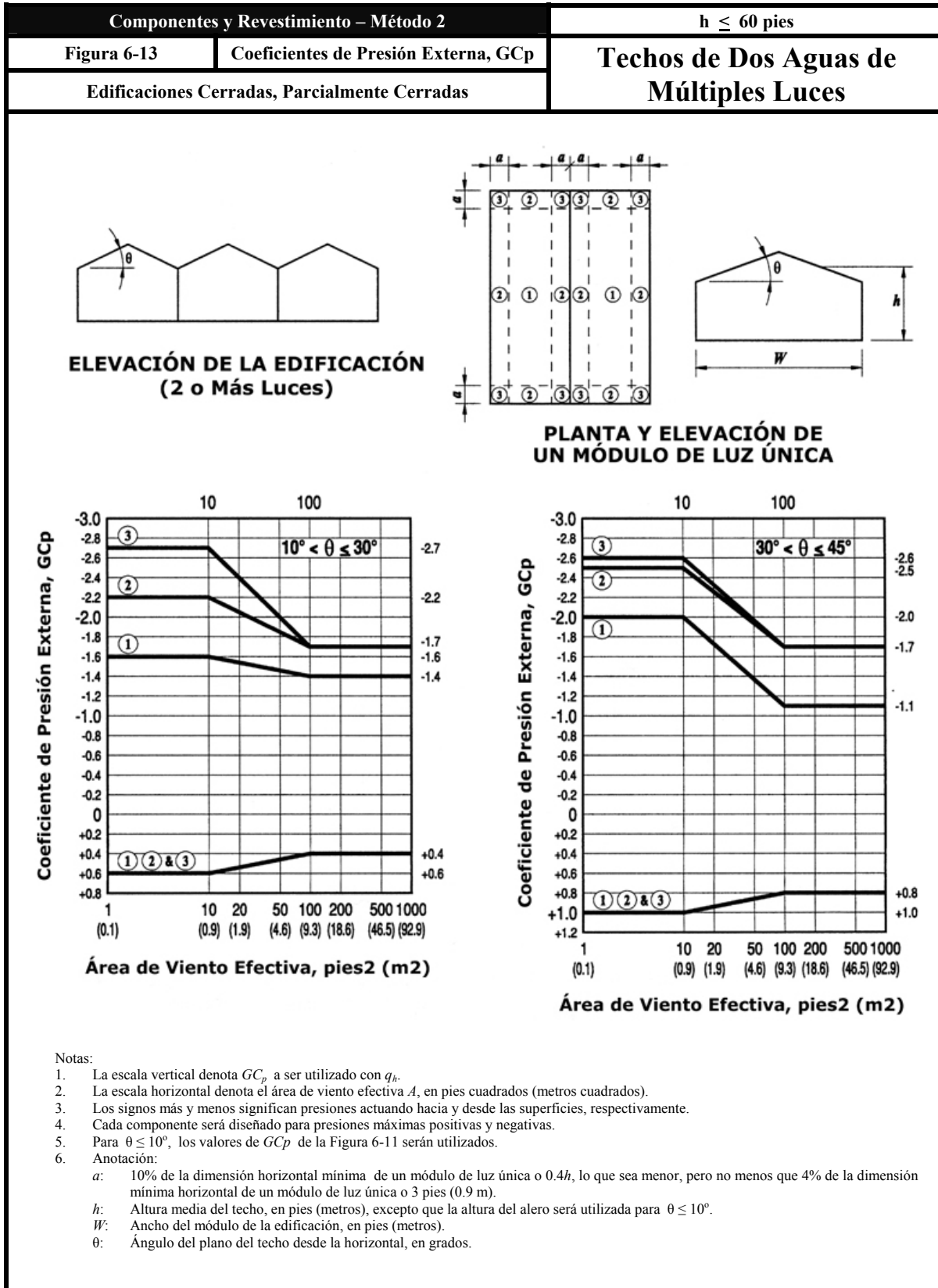
$h_1 \geq 10$  pies (3 m)  
 $b = 1.5 h_1$   
 $b < 100$  pies (30.5 m)  
 $\frac{h_1}{h} = 0.3$  a  $0.7$   
 $\frac{W_i}{W} = 0.25$  a  $0.75$

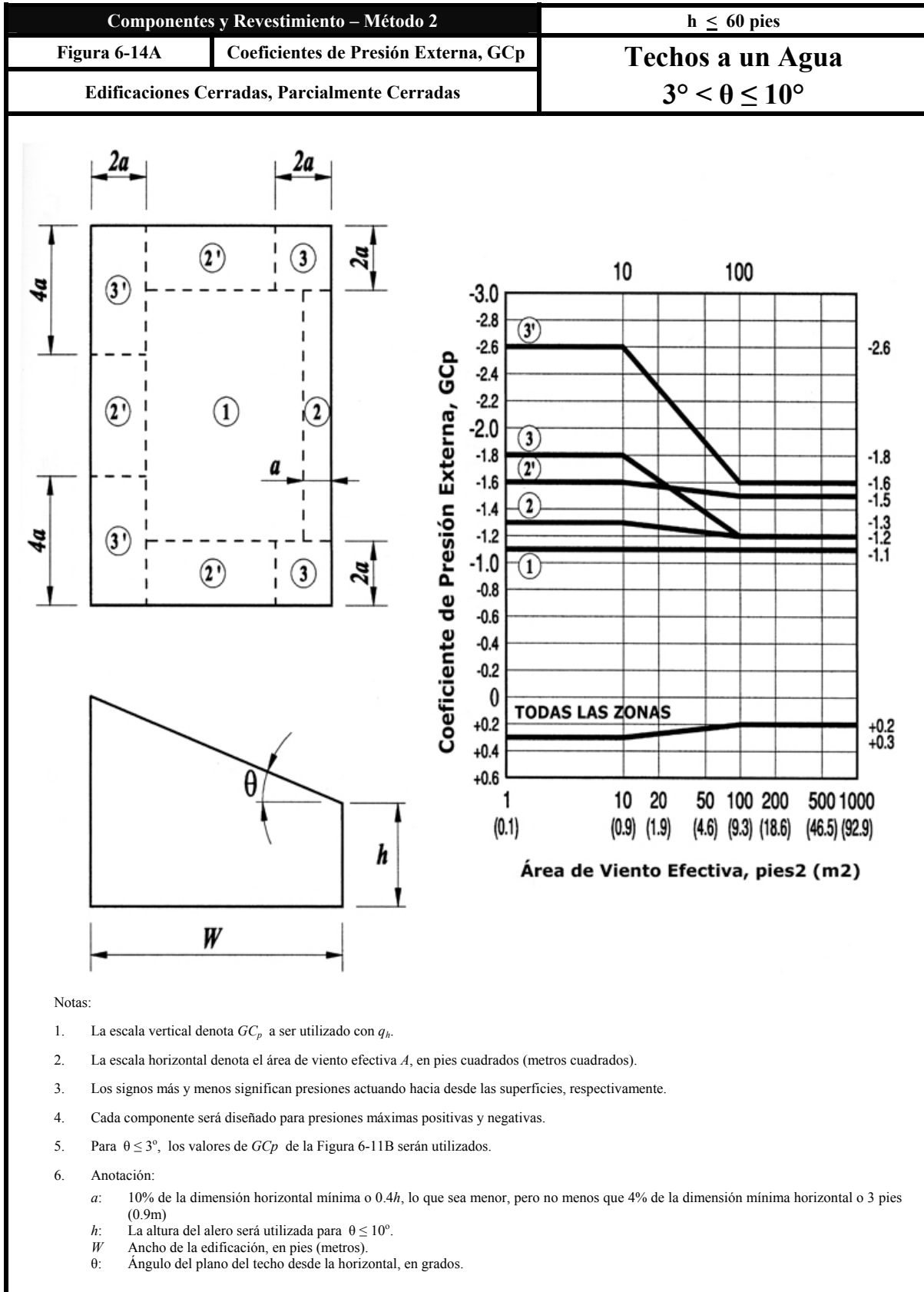
  

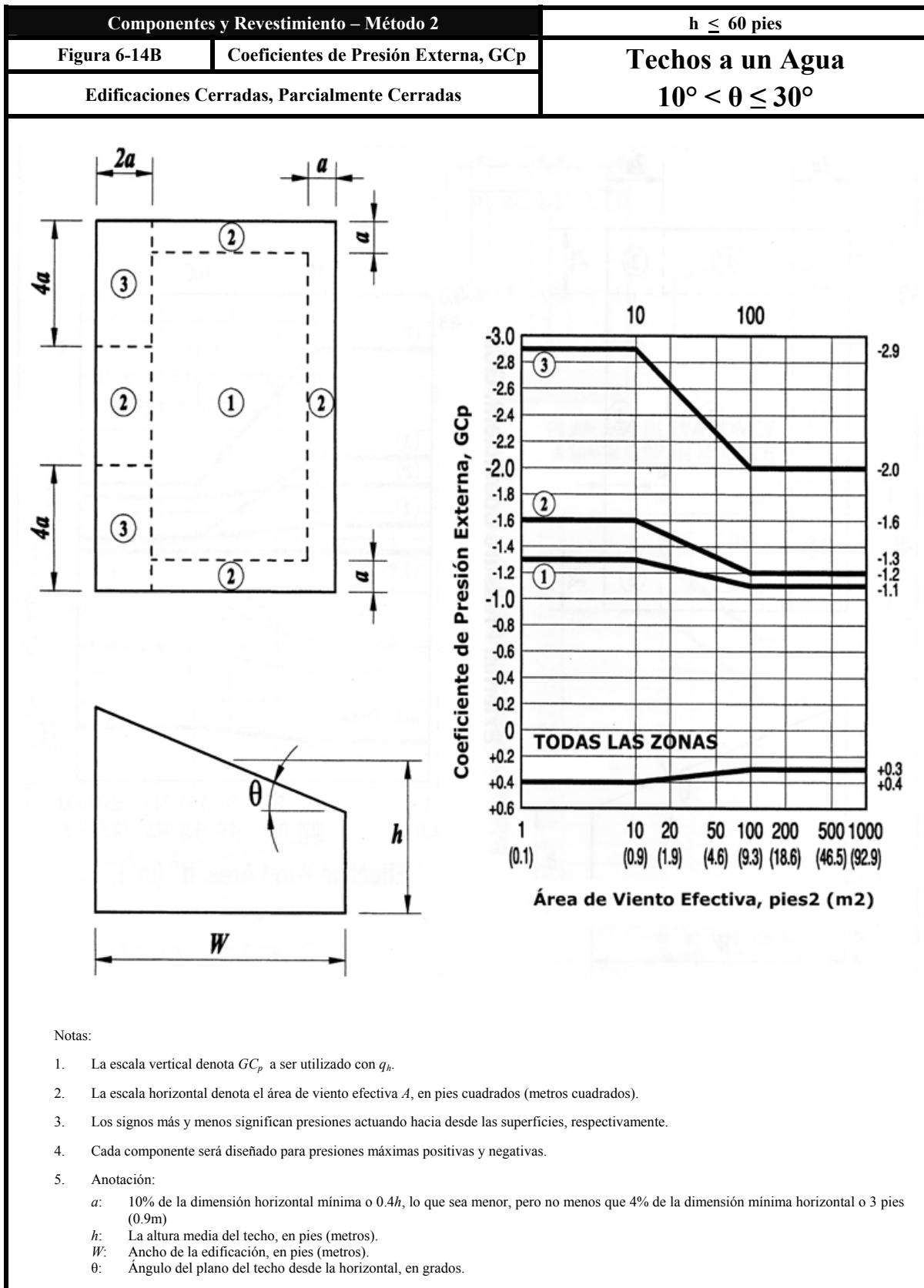


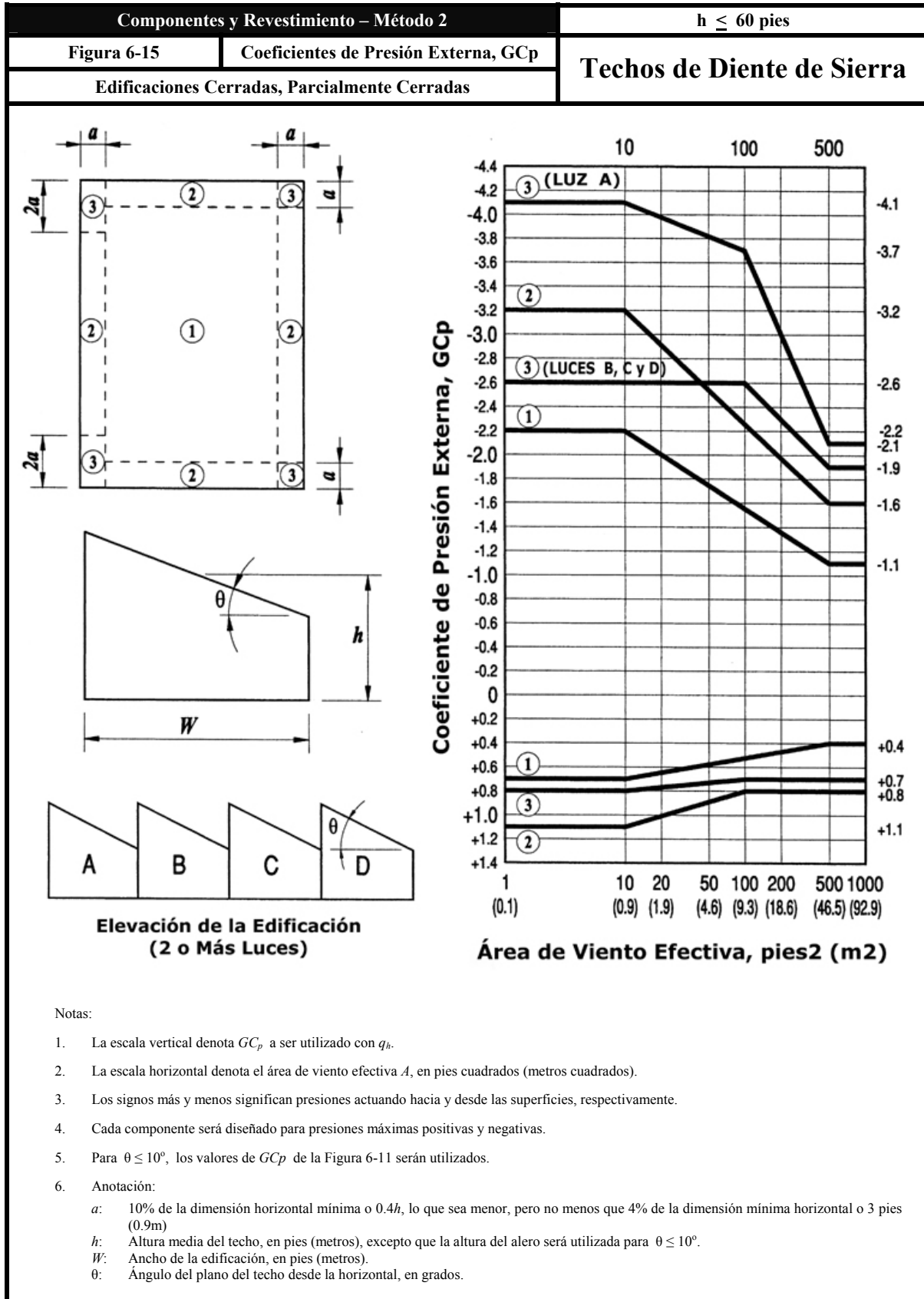
Notas:

- En el nivel más bajo del plano, de los techos escalonados mostrados en la Figura 6-12, se aplicarán las designaciones y coeficientes de presión d zona mostrados en la Figura 6-11B, con excepción de que en la intersección del muro superior con el techo, la Zona 3 será tratada como Zona2 y la Zona 2 será tratada como Zona1. Valores positivos de  $GC_p$  iguales a los que se muestran para los muros en la Figura 6-11A se aplicarán en las áreas rayadas que se muestran en la Figura 6-12.
- Anotación:
  - $b$ :  $1.5h_1$  en la Figura 6-12, pero no mayor que 100 pies (30.5 m).
  - $h$ : Altura media del techo, en pies (metros).
  - $h_i$ :  $h_1$  o  $h_2$  en la Figura 6-12;  $h = h_1 + h_2$ ;  $h_1 \geq 10$  pies (3.1 m);  $h_1/h = 0.3$  a  $0.7$ .
  - $W$ : Ancho de la edificación en la Figura 6-12.
  - $W_i$ :  $W_1$  o  $W_2$  o  $W_3$  en la Figura 6-12.  $W = W_1 + W_2$  o  $W_1 + W_2 + W_3$ ;  $W_i/W = 0.25$  a  $0.75$ .
  - $\theta$ : Ángulo del plano del techo desde la horizontal, en grados.

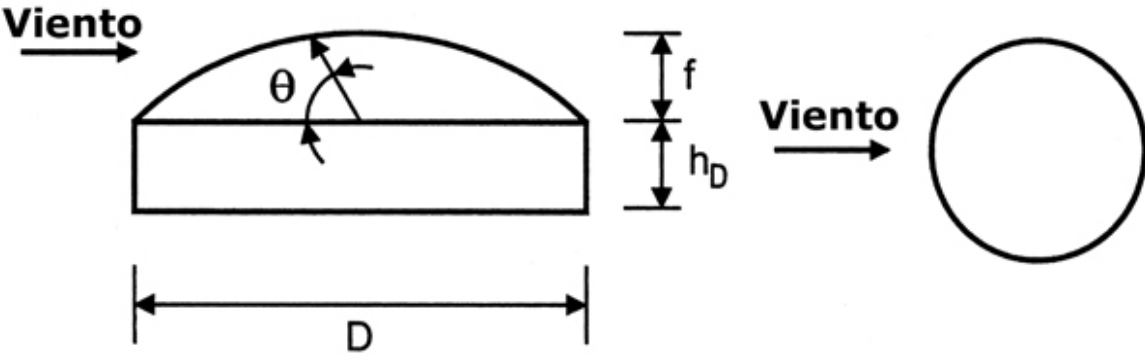


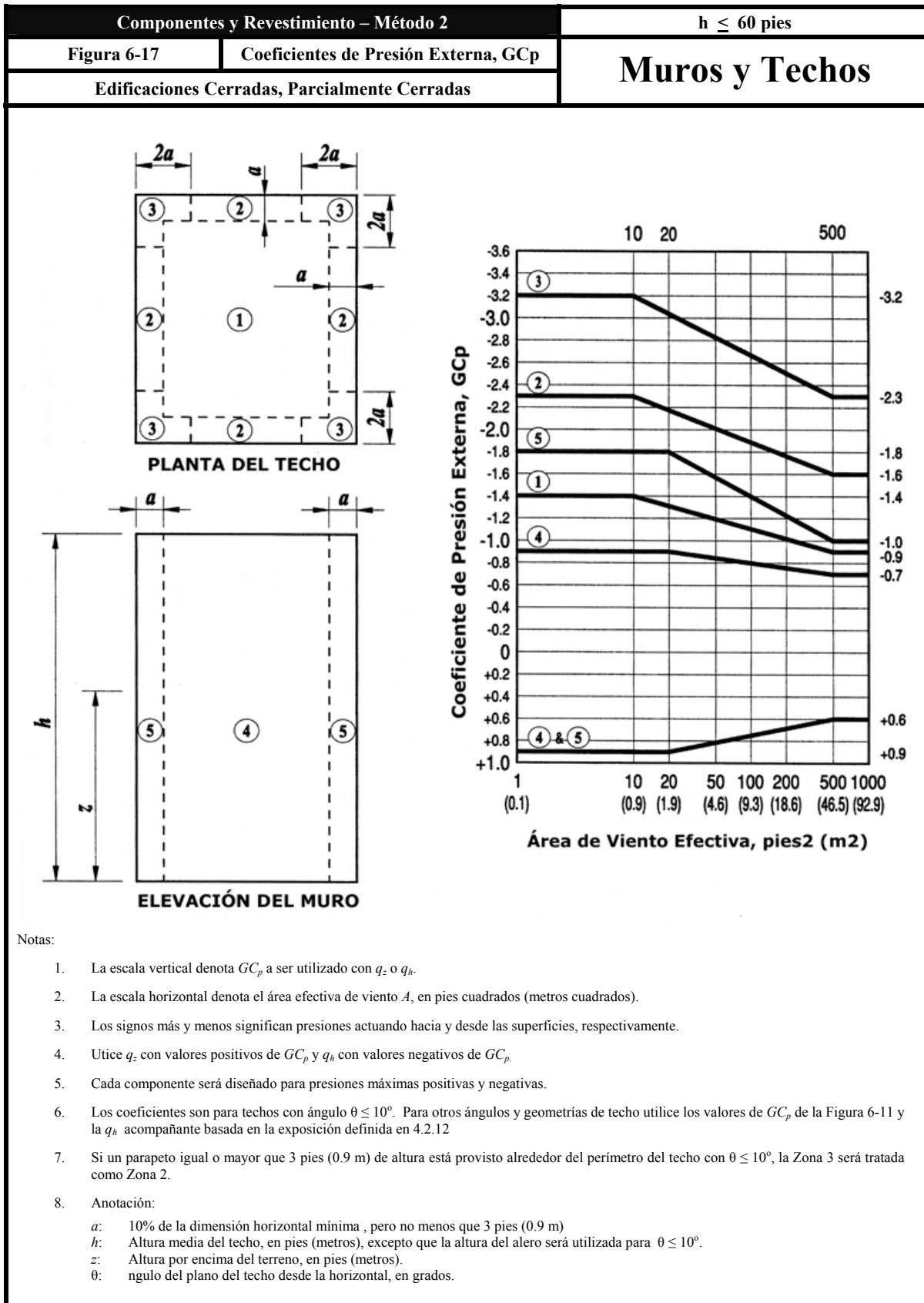








Componentes y Revestimiento – Método 2		Todas las Alturas																
Figura 6-16	Coeficientes de Presión Externa, GC <sub>p</sub>	<b>Techos en Cúpula</b>																
Edificaciones y Estructuras Cerradas, Parcialmente Cerradas																		
																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Coeficientes de Presión Externa para Cúpulas con una Base Circular</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Presiones Negativas</th> <th style="text-align: center;">Presiones Positivas</th> <th style="text-align: center;">Presiones Positivas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\theta</math>, grados</td> <td style="text-align: center;">0 - 90</td> <td style="text-align: center;">0 - 60</td> <td style="text-align: center;">61 - 90</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">GC<sub>p</sub></td> <td style="text-align: center;">-0.9</td> <td style="text-align: center;">+ 0.9</td> <td style="text-align: center;">+ 0.5</td> </tr> </tbody> </table>			Coeficientes de Presión Externa para Cúpulas con una Base Circular					Presiones Negativas	Presiones Positivas	Presiones Positivas	$\theta$ , grados	0 - 90	0 - 60	61 - 90	GC <sub>p</sub>	-0.9	+ 0.9	+ 0.5
Coeficientes de Presión Externa para Cúpulas con una Base Circular																		
	Presiones Negativas	Presiones Positivas	Presiones Positivas															
$\theta$ , grados	0 - 90	0 - 60	61 - 90															
GC <sub>p</sub>	-0.9	+ 0.9	+ 0.5															
<p>Notas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los valores denotan GC<sub>p</sub> a ser usado con <math>q_{(h_D+f)}</math> donde <math>h_D + f</math> es la altura en la parte superior de la cúpula.</li> <li>2. Los signos más y menos significan presiones actuando hacia y desde las superficies, respectivamente.</li> <li>3. Cada componente será diseñado para presiones máximas positivas y negativas.</li> <li>4. Los valores se aplican a <math>0 \leq h_D/D \leq 0.5</math>, <math>0.2 \leq f/D \leq 0.5</math>.</li> <li>5. <math>\theta = 0</math> grados sobre la línea de arranque de la cúpula, <math>\theta = 90</math> grados en el punto central superior de la cúpula. <math>f</math> está medido desde la línea de arranque hasta la parte superior.</li> </ol>																		



Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento – Método 2				Todas las Alturas			
Figura 6-18	Coeficientes de Fuerza, $C_f$			<b>Techos a un Agua</b>			
Edificaciones Abiertas							
Ángulo de Techo $\theta$ grados	L/B						
	5	3	2	1	1/2	1/3	1/5
10	<b>0.2</b>	<b>0.25</b>	<b>0.3</b>	<b>0.45</b>	<b>0.55</b>	<b>0.7</b>	<b>0.75</b>
15	<b>0.35</b>	<b>0.45</b>	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>0.85</b>	<b>0.9</b>	<b>0.85</b>
20	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.75</b>	<b>0.9</b>	<b>1.0</b>	<b>0.95</b>	<b>0.9</b>
25	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.95</b>	<b>1.15</b>	<b>1.1</b>	<b>1.05</b>	<b>0.95</b>
30	<b>0.9</b>	<b>1.0</b>	<b>1.2</b>	<b>1.3</b>	<b>1.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.0</b>

Ángulo de Techo $\theta$ grados	Centro de Presión X/L		
	L/B		
	2 to 5	1	1/5 to 1/2
10 to 20	0.35	0.3	0.3
25	0.35	0.35	0.4
30	0.35	0.4	0.45

Notas:

- Las fuerzas del viento actúan normal a la superficie. Dos casos serán considerados: (1) Fuerzas de viento dirigidas hacia adentro; y (2) Fuerzas de viento dirigidas hacia afuera.
- Se asumirá que el ángulo del techo varía  $\pm 10^\circ$  a partir del ángulo real y el ángulo que resulte en el coeficiente de fuerza máximo, será utilizado.
- Anotación:  
*B*: Dimensión del techo medida normal a la dirección del viento, en pies (metros);  
*L*: Dimensión del techo medida paralela a la dirección del viento, en pies (metros);  
*X*: Distancia al centro de presión a partir del borde de barlovento del techo, en pies (metros); y  
 $\theta$ : Ángulo del plano del techo desde la horizontal, en grados.

Otras Estructuras – Método 2		Todas las Alturas		
Figura 6-19	Coefficientes de Fuerza, $C_f$	<b>Chimeneas, Tanques, Equipamiento de Azotea y Estructuras Similares</b>		
Sección Transversal	Tipo de Superficie	h/D		
		1	7	25
Cuadrada (viento normal a la superficie)	<b>Todas</b>	1.3	1.4	2.0
Cuadrada (viento a lo largo de la diagonal)	<b>Todas</b>	1.0	1.1	1.5
Hexagonal u octagonal	<b>Todas</b>	1.0	1.2	1.4
Redonda ( $D\sqrt{q_z} > 2.5$ )  ( $D\sqrt{q_z} > 5.3$ , $D$ en m, $q_z$ en $N/m^2$ )	<b>Moderadamente lisa</b>	0.5	0.6	0.7
	<b>Áspera (<math>D'/D = 0.02</math>)</b>	0.7	0.8	0.9
	<b>Muy áspera (<math>D'/D = 0.08</math>)</b>	0.8	1.0	1.2
Redonda ( $D\sqrt{q_z} \leq 2.5$ )  ( $D\sqrt{q_z} \leq 5.3$ , $D$ en m, $q_z$ en $N/m^2$ )	<b>Todas</b>	0.7	0.8	1.2

Notas:

1. La fuerza de viento del diseño será calculada con base en el área de la estructura proyectada sobre un plano normal a la dirección del viento. Se asumirá que la fuerza actúa paralela a la dirección del viento.
2. Se permite interpolación lineal para valores de  $h/D$  diferentes a los que se muestran.
3. Anotación:
  - $D$ : diámetro de la sección transversal circular y dimensión horizontal mínima de las secciones transversales cuadradas, hexagonales u octagonales en la elevación bajo consideración, en pies (metros);
  - $D'$ : profundidad de elementos sobresalientes tales como ribetes y alerones, en pies (metros);
  - $h$ : altura de la estructura, en pies (metros); y
  - $q_z$ : presión de la velocidad del viento evaluada a altura  $z$  por encima del terreno, en libras por pie cuadrado ( $N/m^2$ ).

Otras Estructuras – Método 2		Todas las Alturas																																					
Figura 6-20	Coeficientes de Fuerza, $C_f$	<b>Muros Macizos Aislados y Señales o Vallas Macizas</b>																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 20px auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">A Nivel del Terreno</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Por Encima del Nivel del Terreno</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;"><math>v</math></th> <th style="text-align: center;"><math>C_f</math></th> <th style="text-align: center;">M/N</th> <th style="text-align: center;"><math>C_f</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\leq 3</math></td> <td style="text-align: center;">1.2</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 6</math></td> <td style="text-align: center;">1.2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">1.3</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">1.3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">1.4</td> <td style="text-align: center;">16</td> <td style="text-align: center;">1.4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">1.75</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">1.75</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">1.85</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">1.85</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\geq 40</math></td> <td style="text-align: center;">2.0</td> <td style="text-align: center;"><math>\geq 80</math></td> <td style="text-align: center;">2.0</td> </tr> </tbody> </table>				A Nivel del Terreno		Por Encima del Nivel del Terreno		$v$	$C_f$	M/N	$C_f$	$\leq 3$	1.2	$\leq 6$	1.2	5	1.3	10	1.3	8	1.4	16	1.4	10	1.5	20	1.5	20	1.75	40	1.75	30	1.85	60	1.85	$\geq 40$	2.0	$\geq 80$	2.0
A Nivel del Terreno		Por Encima del Nivel del Terreno																																					
$v$	$C_f$	M/N	$C_f$																																				
$\leq 3$	1.2	$\leq 6$	1.2																																				
5	1.3	10	1.3																																				
8	1.4	16	1.4																																				
10	1.5	20	1.5																																				
20	1.75	40	1.75																																				
30	1.85	60	1.85																																				
$\geq 40$	2.0	$\geq 80$	2.0																																				
<p>Notas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El término “señales” en las notas siguientes se aplica también a “muros en posición libre o aislados” .</li> <li>2. Las señales con aberturas que comprenden menos de 30% del área bruta serán consideradas como señales macizas.</li> <li>3. Se considerará que las señales para las que la distancia a partir del terreno hasta el borde superior es menor que 0.25 veces la dimensión vertical están a nivel del terreno.</li> <li>4. Para permitir direcciones de viento normales y oblicuas, se considerarán dos casos:                         <ol style="list-style-type: none"> <li>a. la fuerza resultante actúa normal a la superficie de la señal sobre una línea vertical pasando a través del centro geométrico, y</li> <li>b. la fuerza resultante actúa normal a la superficie de la señal en una distancia desde la línea vertical que pasa a través del centro geométrico igual a 0.2 veces el ancho promedio de la señal.</li> </ol> </li> <li>5. Anotación:                         <ul style="list-style-type: none"> <li>v: razón de la altura al ancho;</li> <li>M: dimensión mayor de la señal, en pies (metros);</li> <li>N: dimensión menor de la señal, en pies (metros).</li> </ul> </li> </ol>																																							

Otras Estructuras – Método 2		Todas las Alturas																			
Figura 6-21	Coeficientes de Fuerza, $C_f$	<b>Señales Abiertas y Armaduras de Celosía</b>																			
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;"><math>\epsilon</math></th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Miembros de Lado Plano</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Miembros Redondos</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;"><math>D\sqrt{q_z} \leq 2.5</math>  <math>(D\sqrt{q_z} \leq 5.3)</math></th> <th style="text-align: center;"><math>D\sqrt{q_z} &gt; 2.5</math>  <math>(D\sqrt{q_z} &gt; 5.3)</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">&lt; 0.1</td> <td style="text-align: center;">2.0</td> <td style="text-align: center;">1.2</td> <td style="text-align: center;">0.8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.1 a 0.29</td> <td style="text-align: center;">1.8</td> <td style="text-align: center;">1.3</td> <td style="text-align: center;">0.9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.3 a 0.7</td> <td style="text-align: center;">1.6</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> <td style="text-align: center;">1.1</td> </tr> </tbody> </table>				$\epsilon$	Miembros de Lado Plano	Miembros Redondos		$D\sqrt{q_z} \leq 2.5$  $(D\sqrt{q_z} \leq 5.3)$	$D\sqrt{q_z} > 2.5$  $(D\sqrt{q_z} > 5.3)$	< 0.1	2.0	1.2	0.8	0.1 a 0.29	1.8	1.3	0.9	0.3 a 0.7	1.6	1.5	1.1
$\epsilon$	Miembros de Lado Plano	Miembros Redondos																			
		$D\sqrt{q_z} \leq 2.5$  $(D\sqrt{q_z} \leq 5.3)$	$D\sqrt{q_z} > 2.5$  $(D\sqrt{q_z} > 5.3)$																		
< 0.1	2.0	1.2	0.8																		
0.1 a 0.29	1.8	1.3	0.9																		
0.3 a 0.7	1.6	1.5	1.1																		
<p>Notas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las señales con aberturas que comprenden 30% o más del área bruta son consideradas como señales abiertas.</li> <li>2. El cálculo de las fuerzas de viento de diseño estará basado en el área de todos los miembros y elementos proyectados expuestos sobre un plano normal a la dirección del viento. Se asumirá que las fuerzas actúan paralelas a la dirección del viento.</li> <li>3. El área <math>A_f</math> consecuente con estos coeficientes de fuerza es el área maciza proyectada normal a la dirección del viento.</li> <li>4. Anotación:                     <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\epsilon</math>: razón del área maciza al área bruta;</li> <li>D: diámetro de un miembro redondo típico en pies (metros);</li> <li><math>q_z</math>: presión de la velocidad del viento evaluada a altura <math>z</math> por encima del terreno en libras por pie cuadrado (<math>N/m^2</math>).</li> </ul> </li> </ol>																					

Otras Estructuras – Método 2		Todas las Alturas						
Figura 6-22	Coeficientes de Fuerza, $C_f$	<b>Torres de Armaduras</b>						
Estructuras Abiertas								
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Sección Transversal de la Torre</th> <th style="text-align: center;"><math>C_f</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Cuadrada</td> <td style="text-align: center;"><math>4.0 \epsilon_2 - 5.9 \epsilon + 4.0</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Triángular</td> <td style="text-align: center;"><math>3.4 \epsilon_2 - 4.7 \epsilon + 3.4</math></td> </tr> </tbody> </table>			Sección Transversal de la Torre	$C_f$	Cuadrada	$4.0 \epsilon_2 - 5.9 \epsilon + 4.0$	Triángular	$3.4 \epsilon_2 - 4.7 \epsilon + 3.4$
Sección Transversal de la Torre	$C_f$							
Cuadrada	$4.0 \epsilon_2 - 5.9 \epsilon + 4.0$							
Triángular	$3.4 \epsilon_2 - 4.7 \epsilon + 3.4$							
<p>Notas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para todas las direcciones de viento consideradas, el área <math>A_f</math> consecuente con los coeficientes de fuerza especificados será el área maciza de una superficie de la torre proyectada sobre el plano de esa superficie para el segmento de la torre bajo consideración.</li> <li>2. Los coeficientes de fuerza especificados son para torres con ángulos estructurales o miembros de lados planos similares.</li> <li>3. Para torres que contienen miembros redondos, es aceptable multiplicar los coeficientes de fuerza especificados por el siguiente factor cuando se determinan las fuerzas de viento sobre dichos miembros:  <math>0.51 \epsilon^2 + 0.57</math>, pero no <math>&gt; 1.0</math></li> <li>4. Las fuerzas de viento serán aplicadas en las direcciones que resultan en fuerzas y reacciones de miembros máximas. Para torres con secciones transversales cuadradas, las fuerzas del viento serán multiplicadas por el siguiente factor cuando el viento está dirigido a lo largo de una diagonal de la torre.  <math>1 + 0.75 \epsilon</math>, pero no <math>&gt; 1.2</math></li> <li>5. Las fuerzas de viento sobre accesorios de torre tales como escaleras, conductos, luces, elevadores, etc. serán calculadas usando coeficientes de fuerza apropiados para estos elementos.</li> <li>6. Las cargas debido a acumulación de hielo como las que se describen en la Sección 11 de la ASCE 7 - 02 serán representadas.</li> <li>7. Anotación:  <math>\epsilon</math>: razón del área maciza al área bruta de una superficie de la torre para el segmento bajo consideración</li> </ol>								

**Factor de Importancia, I (Cargas de Viento)**

**Tabla 6-1**

Categoría	Regiones No Propensas a Huracán y Regiones Propensas a Huracán con V = 85-100 mph y Alaska	Regiones Propensas a Huracán con V > 100 mph
I	0.87	0.77
II	1.00	1.00
III	1.15	1.15
IV	1.15	1.15

Nota:

1. Las categorías de clasificación de edificaciones y estructuras están listadas en la Tabla 1-1.



**Constantes de Exposición del Terreno**

**Tabla 6-2**

Exposición	$\alpha$	$z_g$ (pies)	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\bar{a}$	$\bar{b}$	c	$\lambda$ (pies)	$\bar{\epsilon}$	$z_{min}$ (pies)*
B	<b>7.0</b>	<b>1200</b>	<b>1/7</b>	<b>0.84</b>	<b>¼.0</b>	<b>0.45</b>	<b>0.30</b>	<b>320</b>	<b>1/3.0</b>	<b>30</b>
C	<b>9.5</b>	<b>900</b>	<b>1/9.5</b>	<b>1.00</b>	<b>1/6.5</b>	<b>0.65</b>	<b>0.20</b>	<b>500</b>	<b>1/5.0</b>	<b>15</b>
D	<b>11.5</b>	<b>700</b>	<b>1/11.5</b>	<b>1.07</b>	<b>1/9.0</b>	<b>0.80</b>	<b>0.15</b>	<b>650</b>	<b>1/8.0</b>	<b>7</b>

\* $z_{min}$  = altura mínima utilizada para asegurar que la altura equivalente  $z$  es mayor que  $0.6h$  o  $z_{min}$ .  
 Para edificaciones con  $h \leq z_{min}$ , se tomará  $z$  como  $z_{min}$ .

Coefficientes de Exposición de la Presión de Velocidad  $K_h$  y  $K_z$

Tabla 6-3

Altura por encima del nivel del terreno, z		Exposición (Nota 1)			
		B		C	D
pies	(m)	Caso 1	Caso 2	Casos 1 y 2	Casos 1 y 2
0-15	(0-4.6)	0.70	0.57	0.85	1.03
20	(6.1)	0.70	0.62	0.90	1.08
25	(7.6)	0.70	0.66	0.94	1.12
30	(9.1)	0.70	0.70	0.98	1.16
40	(12.2)	0.76	0.76	1.04	1.22
50	(15.2)	0.81	0.81	1.09	1.27
60	(18)	0.85	0.85	1.13	1.31
70	(21.3)	0.89	0.89	1.17	1.34
80	(24.4)	0.93	0.93	1.21	1.38
90	(27.4)	0.96	0.96	1.24	1.40
100	(30.5)	0.99	0.99	1.26	1.43
120	(36.6)	1.04	1.04	1.31	1.48
140	(42.7)	1.09	1.09	1.36	1.52
160	(48.8)	1.13	1.13	1.39	1.55
180	(54.9)	1.17	1.17	1.43	1.58
200	(61.0)	1.20	1.20	1.46	1.61
250	(76.2)	1.28	1.28	1.53	1.68
300	(91.4)	1.35	1.35	1.59	1.73
350	(106.7)	1.41	1.41	1.64	1.78
400	(121.9)	1.47	1.47	1.69	1.82
450	(137.2)	1.52	1.52	1.73	1.86
500	(152.4)	1.56	1.56	1.77	1.89

Notas:

1. Caso 1:
  - a. Todos los componentes y revestimiento.
  - b. Sistema principal resistente a fuerza de viento en edificaciones bajas diseñadas utilizando la Figura 6-10.
- Caso 2:
  - a. Todos los sistemas principales resistentes a fuerza de viento en las edificaciones excepto aquellos en edificaciones bajas diseñadas utilizando la Figura 6-10.
  - b. Todos los sistemas principales resistentes a fuerza de viento en otras estructuras.

2. El coeficiente de exposición de la presión de la velocidad del viento  $K_z$  puede ser determinado a partir de la siguiente formula:

Para  $15 \text{ pies} \leq z \leq z_g$

Para  $z < 15 \text{ pies}$

$$K_z = 2.01 (z/z_g)^{2/\alpha}$$

$$K_z = 2.01 (15/z_g)^{2/\alpha}$$

Nota: z no deberá ser tomada menor de 30 pies para el Caso 1 en exposición B.

3.  $\alpha$  y  $z_g$  se tabulan en la Tabla 6-2.
4. La interpolación lineal para valores intermedios de la altura z es aceptable.
5. Las categorías de exposición están definidas en 4.2.12.

**Factor de Direccionalidad del Viento,  $K_d$**

**Tabla 6-4**

Tipo de Estructura	Factor de Direccionalidad $K_d^*$
Edificaciones Sistema Principal Resistente a Fuerza de Viento	0.85
Componentes y Revestimiento	0.85
Techos Arqueados	0.85
Chimeneas, Tanques, y Estructuras Similares	
Cuadradas	0.90
Hexagonales	0.95
Redondas	0.95
Señales Macizas	0.85
Señales Abiertas y Armaduras de Celosía	0.85
Torres de Armaduras	
Triangulares, cuadradas, rectangulares	0.85
Todas las demás secciones transversales	0.95

\*El Factor de Direccionalidad  $K_d$  ha sido calibrado con combinaciones de las cargas especificadas en epigrafe 3.5. Este factor se aplicará únicamente cuando sea utilizado en conjunto con las combinaciones de carga especificadas en 3.5.1 y 3.5.2.

**Tabla 7-1**  
**Clasificación de Las Edificaciones para Cargas de Viento**

Naturaleza de Ocupación	Categoría
<p>Edificaciones u otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en la eventualidad de fallo incluyendo, pero no limitadas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidades agrícolas</li> <li>- Algunas facilidades temporales</li> <li>- Facilidades de almacenaje menores</li> </ul>	I
<p>Todas las edificaciones y otras estructuras excepto las catalogadas en las Categorías I, III y IV</p>	II
<p>Edificaciones y otras estructuras que representan un riesgo sustancial para la vida humana en la eventualidad de fallo incluyendo, pero no limitadas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Edificaciones y otras estructuras donde más de 300 personas se congregan en un área</li> <li>- Edificaciones y otras estructuras con escuelas primarias, escuelas secundarias o facilidades de cuidado durante el día con capacidad para más de 150 personas</li> <li>- Edificaciones y otras estructuras para capacidad de más de 500 personas para colegios o facilidades de educación de adultos</li> <li>- Facilidades para el cuidado de la Salud con capacidad de 50 o más pacientes residentes pero que no tienen facilidades de cirugía o tratamiento de emergencia</li> <li>- Prisiones y facilidades de detención</li> <li>- Estaciones de generación de energía y otras facilidades de servicio público no incluidas en la Categoría IV</li> </ul> <p>Edificaciones y otras estructuras que contienen cantidades suficientes de sustancias tóxicas, explosivas u otras sustancias riesgosas que son peligrosas para el público si se liberan incluyendo, pero no limitadas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidades Petroquímicas</li> <li>- Facilidades de almacenamiento de combustible</li> <li>- Facilidades de Fabricación o almacenaje de químicos riesgosos</li> <li>- Facilidades de Fabricación o almacenaje de explosivos</li> </ul> <p>Las edificaciones y otras estructuras que están equipadas con contenciones secundarias de sustancias tóxicas, explosivas u otras sustancias riesgosas (incluyendo, pero no limitadas a tanque de pared doble, dique de tamaño suficiente para contener un derrame u otros medios para contener un derrame o explosión dentro de los límites de propiedad de la facilidad y prevenir la liberación de cantidades dañinas de contaminantes al aire, suelo, aguas subterráneas y agua de superficie) o atmósfera (donde sea apropiado) serán elegibles para clasificación como estructura de Categoría II.</p> <p>En regiones propensas a huracán, las edificaciones y otras estructuras que contengan sustancias tóxicas, explosivas, u otras sustancias riesgosas y no califican como estructuras de Categoría IV serán elegibles para clasificación como estructuras de Categoría II para cargas de viento si estas estructuras son operadas de conformidad con procedimientos obligatorios aceptables a la autoridad que tiene jurisdicción y las cuales disminuyen efectivamente los efectos del viento sobre elementos estructurales críticos o las que alternativamente protegen contra liberaciones de productos dañinos durante y después de los huracanes.</p>	III
<p>Edificaciones y otras estructuras designadas como facilidades esenciales incluyendo, pero no limitadas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hospitales y otras facilidades para el cuidado de la salud que tienen facilidades de cirugía o tratamiento de emergencia</li> <li>- Estaciones de bomberos, rescate y policía y garajes para vehículos de emergencia</li> <li>- Albergues designados para terremoto, huracán, u otra emergencia</li> <li>- Centros de comunicación y otras facilidades requeridas para respuesta a emergencia</li> <li>- Estaciones de generación de energía y otras facilidades de servicio público requeridas en una emergencia</li> <li>- Estructuras auxiliares (incluyendo, pero no limitadas a torres de comunicación, tanques de almacenamiento de combustible, torres de enfriamiento, estructuras de subestación eléctrica, tanques de almacenamiento de agua para combatir fuego u otras estructuras que alojan o sostienen agua u otro material o equipo para combatir fuego) requeridas para la operación de estructuras de Categoría IV durante una emergencia.</li> <li>- Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares de aeronaves de emergencia</li> <li>- Facilidades de almacenamiento de agua y estructuras de bombeo requeridas para mantener presión de agua para combatir fuego</li> <li>- Edificaciones y otras estructuras que tienen funciones críticas de defensa nacional</li> </ul>	IV

**Tabla 7-2**  
**Factor de Importancia I para Cargas de Viento**

<b>Categoría</b>	<b>Regiones no Propensas a Huracán y Regiones Propensas a Huracán con V = 137 – 161 km/h (85 – 100 mph)</b>	<b>Regiones Propensas a Huracán con V &gt; 161 km/h (100 mph)</b>
I	0.87	0.77
II	1.00	1.00
III	1.15	1.15
IV	1.15	1.15

Nota: Las categorías de clasificación de edificación y estructura están listadas en la Tabla 7-1.