

# ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SOBRE EL FONDO HABITACIONAL

**Camilo Valdivia**

Los estudios de vulnerabilidad del fondo habitacional son una herramienta importante en la toma de decisiones por las autoridades locales, respecto a la intervención en el patrimonio construido y la disminución de la vulnerabilidad física del mismo.

Este artículo aborda un estudio realizado para una de las localidades más dañadas en los últimos veinticinco años por ciclones tropicales en la región central de Cuba. El empleo de un Sistema de Información Geográfica, la definición de los vientos predominantes de huracanes y de diferentes niveles de vulnerabilidad a escala urbana y para los inmuebles, establece prioridades respecto a la rehabilitación constructiva del fondo habitacional.

Palabras clave: vulnerabilidad, ciclón tropical, vientos, viviendas, daños.

The studies about the vulnerability of the houses are an important tool in the taking of decisions for the local authorities regarding to the intervention of the patrimony and the decreasing of the physical vulnerability of this.

This article is about a study made for one of the most damaged locality by tropical cyclones in the last twenty five years in the central region of Cuba. The use of a Geographical Information System, the definition of the most dangerous winds because of the hurricanes and the different levels of vulnerability at the urban scale and for the houses, establish some priorities regarding to the constructive rehabilitation of the houses of this zone.

Key words: vulnerability, tropical cyclone, winds, houses, damages.

**CAMILO VALDIVIA CRUZ.** Ingeniero Civil. Máster en Conservación del Patrimonio Construido y Doctor en Ciencias Técnicas. Subdirector de Conservación. Dirección Provincial de la Vivienda Sancti Spíritus, Cuba. E-mail: upivss@yayabo.inf.cu

Recibido: diciembre 2007, aceptado: mayo 2008



Vivienda tradicional en Sancti Spíritus.

Los estudios y análisis del fondo habitacional y de los asentamientos vulnerables de ser afectados por ciclones tropicales son de suma importancia para la protección de los inmuebles y las personas, propósito fundamental del Estado cubano, para reducir al mínimo los daños y pérdidas de vidas humanas.

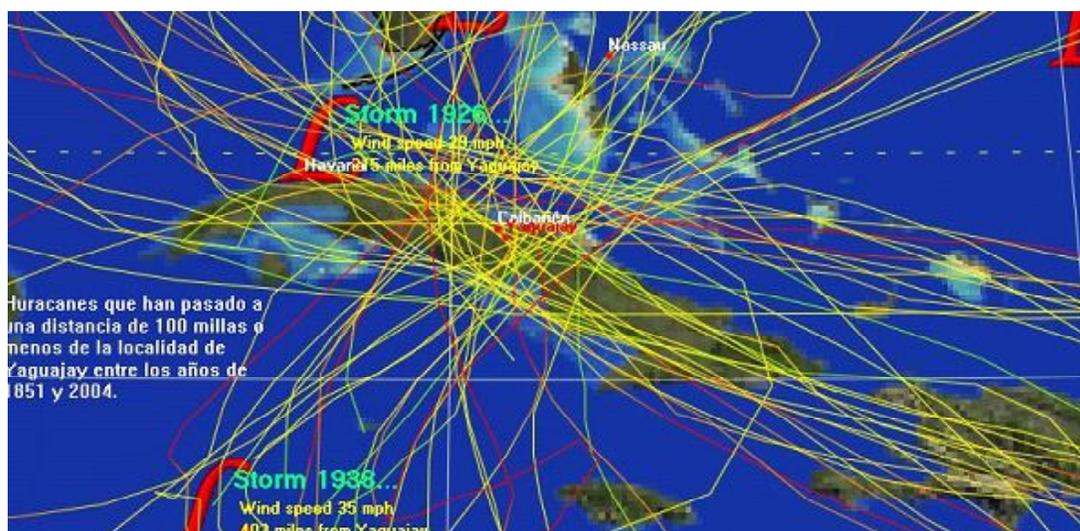
La definición de zonas de riesgo por inundaciones, el estudio de fuertes vientos y sus posibles efectos al patrimonio construido y el pronóstico de viviendas que puedan ser destruidas por diferentes categorías de huracanes se incluyen entre los estudios que en este sentido se han realizado en la nación y que de una forma u otra se emplean por las autoridades locales en el proceso de mitigación de desastres.

La consideración de elementos como la vulnerabilidad física estructural del fondo habitacional a cualquier escala de territorio (municipio, asentamiento, ciudad) es una herramienta importante que contribuye a proyectar medidas preventivas en el campo de la construcción y rehabilitación de inmuebles vulnerables de ser dañados por eventos hidrometeorológicos y la evacuación anticipada de la población que reside en los mismos. Al analizar una de las localidades más dañadas en los últimos veinticinco años en la región central de Cuba, se emplean criterios sobre niveles de vulnerabilidad física, tanto para la escala urbana como para las edificaciones.

## ANTECEDENTES

Cuba, es un país con un alto nivel de riesgo, producto de la combinación de dos factores: las amenazas y vulnerabilidades. Sus condiciones geográficas y climatológicas favorecen la existencia de amenazas como ciclones tropicales, inundaciones, lluvias intensas y fuertes vientos, mientras que las ciudades y la población presentan condiciones de significativa vulnerabilidad, expresada en un marcado deterioro y envejecimiento del fondo habitacional.

Los ciclones tropicales se han identificado<sup>1,2</sup> como los eventos que más peligro representan para el País. Durante el siglo XX la Isla se vio azotada por unos cien ciclones tropicales siendo once de ellos grandes huracanes. En el período desde 1910 hasta 1952 se presentaron décadas muy activas, registrándose los más intensos huracanes del siglo; sin embargo, a partir de 1952 descendió la ocurrencia de los mismos; hecho que se prolongó hasta 1995. Es a partir de ese momento que resurge esa actividad ciclónica



Huracanes y tormentas tropicales que han atravesado a una distancia de cien millas o menos de la localidad de Yaguajay (1852-2006).

y que según estudios realizados, la tendencia pudiera extenderse durante los próximos veinte a veinticinco años.<sup>3</sup>

Es evidente que la región se encuentra en una etapa de gran actividad ciclónica con lo ocurrido en el transcurso de los últimos años. El 4 de noviembre del 2001, el huracán Michelle con categoría IV en la escala Saffir-Simpson afectó al 45 % del territorio cubano y al 53 % de la población del país. Diez meses más tarde, el 20 de septiembre del 2002, el huracán Isidore afectó fuertemente al municipio especial de la Isla de la Juventud y la provincia occidental de Pinar del Río. El primero de octubre de ese año, el huracán Lili atravesó el país siguiendo coincidentemente el mismo recorrido que su antecesor (Isidore), afectando de nuevo los territorios de la Isla de la Juventud y de Pinar del Río. El Dennis en el 2005 pasó por doce, de las catorce provincias de Cuba, afectando el 72 % de la población total de la Isla<sup>4</sup> y dañando 174 286 viviendas.

Además las inundaciones costeras o crecidas súbitas de los ríos; asociadas a intensas lluvias; los frentes fríos y los vientos del sur, representan también serias amenazas para la población y sus ciudades que se intensifican con el estado de deterioro del fondo habitacional. Por otro lado los altos índices de urbanización alcanzados (75 % de la población total) han generado la agudización de problemas como: la elevada densidad y el incremento del déficit de viviendas.

Según estudios realizados en el País,<sup>5</sup> la provincia de Sancti Spíritus se encuentra entre las zonas más probables de ser azotadas por ciclones tropicales. El paso de un número superior a cuarenta ciclones que atravesaron próximos a su territorio durante el siglo XX la ubica en un segundo grupo en Cuba en el citado período.

En esa centuria cuarenta y ocho eventos hidrometeorológicos afectaron esta Provincia (de ellos dieciocho tormentas tropicales y treinta huracanes de categorías uno a la tres), encontrándose los municipios más cercanos a las costas: Yaguajay y Trinidad, entre los más dañados porcentualmente por huracanes, lo cual puede observarse en la tabla 1. Además el efecto de los ciclones



Tabla 1

Municipios de la provincia de Sancti Spíritus más afectados por ciclones tropicales durante el siglo XX

Municipios	Total de ciclones tropicales	Tipos		Huracanes respecto total (%)
		Tormentas tropicales	Huracanes	
Yaguajay	42	18	24	57
Sancti Spíritus	42	20	22	52
Trinidad	40	21	19	48
Jatibonico	43	23	20	47

Fuente: Centro Meteorológico Provincial Sancti Spíritus. 2006

Municipios con mayor cantidad de viviendas dañadas en el período 1985-2006 por ciclones tropicales

Municipios	Viviendas dañadas	Fondo habitacional %
Yaguajay	19 385	93
Trinidad	15 629	72
Fomento	11 306	50
Jatibonico	13 251	44

tropicales en las últimas dos décadas dañaron total o parcialmente 68 055 viviendas del fondo habitacional (46 % del total), siendo las localidades más afectadas en el período.

Se evidencia cómo Yaguajay, por su localización geográfica y los datos históricos sobre el paso de ciclones tropicales (en los últimos veinticinco años), es considerada una de las zonas de más riesgo de la provincia de Sancti Spiritus; elemento este de gran importancia para el análisis de su fondo habitacional y la elaboración de estrategias preventivas dirigidas a disminuir los niveles de vulnerabilidad física actual de su patrimonio construido (tablas 2 y 3).

Tabla 2  
Afectaciones provocadas por ciclones tropicales al fondo de viviendas del municipio de Yaguajay y su comparación con la provincia Sancti Spiritus (1985-2006)

Índices	U/M	Provincia Sancti Spiritus	Municipio Yaguajay	Yaguajay/ Sancti Spiritus (%)
Derrumbes totales	Viv	5 755	1 072	19
Derrumbes parciales	Viv	62 300	18 313	29
Total afectaciones	Viv	68 055	19 385	28
Pérdidas	Mmp	63,6	17,3	27
Fondo afectado	%	46	93	—

Tabla 3  
Principales organismos tropicales que han afectado a la provincia Sancti Spiritus y al municipio de Yaguajay (1985- 2006)

Organismo Tropical	Afectaciones viviendas (Vivienda)			Pérdidas (Mmp)		
	Provincia	Yaguajay	Yaguajay/ Sancti Spiritus %	Provincia	Yaguajay	Yaguajay/ Sancti Spiritus %
Kate (1985)	10 871	8 827	81	9,4	7,7	82
Lili (1996)	10 446	4 689	45	9,8	4,2	43
Georges (1998)	1 212	418	30	1,4	0,5	36
Irene (1999)	2 193	280	13	2,4	0,3	13
Michelle (2001)	8 184	2 510	31	7,5	2,1	28
Intensas llluvias (2002)	8 430	1 298	15	8,3	1,3	16

**VULNERABILIDAD DEL MUNICIPIO DE YAGUAJAY A LOS CICLONES TROPICALES**

La ubicación geográfica de Yaguajay; es factible para ser afectado por un ciclón tropical, tanto los que se forman en aguas del Atlántico Oriental y Occidental, con movimiento general entre el oeste y el oeste-noroeste hacia el Golfo de México y Norteamérica (entre los meses de julio a septiembre); como los formados en el mar Caribe en los inicios y finales de la temporada (meses de junio, octubre y

noviembre) que se mueven por lo general entre el norte y el nordeste hacia el Atlántico Norte.

Los datos aportados por el Centro Provincial de Meteorología<sup>6</sup> sobre la cronología de los ciclones tropicales que han afectado a Cuba desde 1852 y que han pasado a cien millas o menos de la localidad de Yaguajay, señalan a los meses de septiembre (32,26 %), octubre (27,42 %) y agosto (22,58 %) como los de mayor probabilidad de afectación a la mencionada zona; mientras que las trayectorias noroeste (30,65 %) y nordeste (22,58 %) han



Trayectoria del huracán Lili, 18/10/1996.



Trayectoria del huracán Georges, 24/09/1998.



Trayectoria del huracán Michelle, 04/11/2001.

Fuente: Centro Meteorológico Provincial, Sancti Spiritus.

sido las más comunes, lo que hace que los vientos que con mayor frecuencia se reporten tengan una componente que va desde el nordeste al noroeste.

De los datos estadísticos de afectaciones ocurridas al fondo habitacional de Sancti Spiritus desde 1985; las pérdidas en Yaguajay ascienden a más del 90 % de sus viviendas, con valores monetarios que exceden los diecisiete millones de pesos, como se observa a continuación:

En este período (1985-2006) el 28 % de las afectaciones por ciclones tropicales al fondo habitacional de la provincia de Sancti Spiritus se han concentrado en el mencionado municipio; con el 19 % de todos los derrumbes totales y el 29 % de todos los parciales (superior al resto de los municipios); siendo representativo además que entre el 30 y el 45 % de los daños ocasionados al patrimonio construido por los huracanes Georges, Michelle y Lili se hayan localizado en esa zona; evidencia de su alta vulnerabilidad.

Además respecto a la dirección y velocidad de los vientos de los ciclones tropicales que han afectado a la zona desde 1985 son los del norte-nordeste y del sur-suroeste los que más pérdidas han causado a las edificaciones de viviendas; concentrándose sus efectos en inmuebles con alto deterioro en sus paredes y techos, debido a la existencia de lesiones en esos elementos que han impedido resistir fuertes vientos o intensas lluvias provenientes de los huracanes.

#### NIVELES DE VULNERABILIDAD FÍSICA DEL FONDO

Al analizar los niveles de vulnerabilidad del fondo habitacional a escala urbana, hay que considerar que el fondo habitacional actual del Municipio está compuesto por viviendas a base de paredes de madera y otras soluciones similares (37 %) y techos ligeros (tejas de barro, asbesto cemento, zinc); con un mayor porcentaje de tipologías constructivas de la III a la V (60 %); construcciones estas que tradicionalmente se encuentran entre las más dañadas por eventos hidrometeorológicos en los últimos veinticinco años.

En la definición de niveles de vulnerabilidad física del fondo habitacional se emplearon conceptos dados por el Instituto Nacional de la Vivienda sobre áreas homogéneas<sup>7</sup> para las ciudades; que en el caso de la cabecera municipal de Yaguajay son siete con características específicas respecto a la evolución de su patrimonio construido: centro tradicional, área de crecimiento 1930-1960, entradas a la ciudad, áreas de nuevo desarrollo estatal y de esfuerzo propio y urbanizaciones periféricas (tabla 4).

Según los factores físicos (sistemas constructivos, estado técnico, antigüedad de los inmuebles, características intrínsecas (altura, volumetría, planta), ubicación, etcétera de cada área dentro de la ciudad se determinaron los niveles de vulnerabilidad (alta, media, baja) de cada una de ellas.

- Vulnerabilidad alta: zonas con más del 50 % de sus viviendas entre regular y mal estado técnico, avanzado deterioro en sus elementos estructurales (paredes y techos) y un porcentaje significativo (45 o más) de inmuebles de tipologías constructivas de la III en adelante. En este nivel se ubican su centro tradicional

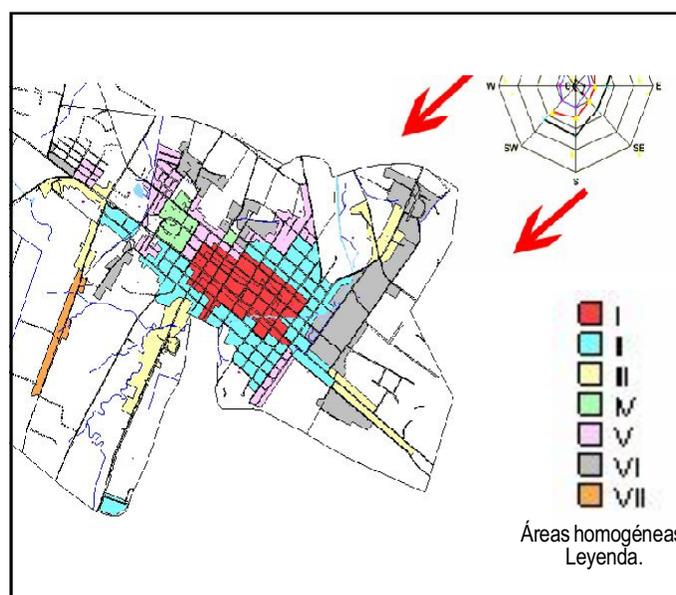
(área I) y su zona periférica (área VII) catalogada como un foco insalubre.

- Vulnerabilidad media: zonas que tienen entre el 30 % y el 50 % de sus viviendas entre regular y mal estado técnico y porcentajes similares en cuanto al estado físico de sus elementos estructurales (paredes y techos); predominando las tipologías constructivas I y II (más del 60 %). Áreas II, III y VI.
- Vulnerabilidad baja: zonas con menos del 30 % de sus viviendas en regular y mal estado y una situación aceptable de su deterioro en los elementos estructurales. Son viviendas de reciente construcción (después de la década del ochenta). Áreas IV y V.

#### NIVELES DE VULNERABILIDAD FÍSICA DE LAS VIVIENDAS DE UNA ZONA DE LA CIUDAD (CENTRO TRADICIONAL)

El empleo de los factores físicos de vulnerabilidad, así como la presencia de lesiones en los elementos estructurales de las viviendas (cimientos, paredes, techos) permitieron clasificar diferentes niveles para las edificaciones una zona como se muestra en la tabla 5 para el centro tradicional de la ciudad.

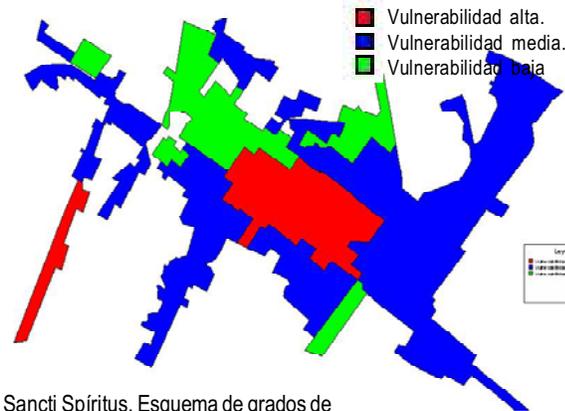
Este estudio, que en el caso de Yaguajay se extiende a toda la ciudad y municipio es un elemento importante en el proceso de rehabilitación preventiva del fondo habitacional frente a posibles daños que puedan causar los eventos hidrometeorológicos a esta zona. La definición de áreas e inmuebles que tienen un mayor nivel de vulnerabilidad física es una herramienta importante en el diseño de soluciones constructivas que se destinen a dar una mayor seguridad y durabilidad a las edificaciones y beneficiar a la población residente en las mismas; objetivo de este trabajo que se dirige al desarrollo de una estrategia progresiva de mejoramiento de los sistemas constructivos de esta localidad.



Áreas homogéneas y dirección de los vientos predominantes (de ciclones tropicales) que más daños causan a las viviendas en la ciudad Yaguajay.

**CONSIDERACIONES FINALES**

- Los estudios y análisis sobre la vulnerabilidad del fondo habitacional a cualquier escala (municipio, asentamiento, ciudad), considerando diferentes factores físicos brindan a las autoridades locales una información valiosa para la toma de decisiones respecto a la rehabilitación de viviendas y la protección de personas que residan en inmuebles de alta vulnerabilidad y que puedan ser destruidos por un evento hidrometeorológico. Tablas 4, 5 y 6.
- A la escala urbana es necesario que la delimitación en áreas consideren las evaluaciones de la vulnerabilidad física, que permitan programar acciones preventivas en tal sentido por parte de las autoridades locales; a fin de edificar inmuebles más duraderos y seguros frente al fenómeno que más daños anuales causa al fondo habitacional.
- La introducción de Sistemas de Información Geográfica vinculados a la problemática habitacional y a estudios de vulnerabilidad, así como la aplicación de una política preventiva de rehabilitación garantizan enfrentar con menor riesgo los daños que puedan causar a cualquier localidad un evento hidrometeorológico.



Sancti Spiritus. Esquema de grados de vulnerabilidad.

**Tabla 4**  
Áreas de vulnerabilidad física de la ciudad de Yaguajay

Áreas Homogéneas	Total viviendas	Habitantes	Viviendas R y M (%)	Viviendas III – V (%)	Media de daños en techo y pared por vivienda	Edad de las viviendas (más de 50 años) (%)	Nivel de Vulnerabilidad
I	633	1975	58	46	1,5	56	Alta
II	933	2969	41	37	0,8	14	Media
III	207	671	44	35	1,0	0	Media
IV	290	915	3	0	0,2	0	Baja
V	586	1883	22	44	0,5	4	Baja
VI	274	741	45	38	1,1	2	Media
VII	23	76	96	82	3,6	0	Alta



Vivienda en el Centro Histórico con lesión en la cubierta.

**Tabla 5**  
Niveles de vulnerabilidad física de las viviendas en el centro tradicional

Tipologías constructivas	Vulnerabilidad física		
	Alta	Media	Baja
I	2	-	150
II	76	37	77
III	-	18	30
IV	185	58	-
<b>Total</b>	<b>263</b>	<b>113</b>	<b>257</b>
Lesiones fundamentales en las edificaciones de viviendas	Asientos y grietas en cimentaciones, humedades y pudrición en paredes y techos, grietas y fisuras en paredes. Degradación avanzada de la edificación.	Asientos puntuales, pudrición parcial en techos y paredes, humedades puntuales, filtraciones	Filtraciones ligeras, humedades puntuales. No se aprecian problemas en sus elementos estructurales.

**Tabla 6**  
Clasificación tipológica del fondo habitacional

Tipologías	Características de la tipología
I	Paredes de obras de fábrica y techos de hormigón.
II	Paredes de obras de fábrica y techos de tejas de barro.
III	Paredes de obras de fábrica y techos de tejas de asbesto-cemento, fibroasfalto y planchas metálicas.
IV	Paredes de madera y techos de tejas de barro, asbesto-cemento, fibroasfalto y zinc.
V	Paredes de madera y tabla de palma y techos de papel embreado, guano, planchas metálicas y otros.

Fuente: Instituto Nacional de la Vivienda

**REFERENCIAS**

1. RUBIERA, JOSÉ y otros: "Temporada ciclónica de 1997 en el Atlántico Norte". *Revista del Departamento de Pronósticos*. INSMET. La Habana, 1996.
2. ZILBERT, L.: *Gestión de riesgos o Manejo de riesgos*. Seminario sobre prevención y recuperación de desastres. PNUD – INV – MINVEC, La Habana, 2004.
3. PELÁEZ, ORFILIO: "¿Se mantendrá la racha de años activos?". Periódico *Granma*. 7 septiembre. La Habana, 2006.
4. "Cuarenta y cinco aniversario de la Defensa Civil de Cuba", *Revista Edición Especial* en ocasión del VII Congreso Internacional de Desastres. pp. 60-61. La Habana, 2006.
5. COCA, OBDULIO: "La prevención de desastres durante el ciclo de vida de una obra de Arquitectura en las condiciones cubanas", Tesis presentada para la opción del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. ISPJAE. La Habana, 2003.
6. *Estudio climático. Municipio de Yaguajay*. Centro Meteorológico Provincial, Sancti Spiritus, 2004.
7. "Fundamentos y metodología para la rehabilitación del fondo edificado en Cuba". Tercer Seminario-Taller sobre política de viviendas y asentamientos humanos. Instituto Nacional de la Vivienda. La Habana, 2000.