

¿CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE LAS FUERZAS SÍSMICAS Y LAS FUERZAS DEL VIENTO?

1. Introducción

A diferencia de las fuerzas verticales que actúan sobre una estructura (debidas a su peso y uso), las fuerzas de viento y las fuerzas sísmicas actúan horizontalmente. Si esto es así, ¿existe alguna diferencia entre unas y otras? La respuesta es sí y existe una diferencia inmensa entre unas y otras. Este pequeño artículo busca aclarar éstas diferencias de la forma más sencilla posible. Primero que todo recordemos qué es una estructura.

2. ¿Cuál es la función de una estructura?

La función de una estructura es la de transmitir fuerzas. Dicho de otra forma, las fuerzas “viajan” por la estructura desde su punto de aplicación hasta el terreno (figura 1).

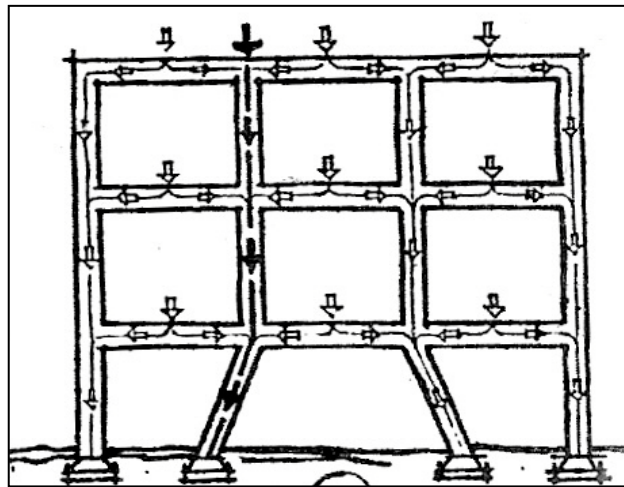


Figura 1⁽¹⁾. Transmisión de fuerzas en una estructura

3. Tipos de fuerzas

Una estructura se ve sometida a muchos tipos de fuerzas. En forma simplificada podríamos agruparlas en dos tipos:

- Fuerzas verticales, que son debidas, por ejemplo, al peso de la estructura, a los acabados y que por ser inmóviles se llaman cargas muertas (Figura 2.1) y las debidas a las personas, a las mercancías, que por ser móviles, se llaman cargas vivas (Figura 2.2).

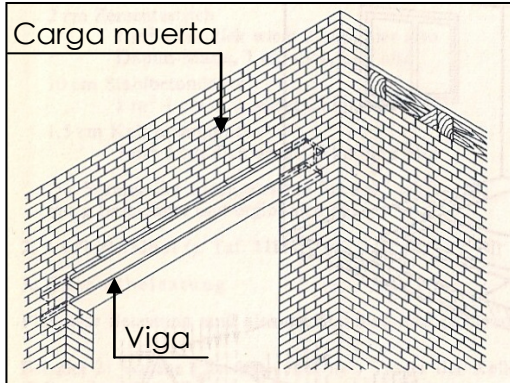


Figura 2.1

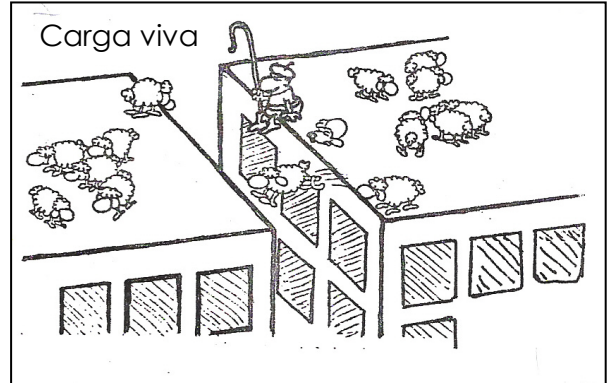


Figura 2.2

Figura 2⁽²⁾. Fuerzas verticales

- Fuerzas horizontales, que se deben, entre otros, al viento (Figura 3.1) o a los sismos (Figura 3.2).

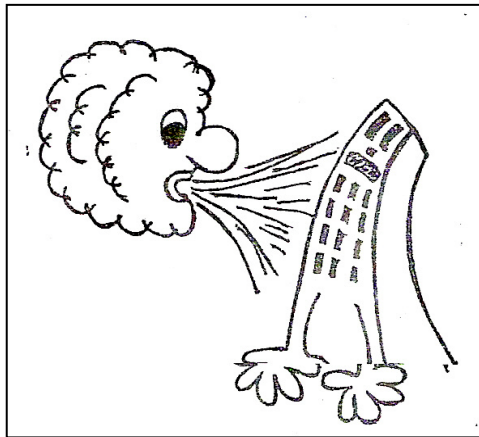


Figura 3.1. Debidas al viento

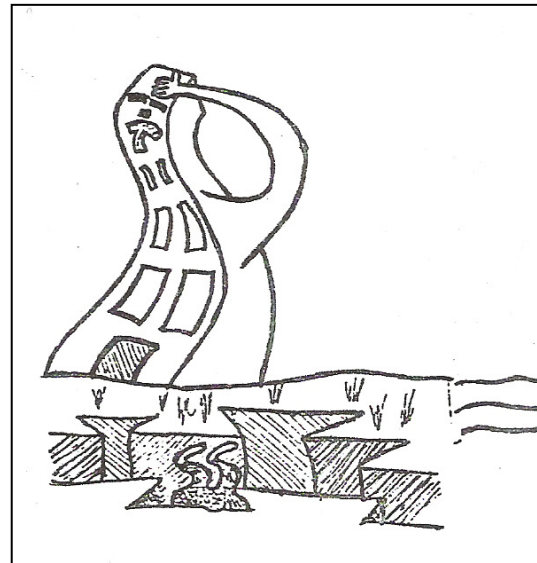


Figura 3.2. Debidas al sismo

Figura 3⁽²⁾. Fuerzas horizontales

4. ¿Cómo se determinan estas fuerzas horizontales?

Aunque el cálculo de la magnitud de las fuerzas indicadas es complejo, en aras de entender su determinación vamos a expresarlos en función de su parámetro determinante:

Las fuerzas horizontales debidas al sismo son proporcionales al peso de la estructura W :

$$F_s \propto W \quad (1)$$

Las fuerzas horizontales debidas al viento son proporcionales al área efectiva A , es decir el área expuesta al viento:

$$F_w \propto A \quad (2)$$

5. ¿Qué diferencia estas fuerzas?

Es importante resaltar de las ecuaciones (1) y (2), que las fuerzas sísmicas F_s dependen principalmente del peso W de la edificación, más no así las fuerzas debidas al viento F_w , que no tienen que ver con el peso de la estructura, sino del área A que está expuesta al viento. Aunque la distribución de fuerzas debidas al viento es compleja (Figura 4⁽³⁾), las normas, en forma simplificada, especifican cargas uniformes equivalentes que deben considerarse aplicadas sobre toda el área expuesta (Figura 5⁽⁴⁾).

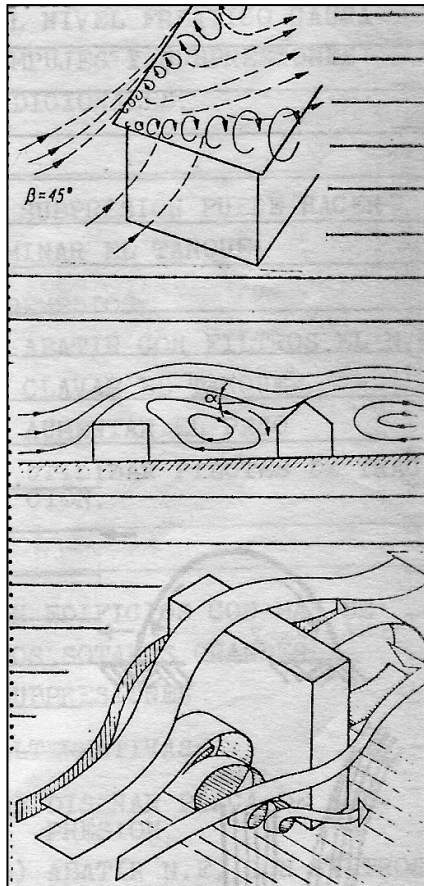


Figura 4⁽³⁾. Efecto del viento sobre las estructuras

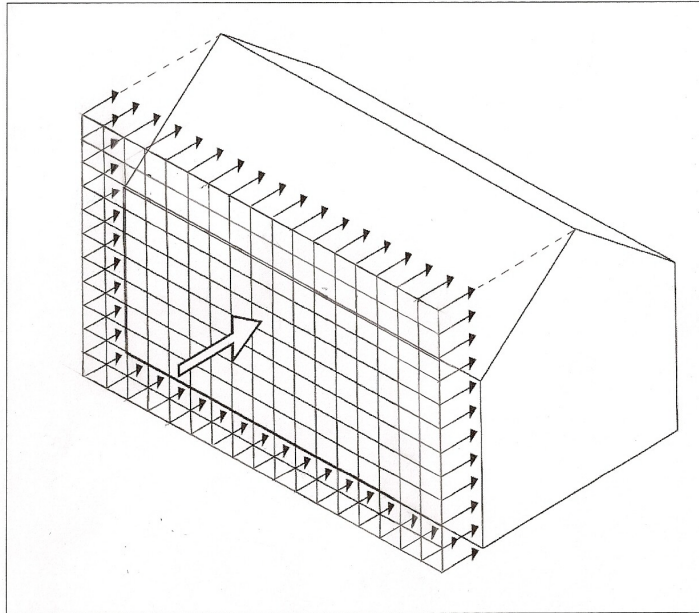


Figura 5⁽⁴⁾. Fuerza uniforme debida al viento, que actúa sobre una estructura

En este punto es importante mencionar una situación que todos hemos vivido cuando el viento es muy fuerte. Intuitivamente, sin conocer nada de estructuras, nos encorvamos y lo que estamos buscando, no es otra cosa que reducir el área expuesta al viento y con esto, reducir la fuerza que el viento ejerce sobre nosotros.

Una vez entendida la diferencia entre las fuerzas sísmicas y las fuerzas del viento, ocasionalmente surge la pregunta de si en una zona sísmica, deben o no considerarse las solicitaciones debidas al viento. El ejemplo siguiente busca dar respuestas a esta pregunta.

6. Ejemplo práctico

Para entender los conceptos anteriores, analicemos el caso de una torre para publicidad en un centro comercial. El proyecto contemplaba colocar el aviso del centro comercial en la parte superior como se indica en la figura 6.1 y fue diseñado estructuralmente para esa condición. Al pasar los años, se tomó la decisión de efectuar una promoción de temporada en la que participarían todos los almacenes y se definió que se iba a "cubrir" la estructura con una tela plástica muy liviana y resistente, en la cual irían los nombres de los almacenes y demás mensajes publicitarios. (Ver figura 6.2)

Una rápida revisión del ingeniero estructural demostró que el proyecto de cubrir la torre no se podía realizar. Los diseñadores desconcertados preguntaban cuál era la razón, si la tela pesaba muy poco y la respuesta es sencilla: Efectivamente desde un punto de vista de seguridad sísmica no hay problema, pues el incremento de peso debido a la tela es sumamente pequeño y por lo tanto la variación en las fuerzas sísmicas es insignificante y está cubierto por los factores de seguridad. Pero con las fuerzas debidas al viento la situación es diferente, pues el área expuesta al viento, para la cual fue diseñada la torre fue de $6,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 15,0 \text{ m}^2$ y al cubrir

la torre el área expuesta pasaría a ser de $28,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 70,0 \text{ m}^2$. De esta forma se tendría, en forma simplificada, la siguiente relación:

$$\frac{\text{Fuerza del viento que actúa sobre la torre cubierta}}{\text{Fuerza del viento que actúa sobre la torre según el diseño estructural}} \propto \frac{70,0 \text{ m}^2}{15,0 \text{ m}^2} = 4,6!$$

En otras palabras, la fuerza que actuaría sobre la torre cubierta sería 4,6 veces superior a la de diseño e irremediablemente la torre fallaría, pues este incremento supera los factores de seguridad.

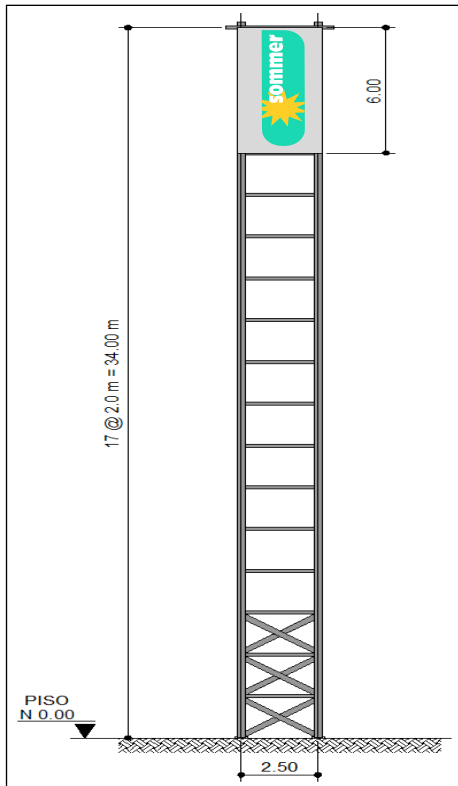


Figura 6.1. Situación inicial

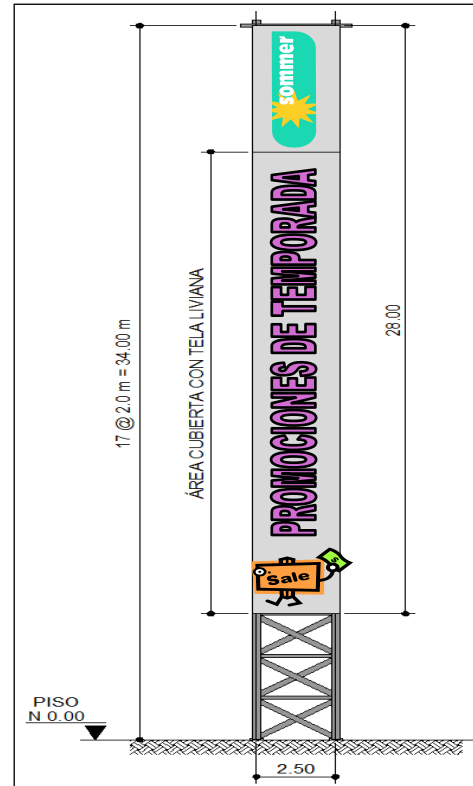


Figura 6.2. Situación en temporadas (Torre vestida)

(Nota: Sommer y Sale, son imágenes tomadas de Internet)

7. Conclusión

Las fuerzas sísmicas y las de viento son de diferente naturaleza, y por lo tanto, en cada proyecto deben considerarse y analizar cual es la que controla el diseño.

REFERENCIAS

1. Torroja, Eduardo. "Razón y Ser de los tipos estructurales".
2. Mejía C., Luis Gonzalo. "Lecciones de Estructuras para Arquitectos y Constructores". Centro de Publicaciones U. N. Medellín, 1983.
3. Leutheusser, Hans J. "Gebäudeaerodynamik". Vorlesung SS 1976. T.H. zu Karlsruhe.
4. Ching, Francis D.K., Winkel, Steven R. "Building Codes Illustrated. A guide to understand the 2006 International Building Code". Edit. John Wiley & Sons, Inc. Segunda edición. USA, 2003.