

### 13.4 – Análisis de daños en edificios bajos ( Low rise buildings)

Dentro de esta categoría podemos incluir las viviendas, galpones , gimnasios , escuelas, fabricas, etc.

En general los problemas son las voladuras de techos, derrumbes de paredes y roturas de vidrios.

En muchas ocasiones, las voladuras de techos ocurren por mal anclaje en los muros perimetrales. Otras veces, por aberturas que permiten el ingreso del viento , donde la presión interna se suma a la succión exterior , aumentando el efecto de levantamiento . Cuando el viento ingresa por una abertura y no tiene salida por el muro opuesto se agrava el problema.

Los huracanes (Ciclones tropicales) son una de las causas mas importantes de los colapsos , pero América del sur estos fenómenos no se producen.

América Central y sud de USA son zonas mas afectadas por estos huracanes donde son habituales las construcciones livianas prefabricadas de madera o las de baja calidad con materiales locales..

.Los huracanes con velocidades de hasta 260 km/h , suministran cargas cíclicas en techos y paredes que pueden aflojar las uniones con la fundación y las conexiones entre paredes y techos con el consiguiente agregado de la fatiga del material.

Los tornados, tienen velocidades tangenciales que pueden alcanzar 500 km/h y además producen efectos de levantamiento a velocidades de hasta 300 km/h.

En nuestro país si bien no hay huracanes, si existen vientos fuertes y tornados que pueden afectar las construcciones precarias o aquellas mal construidas.

J.Mc Donald y J. Mehnest describen los daños que pueden ocurrir en este tipo de construcciones .La presión externa empuja paredes, techos y mueve pisos a balorvento. La fuerza de empuje provoca el deslizamiento o giro de la construcción si no esta bien anclada. Se desarrollan presiones locales en las esquinas de los muros, aleros y techos, que tienden a dislocar los techos y causar fallas entre las conexiones.

Las fallas en techos incluyen sus voladuras totales o parciales y el peligro de dejar expuestos a sus habitantes a la acción directa del viento y lluvia. Los muros pueden ser separados de la fundación y arrancados del suelo.

Las construcciones de mampostería con techos de hormigón armado bien ejecutadas, con adecuado anclaje de la cubierta con las paredes, estas con la fundación y esta con el suelo difícilmente sean afectadas por los tornados, cuidando la protección de las aberturas.

Los tinglados o galpones con estructuras metálicas y techos de chapa están propensos a sufrir daños por falta de arriostramiento. Aquellos construidos con columnas y vigas de reticulados en sección rectangular con hierros redondos muy utilizados en nuestro país, generalmente no se calculan y cualquier herrero los fabrica sin ningún control. Existen muchos derrumbes de este tipo, con vientos normales.

Se analiza una cubierta a dos vertientes, totalmente cerrada en sus muros laterales (Fig.13.14 a) y cuya pendiente sea menor que 30°. Salvo la cara a balorvento, el techo y las paredes están sometidos a succión y teóricamente no existiría presión interna.

.Aparece una fuerza de levantamiento L hacia arriba, pero siempre existen filtraciones de aire y pueden existir algunas succiones que limitan un poco esta fuerza.

Si se abriera una abertura a barlorvento, la presión interna sería positiva con lo cual se incrementa la fuerza de levantamiento L sobre techo (fig. 13.14. b).

Si se abriera una abertura a sotavento, la presión interna sería negativa, con lo cual se reduce el valor L (Fig. 13.14 c).

Esta sería la mejor forma de actuar ante una tormenta pero es peligroso hacerlo, por cuanto el viento puede cambiar de rumbo y generalmente hay lluvia.

El problema se presenta mayormente en las construcciones precarias sometidas a fuertes vientos en zonas cálidas, por efectos de huracanes , donde se producen levantamientos de techos (Fig. 13.15).

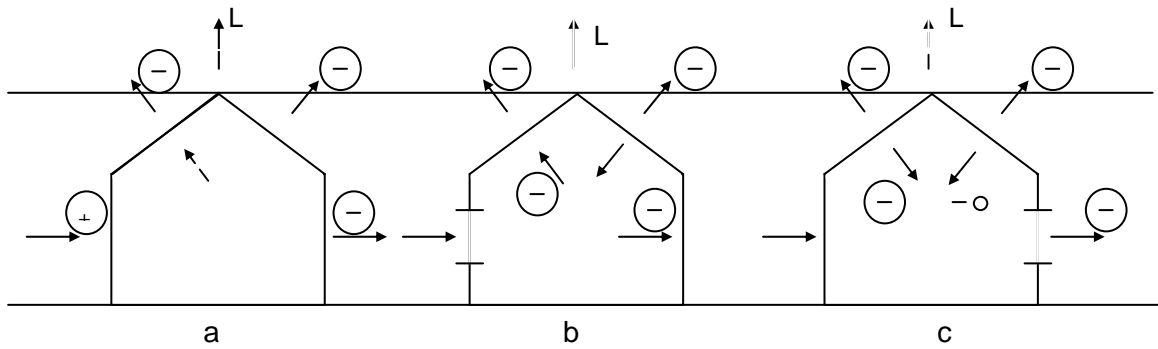


Fig. 13.14.- Efectos del viento sobre una cubierta con diferente permeabilidad [Ref 44]

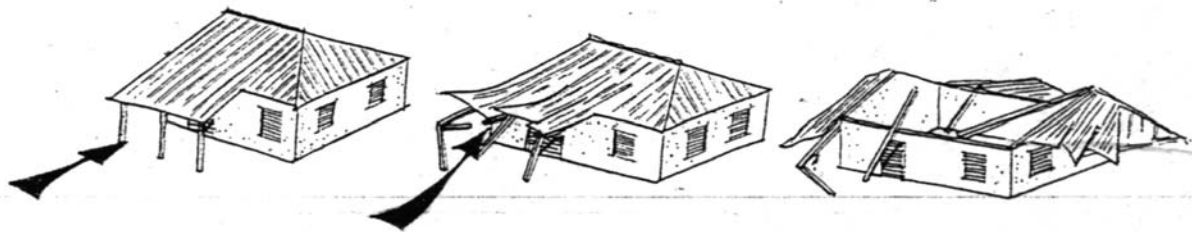


Fig. 13.15 [Ref. 44]

El Prof. Blessmann sugiere abrir aberturas en la cumbrera con el objeto de crear succiones internas importantes, citando los ensayos de Whitbread y Packer.

Valores de $c_{pi}$ — Ensaio de Whitbread e Packer							
Perfil do vento	% de abertura da parede						
		Só a barlavento	Só a sotavento	Ambas	Só a barlavento	Só a sotavento	Ambas
	0	0	0	0	-0,51	-0,51	-0,51
	0,34	-	-	+ 0,11	-0,39	-0,44	-0,34
	1,11	+ 0,57	-0,18	+ 0,14	-0,18	-0,35	-0,21
	3,33	+ 0,61	-0,18	+ 0,16	+ 0,25	-0,25	-0,07
14,45	+ 0,67	-0,22	+ 0,25	+ 0,61	-0,27	+ 0,16	
	0	0	0	0	-0,55	-0,55	-0,55
	1,11	+ 0,48	-0,22	+ 0,10	-0,21	-0,37	-0,25
	3,33	+ 0,47	-0,23	+ 0,10	+ 0,15	-0,29	-0,13
	14,45	+ 0,44	-0,26	+ 0,12	+ 0,39	-0,29	+ 0,03

Fig. 13.16.- Determinación de coeficientes de presión interna en cubiertas a dos aguas con diferente permeabilidad [Ref 42].

Se ven en la Fig.13.16, representados los valores de coeficientes de presión interna considerando diagrama de presiones constantes y variables. Se compara una construcción

con la cubierta totalmente cerrada y otra con una abertura en la cumbre, variando el porcentaje de aberturas en las paredes. Si se analiza el caso con paredes totalmente cerradas, la presión interna es 0, pero si se abre la linterna aparece una succión importante (-0,51 o -0,55) para ambos perfiles de la velocidad del viento, que se opone al levantamiento .

En Fig.13.17 se presenta un tinglado cerrado con linterna en la cumbre, que para un ángulo  $\alpha < 30^\circ$  ambas vertientes están sometidas a succiones exteriores que provocan una fuerza de levantamiento. Por efecto de la linterna aparecen presiones internas positivas que disminuyen la presión total. La linterna puede tener venecianas o no.

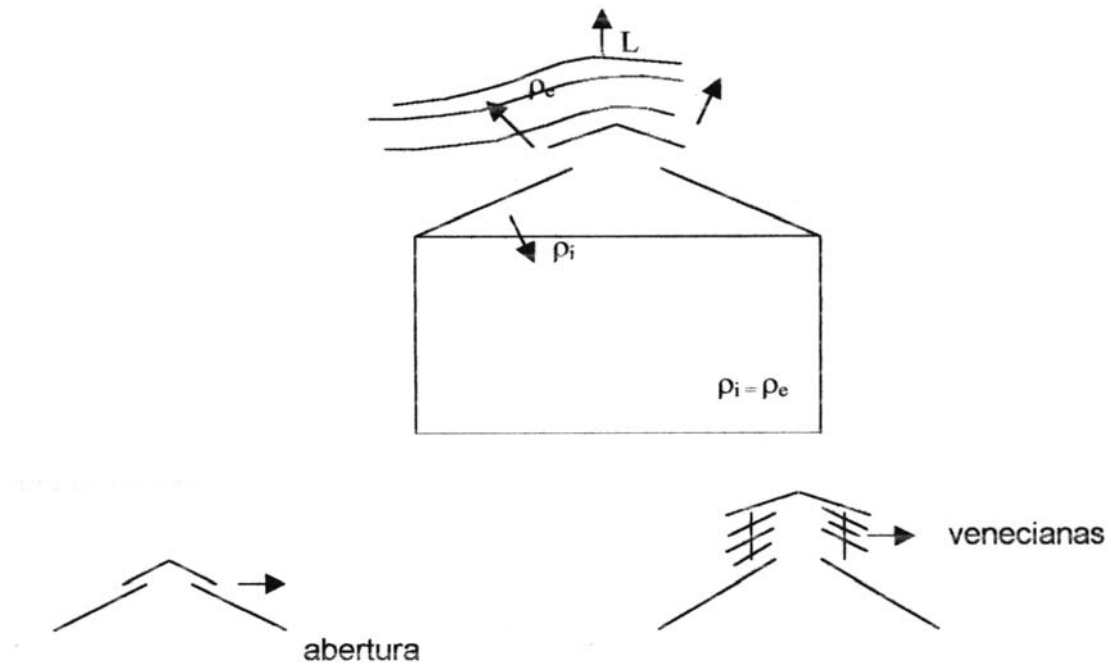


Fig. 13.17.- Efecto de la linterna en el valor de las presiones internas. [Ref 42]

Si el viento es perpendicular a la cumbre, pueden usarse linternas con tapas articuladas (Fig. 13.18) que se abren a sotavento incrementando las presiones internas. Si no hay linterna, se logra el mismo efecto abriendo una ventana a sotavento.

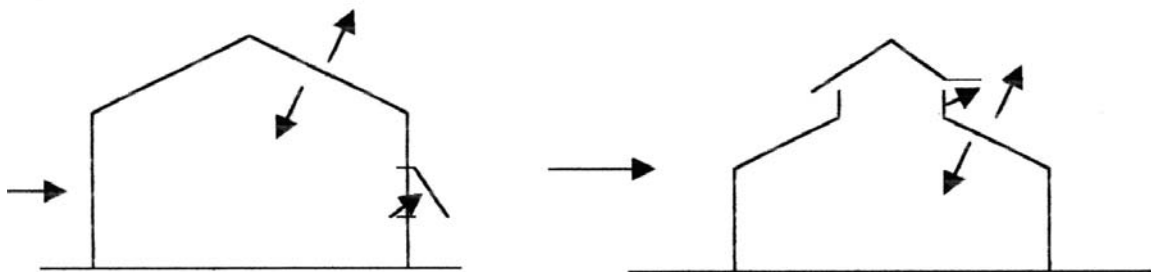


Fig. 13.18.- Influencia de aberturas a sotavento en el valor de las presiones internas [Ref. 44]

Bierty y Gardener [43] analizaron la influencia de la pendiente en el valor de los coeficientes de presión para valores medios (Fig. 13.19) en la vertiente a barlovento. En abscisa figura el ángulo y en ordenada el coeficiente e presión medio, donde se observa que para 30°  $C_p = 0$ . Cuando disminuye la pendiente aumentan las succiones (en valor absoluto) y cuando crece la pendiente aumentan las presiones. Sin embargo no conviene aumentar mas de 30° porque con viento oblicuo aumentan las depresiones a sotavento. También se analizaron valores pico de ráfaga que ocurren en los bordes, donde se observa que para cualquier ángulo hay succiones y nunca se hacen 0, adquiriendo valores mayores en valor absoluto (Fig. 13.20) y en este caso la representación es una curva.

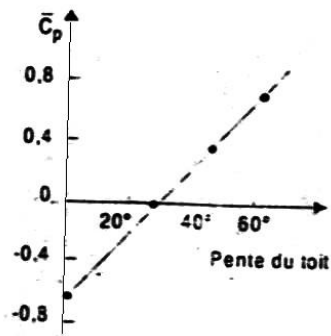


Fig. 13.19 [Ref. 44]

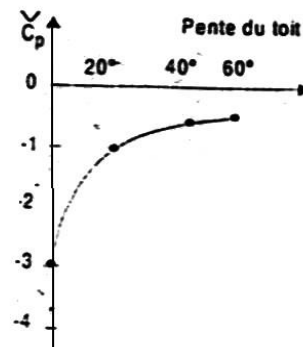


Fig.13.20.- [Ref. 20]

Barré y Fernand (44) mediante ensayos en el túnel de viento detectaron que los techos a cuatro vertientes (Fig. 13.21) se comportan mejor que los de dos vertientes. para lo cual propuso una abertura en el vértice de la pirámide unida a un tubo (Fig. 13.22)

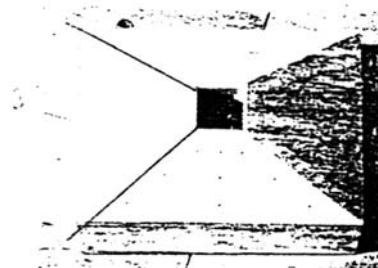


Fig. 13.21 [Ref. 20]

Si la estructura estuviera cerrada, como máximo aparecerían coeficientes de presión externa de succión de  $-0,20$ , pero con este sistema, aparecería un coeficiente de presión interna de  $-0.70$  que prácticamente anularía la fuerza de levantamiento

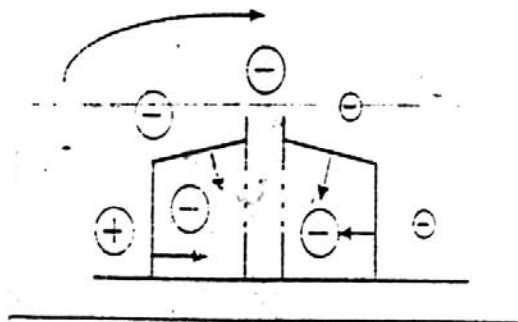


Fig. 13.22 [Ref. 44]

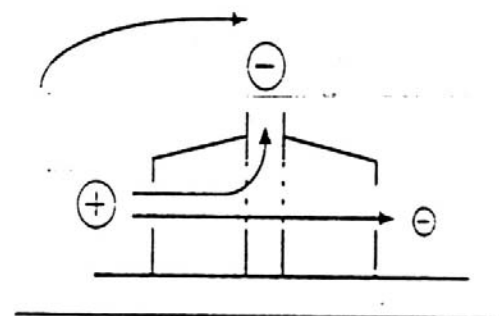


Fig.13.23 [Ref. 44]

En Fig.13.23 se, observa que cuando no hay viento, si se abren las ventanas a barlovento y sotavento, se favorece la ventilación natural.

Si bien se soluciona el problema global de presiones faltaría controlar las acciones locales en los bordes que pueden ser elevadas. (Fig. 13.24)

Una forma de mitigar las presiones locales sería colocando una grilla horizontal en el borde (Fig. 13.25) que corta el flujo sobre la pendiente dirigiéndolo hacia arriba.

Otra forma es colocar a lo largo de los bordes dientes de sierra que crean vortices que minimizan las depresiones.(Fig. 13.26)

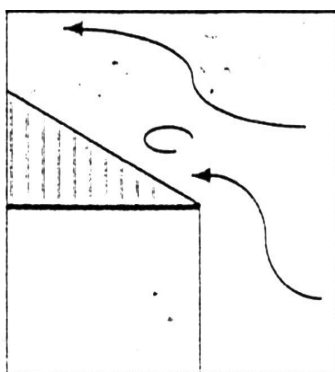


Fig. 13.24.- [Ref 44]

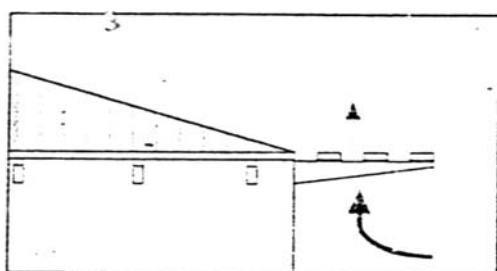


Fig. 13.25 (Ref 44)

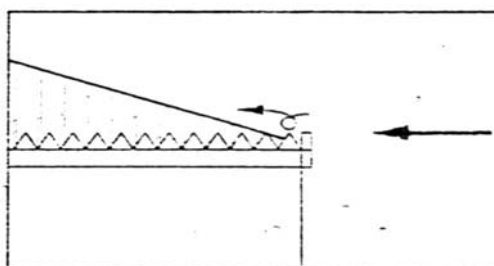


Fig.13.26 (Ref 44)

#### 13.4.1.- Accidentes

##### 3.2.1.1.- Barrio España- Resistencia (Mayo de 1983)

Correspondían al sistema (FONAVI), con 100 casas afectadas

Las chapas estaban ancladas en las vigas de bordes mediante tirafondos introducidos en el hormigón. La longitud de anclaje era reducido y la succión del viento superó la resistencia por adherencia con el hormigón. (Fotos 13.3, 13.4 y 13.5)

Foto 13.3





Foto 13.4



Foto 13.5

#### 13.4.1.2.-Anfiteatro Transito Cocomarola – (Corrientes)

Es un reticulado estereo con barras de hierro redondo cubierto por placas de hormigón y su forma es de un conoide abierto en el frente y cerrado atrás que colapsó el 28 de abril de 1992.-(Fig. 13.27)

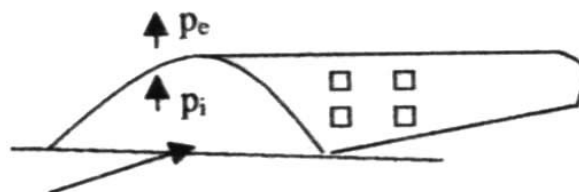


Fig. 13.27.- Esquema del anfiteatro

El Prof. D'Ascenzo hizo un informe referente a las causas del colapso de la estructura. Un viento fuerte, pero que no superaba el valor de calculo, ingresó en forma directa por la parte abierta, quedando embolsado y creando presiones internas  $p_i$  importantes que se sumaron a las succiones exteriores.

$$P_t = p_e + p_i$$

En un instante literalmente explotó la estructura, derribándose.

El proyectista había previsto esta posibilidad, colocando sobre la superficie lateral aberturas que en caso como este se abrirían automáticamente por la fuerza del viento hacia fuera dejando pasar el aire y minimizando las presiones internas

Lamentablemente, como el cierre de estas aberturas no era estanco, cuando llovía pasaba el agua que caía sobre la gente y fueron clausuradas por la cual el aire no tuvo salida.