

SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Lic. Santiago Creel Miranda
Secretario de Gobernación

Lic. María del Carmen Segura Rangel
Coordinadora General de Protección Civil

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

M. en I. Roberto Quaas Weppen
Director General

Dra. Georgina Fernández Villagómez
Directora de Investigación

Ing. Enrique Guevara Ortiz
Director de Instrumentación y Cómputo

M. en I. Tomás Alberto Sánchez Pérez
Director de Difusión

Lic. Gloria Luz Ortiz Espejel
Directora de Capacitación

Lic. Luz María Flores Guerrero
Directora de Administración

Profra. Carmen Pimentel Amador
Directora de Servicios Técnicos

1ª edición, agosto 2003

SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN

Abraham González Núm. 48,
Col. Juárez, Deleg. Cuauhtémoc,
C.P. 06699, México, D.F.

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

Av. Delfín Madrigal Núm. 665,
Col. Pedregal de Santo Domingo,
Deleg. Coyoacán, C.P. 04360, México, D.F.

Teléfonos:

(55) 54 24 61 00

(55) 56 06 98 37

Fax (55) 56 06 16 08

e-mail editor@cenapred.unam.mx

www.cenapred.unam.mx

Autores Oscar A. López Báltiz y Héctor M. Toledo Sánchez

ISBN 970-628-637-3

Edición: Violeta Ramos Radilla

Portada: Demetrio Vázquez Sánchez

Corrección de estilo: Iván Gabriel Llano Alcántara

Derechos reservados conforme a la ley

IMPRESO EN MÉXICO. *PRINTED IN MEXICO*

Distribución Nacional e Internacional: Centro Nacional de Prevención de Desastres

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

**ESTUDIO DE LA SEGURIDAD DE LAS EDIFICACIONES DE VIVIENDA
ANTE LA INCIDENCIA DE VIENTO**

**Oscar A. López Bátiz
Héctor M. Toledo Sánchez**

**Coordinación de Investigación
Subdirección Estructuras y Geotecnia**

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	5
RESUMEN Y ABSTRACT	6
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 ANTECEDENTES	7
1.2 OBJETIVOS Y ALCANCES.....	8
CAPÍTULO II EFECTOS DESTRUCTIVOS DEL VIENTO	9
2.1 INTRODUCCIÓN AL FENÓMENO DEL VIENTO	9
2.2 EFECTO DEL VIENTO SOBRE CUERPOS	13
2.3 EFECTO DESTRUCTIVO DEL VIENTO EN ESTRUCTURAS Y ESCALAS DE DAÑO.....	14
2.3.2 Escalas de daño por viento en función de la velocidad del mismo	18
CAPÍTULO III VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA DE BAJO COSTO ANTE EL EFECTO DEL VIENTO.....	21
3.1 ESTRUCTURAS MUY VULNERABLES	21
3.2 ELABORACIÓN DE MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD GLOBAL PARA LA REPÚBLICA.....	24
3.3 PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS ANTE EL EFECTO DEL VIENTO	28
CAPÍTULO IV ISIDORE: EJEMPLO DE HURACÁN CON GRAN CAPACIDAD DE DAÑO.....	31
4.1 INTRODUCCIÓN	31
4.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL VIENTO DURANTE ESTE METEORO.....	32
4.3 DAÑOS GENERADOS POR EL EFECTO DEL VIENTO	34
4.3.1 Daños en líneas vitales e instalaciones industriales.....	34
4.3.2 Daños en edificaciones de vivienda.....	38
4.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
4.4.1 Conclusiones.....	43
4.4.2 Recomendaciones	44
CAPÍTULO V EDIFICACIÓN DE BAJO COSTO RESISTENTE A VIENTO	47
5.1 MECANISMOS COMUNES DE FALLA	47
5.2 ELEMENTOS ESTRUCTURALES RESISTENTES A VIENTO	49
5.3 EDIFICACIÓN DE AUTOCONSTRUCCIÓN RESISTENTE A VIENTO	55
5.3.1 Características del refuerzo en muros de la estructura de la vivienda	56
5.3.2 Características del refuerzo en muros para las bardas de colindancia	58
5.3.3 Características del anclaje para cubiertas de techos	58
5.3.4 Características de la estructura de techo para recibir a los elementos de cubierta	61

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
6.1 CONCLUSIONES.....	65
6.2 RECOMENDACIONES.....	66
6.2.1 Refuerzo para muros de vivienda	66
6.2.2 Refuerzo para muros de bardas colindantes.....	67
6.2.3 Anclaje para cubiertas de techos.....	67
6.3 NECESIDADES FUTURAS	72
REFERENCIAS	73
AGRADECIMIENTOS	75
ANEXO.....	77

ESTUDIO DE LA SEGURIDAD DE LAS EDIFICACIONES DE VIVIENDA ANTE LA INCIDENCIA DE VIENTO

RESUMEN EJECUTIVO

Los efectos directos e indirectos causados por los fenómenos meteorológicos en las viviendas en México, significan una gran cantidad de pérdida de vidas humanas y daños materiales que superan ampliamente los daños generados por la conjunción de cualquier otro tipo de eventos naturales durante décadas. Estas pérdidas, de igual manera que para otros eventos naturales, han recaído en mayor medida en los grupos más desprotegidos y vulnerables de la población.

En este estudio y de acuerdo con la estrategia planteada en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 de avanzar en una política frente a los desastres que priorice la prevención, se describen los eventos, tipos de daños que genera y la forma de poder convivir con ellos de una manera lógica y racional. Así mismo, se incluyen estrategias y procesos encaminados a la prevención y mitigación del riesgo por vientos fuertes, a la atención de la emergencia así como a la recuperación y reconstrucción después de la incidencia de éstos. El trabajo está enfocado a la vivienda, especialmente la de bajo costo.

Con base en la información existente sobre las características promedio de la vivienda en los diferentes estados de la República Mexicana, y con los valores de velocidades máximas de viento medidas en todo el territorio nacional, se presenta la relación vulnerabilidad-peligro en todos los estados de la República para uso de las autoridades estatales y municipales de protección civil.

Las medidas de reducción de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos ocupan un lugar importante en este trabajo. Se trata, en general, de edificaciones consideradas “no ingenieriles” (o de auto construcción), las cuales normalmente constituyen el total del capital de sus dueños. La falta de atención al comportamiento de la vivienda ante fenómenos meteorológicos extremos ha sido una de las principales causas de desastres en años recientes.

Se incluyen también recomendaciones dirigidas a la población sobre qué hacer antes, durante y después de un evento de este tipo. El grado de conocimiento que los pobladores tengan de las amenazas de los eventos naturales y de las medidas para enfrentarlas, es factor fundamental para disminuir sus consecuencias, así como lo es la participación en la organización de los operativos de protección.

Finalmente se presenta en el anexo un mapa de susceptibilidad de daño por viento en edificación de vivienda para la República Mexicana.

RESUMEN

Con objeto de reducir los daños en las viviendas de bajo costo ante la incidencia de vientos fuertes, producto de fenómenos meteorológicos extremos, se presenta una interpretación sencilla sobre el origen de los fenómenos que originan el viento, así como el efecto de éste sobre las construcciones.

Con base en la información existente sobre las características promedio de la vivienda en los diferentes estados de la República Mexicana, y con los valores de velocidades máximas medidas en todo el territorio nacional, se presentan procedimientos de construcción y refuerzo enfocados a la autoconstrucción para la vivienda; también se incluye información de la relación susceptibilidad peligro en todos los estados de la República para uso de las autoridades estatales y municipales de protección civil.

Finalmente, se presenta un mapa de susceptibilidad de daño por viento en vivienda para la República Mexicana.

ABSTRACT

In order to reduce the damage on low-cost housing due to strong winds, a simple interpretation about the origin of the wind phenomenon, as well as the effect of the wind on constructions are presented.

Based on the existing information on low-cost housing, along with the maximum wind velocities measured over the country, a procedure for construction and rehabilitation of low-cost housing is presented. A hazard susceptibility relation for all states of the country, aimed at state and municipal civil protection authorities, is also presented.

Finally, it is shown a damage susceptibility map for house dwelling due to wind forces in Mexico.

I INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Históricamente en nuestro país, al igual que en gran parte de los países en vías de desarrollo, se observan consistentemente daños en las edificaciones, ante la incidencia de eventos naturales, como sismos y fenómenos meteorológicos. Dentro de las edificaciones mayormente afectadas se encuentran las viviendas de bajo costo, la mayoría de las cuales es de autoconstrucción y en ellas se emplean materiales de baja calidad, es decir, materiales que pueden denominarse como materiales de características “precaras”.

En cuanto a los fenómenos meteorológicos, el aspecto que mayormente genera daño es el viento. El viento, junto con la lluvia, es una de las principales manifestaciones de los fenómenos meteorológicos. Una de las definiciones más conocidas del viento es aquella que menciona que es la masa del aire en movimiento; los vientos son ríos de aire que se mueven a través de la atmósfera terrestre a diferentes velocidades.

Los vientos se generan principalmente ante la incidencia de los rayos solares sobre la Tierra, los cuales calientan la superficie del planeta y el aire de las capas inferiores de la atmósfera terrestre. Quizá la forma más fácil de comprenderlo sea observar el humo de un cerillo encendido. El humo de la combustión subirá sin cesar; esto sucede por que la llama ha calentado el aire, y el aire caliente se dilata; esto lo hace más liviano. Ahora bien, el aire más liviano, rodeado de aire más pesado, se ve obligado a subir, y el aire más pesado acude desde todos lados a ocupar su lugar. El aire calentado se ve así obligado a elevarse, como cuando un corcho tiene que subir a la superficie del agua que llena una cubeta.

Esas corrientes de aire ascendente, como las que se ven cuando se enciende un cerillo y el aire caliente hace subir el humo, se podrían denominar como “vientos ascendentes”. La mayoría de los movimientos del aire en los grandes espacios abiertos se originan así, al ascender el aire calentado por el Sol, lo que produce una corriente de aire frío que acude a ocupar el lugar que deja el aire caliente al elevarse.

Para poder entender cómo se genera el viento en la atmósfera terrestre, se podría considerar el ejemplo de un recipiente lleno de agua expuesto al fuego. Se observa que cuando la llama toca el fondo, el agua burbujea rápidamente; pero si hay sitios del fondo a los cuales no llega la llama, el agua se puede conservar allí bastante fría. Algo muy parecido es lo que sucede con el aire de la atmósfera bajo el efecto de los rayos del Sol. A lo largo del Ecuador, cuando el Sol está directamente arriba, el suelo está sujeto a un proceso de calentamiento, de modo que el aire que está sobre él se calienta. Pero, más al Norte y al Sur, a ambos lados, los rayos del Sol descargan con menor intensidad su calor, y el aire es mucho más frío. De este modo, el aire caliente que hay a lo largo del Ecuador se eleva, siendo remplazado por el aire más frío y pesado que llega desde el Norte y el Sur. Ese aire frío es calentado a su vez por el Sol y forzado a subir también. Por eso, una corriente de aire corre continuamente desde las zonas templadas, más frescas, hacia el Ecuador. Este proceso de calentamiento y desplazamiento de las masas de aire es cíclico y es lo que produce lo que conocemos como viento.

El flujo del viento de las regiones frías (zonas de alta presión) a las regiones de aire caliente (zonas de baja presión) no sucede necesariamente desde el Norte y el Sur hacia el Ecuador. En realidad, el viento se mueve desde el Noreste y el Sureste, debido a la rotación de la Tierra. El globo terráqueo, al girar, lo hace envuelto en su atmósfera, pero también es cierto que, alrededor de la parte media de la Tierra, es decir, cerca del Ecuador, todo lugar de la superficie debe viajar con rapidez mucho mayor que uno situado más cerca de los polos, porque tiene que hacer un recorrido más largo en su viaje alrededor del eje terrestre. Ahora bien, los vientos que se mueven hacia el Ecuador nacen en regiones cercanas a los polos, donde no necesitan girar con gran rapidez para seguir el ritmo de la Tierra. Por lo tanto, al avanzar hacia el Ecuador, penetran en zonas donde el suelo gira cada vez más velozmente debajo de ellos. Los vientos no pueden adquirir suficiente velocidad para seguir la velocidad más alta de la superficie terrestre y, aunque continúan avanzando, llegan tan “retardados” que su trayectoria hacia el Ecuador toma una inclinación hacia el Oeste, porque la Tierra gira hacia el Este debajo de ellos.

Este movimiento incesante de la masa de aire dentro de la atmósfera terrestre provoca manifestaciones extremas que se conocen como ciclones tropicales (el nombre del fenómeno varía, dependiendo del nivel de velocidades de viento que se generen y de la región geográfica sobre el globo terráqueo) En el caso de estas manifestaciones extremas, generadoras de vientos de altas velocidades, el problema más común en las edificaciones de vivienda es la pérdida de los techos, y con ello gran parte de las pertenencias personales, debido a la succión que se genera (Eagleman, 1985).

Surge, entonces, la necesidad de plantear recomendaciones y procedimientos sencillos y claros, que permitan que las personas que “autoconstruyen” sus viviendas puedan contar con una herramienta-instructivo que les permita edificar sus construcciones con niveles de seguridad estructural adecuadas, sobre todo en las techumbres, ante la incidencia de vientos fuertes.

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCES

Las recomendaciones que se proponen representan una opción para lograr un mejor comportamiento de las edificaciones para vivienda, y hacen énfasis en las techumbres de edificaciones rurales y urbanas de bajo costo cuando se ven sometidas a vientos intensos. Dicha mejora influirá intrínsecamente en una disminución del daño en este tipo de estructuras (reducción de la vulnerabilidad), mitigando también la pérdida de bienes materiales y, por lo tanto, disminuyendo el nivel de riesgo ante eventos naturales.

En el trabajo se discute la estabilidad y resistencia de sistemas de techo sujetos al efecto de vientos fuertes. Se presenta, de manera simplificada, una zonificación del nivel de susceptibilidad de daño de las edificaciones ante la incidencia de vientos fuertes en los estados de la República Mexicana, partiendo de la base de conocer las velocidades máximas para periodos de retorno dados (obtenidas del Manual para Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, CFE, 1993), y conociendo la distribución de vivienda con características estructurales precarias en el país (información obtenida del INEGI, 1998). Finalmente, se propone un instructivo (tipo tríptico) para uso de la población, de modo que puedan, durante la construcción de sus viviendas, contar con las indicaciones para lograr sistemas estructurales de elementos verticales con la rigidez y resistencia adecuada para las fuerzas generadas por el viento, así como recomendaciones para fijar sus techos con procedimientos viables, seguros y económicos.

El trabajo va dirigido a la sociedad en general que “autoconstruye” sus viviendas, y que generalmente no cuenta con el apoyo de un profesional de la ingeniería estructural.

El objetivo de este trabajo es proporcionar un grupo claro y sencillo de recomendaciones y lineamientos para lograr procedimientos de “autoconstrucción” razonablemente lógicos y seguros. El documento contiene los conceptos básicos para entender el fenómeno y su efecto sobre las edificaciones, tratando de proponer algunas recomendaciones prácticas para lograr reducir el nivel y densidad de daño que generan este tipo de fenómenos en las construcciones, específicamente en la vivienda de bajo costo.