

MODELO DE RIESGO URBANO DE DESASTRE NATURAL POR ACCIÓN DEL VIENTO: EL CASO DEL CENTRO HISTÓRICO URBANO DE GUANABACOA, CUBA¹

Reynaldo G. Presmanes² y Yamil Treche-Llanes³

Resumen: Los centros urbanos tradicionales, específicamente aquellos que tienen categoría de centros históricos, están sometidos a grandes índices de riesgo urbano de desastre natural por acción del viento debido a la compleja situación que yace tras sus vulnerabilidades, y la forma en que se comprometen los valores patrimoniales que ellos contienen. Con el objetivo de realizar procesos de control sobre este tipo de riesgo se inició un estudio preeliminar en el que se diseñó un modelo matemático para un sector urbano del Centro Histórico de Guanabacoa (un caso de particular interés en el occidente de Cuba). En este escrito se presenta la concepción de dicho modelo, la experiencia de su aplicación y la valoración de esta última.

Palabras clave: modelación, patrimonio, peligro por acción del viento, riesgo urbano, vulnerabilidad.

URBAN RISK MODEL OF NATURAL DISASTER FOR WIND ACTION: THE CASE OF THE URBAN HISTORIC CENTER OF GUANABACOA, CUBA

Abstract: The tradition urban centers, specifically the historic centers, have high levels of urban risk of natural disaster for wind action due to the complex situation of their urban vulnerability and the way that their heritage values are endangered. With the objective of performing urban risk (of natural disaster for wind action) control process, a preliminary study has started to design a mathematical model for an urban area of the Historic Center of Guanabacoa (a very interesting case in the west of Cuba). The conception of the model, the experience of its application and the valuation of the application are presented in this paper.

Keywords: danger for wind action, heritage, modeling, urban risk, vulnerability.

INTRODUCCIÓN

Con los procesos de calentamiento global y de activación del trópico se ha incrementado el poder destructivo de los eventos hidrometeorológicos, evidenciándose la necesidad de profundizar los estudios de riesgo de desastres naturales. Una de las líneas de trabajo más importantes, en este sentido, aborda la cuestión de la vulnerabilidad como concepto socialmente construido, dentro de la cual, cada vez, es más necesario abordarla con enfoque sistémico y de complejidad.

En el mes de agosto del año 2008 tuvo lugar el paso por la isla de Cuba de dos poderosos huracanes, Gustav y Ike, con una diferencia entre cada uno de ocho o nueve días. Los daños que ellos ocasionaron, evidenció los altos niveles de vulnerabilidad que no han podido ser controlados. Las zonas urbanas donde se observaron los daños más importantes fueron aquellas donde se localizan las edificaciones de mayor antigüedad, coincidentes con los sectores de valor histórico-cultural, hecho que implica daños colaterales al patrimonio cultural (edilicio) de las mismas.

Uno de estos sitios es el Centro Histórico Urbano de Guanabacoa; el cual, además del de La Habana Vieja, es el único en el occidente del país con categoría de Monumento Nacional. Sin embargo, su condición no ha sido suficiente para generar procesos de gestión urbana que permitan la conservación de sus bienes culturales, provocando un estado de

¹ Artículo recibido el 7 de septiembre de 2010 y aceptado en forma final el 1 de mayo de 2011.

² Prof. MsC., Facultad de Arquitectura, Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría, investigador del Centro de Estudios Urbanos de La Habana, La Habana, Cuba. E-mail: garmendia@arquitectura.cujae.edu.cu

³ Profesor, Universidad de Ciencias Pedagógicas Rafael María de Mendive, La Habana, Cuba. E-mail: treche@isprr.rimed.cu

deterioro avanzado y generalizado que alcanza, en la actualidad, niveles sumamente alarmantes. En el presente, exponentes irrepetibles de la arquitectura colonial y de las tres primeras décadas del siglo XX han desaparecido o están en vías de hacerlo. Puede citarse los ejemplos de: la Casa de los Condes de Jaruco, la Casa de las Cadenas, la Quinta Naghtes, la Quinta Corona, el Teatro Fausto, el Teatro Carral, el Convento de Santo Domingo, el conjunto de los antiguos Escolapios, los Baños de Santa Rita, entre otros muchos.

Con el objetivo de evaluar de forma precisa esta situación se inició un estudio preliminar (en el marco de los proyectos de investigación Identidad del ambiente construido habanero de la Facultad de Arquitectura de La Habana y Gestión de patrimonio del Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museología) en el cual se vinculan los estudios de riesgos con la ciencia de la conservación del patrimonio. Este aspira a proponer un modelo matemático que permita estudiar el comportamiento del riesgo vinculado a la evaluación de escenarios como método de planeamiento y gestión de ciudades y particularmente centros históricos o áreas de valor patrimonial.

En este artículo se presentan los resultados de dicho estudio, el que aborda la cuestión metodológica a partir de la modelación de riesgos urbanos de desastres naturales por la acción del viento y en el que se incorpora, como dimensión, la conservación del patrimonio.

Para esto:

- se establecerá la plataforma multidisciplinaria del estudio.
- se caracterizará el estado de conocimiento de la cuestión metodológica de los estudios de riesgos.
- se caracterizará el sector para el cual se diseñó el modelo.
- se desarrollarán los conceptos y operacionalizarán las variables.
- se evaluará vulnerabilidad y riesgo.
- se valorará la aplicación del modelo de riesgo urbano de desastre natural por acción del viento.

El desarrollo, los estudios de riesgos y la conservación del patrimonio

El desarrollo es una condición necesaria de la humanidad (Diccionario de filosofía, 1984). Las más recientes teorizaciones sobre, el mismo, han dejado atrás enfoques parcializados, exclusivistas, de fuerte sentido económico para comprenderlo de forma integrada. Paulatinamente, se ha ido conformando una nueva concepción del desarrollo que implica el aprovechamiento y potenciación de los recursos locales (materiales, naturales y culturales), la diversidad y la pluralidad como condiciones necesarias (Espina, 1998). Poco a poco se han ido abriendo paso en la práctica de la planificación económica y territorial, así como en la gestión de gobiernos: nacionales, subnacionales y supranacionales, conceptos como: desarrollo humano (López, 2004), desarrollo endógeno local (Alonso, 2004), y desarrollo sustentable (Foladori, 2000).

En el orden de las economías actuales, de fuerte carácter urbano, la aplicación de los conceptos anteriormente mencionados implica una importante valoración sobre la ciudad existente. La dimensión del patrimonio histórico-cultural de antiguas áreas urbanas se coloca en el centro de este enfoque para dar respuestas múltiples a problemáticas diversas de la política y la gestión, la economía y la unidad e integración social y cultural de las comunidades urbanas (Gutman, 2007). Introducir su valoración en los planes de desarrollo como capital cultural (Gutman, 2007) implica integrarlo, a su vez, a la gestión de riesgos de desastres que acompaña a estos.

Estado de los estudios de riesgos

La ciencia que da forma a los estudios de riesgos tuvo un importante impulso durante el “Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales”, sin embargo la realidad ha puesto de manifiesto la brecha existente entre el conocimiento científico construido alrededor de esta temática y su puesta en práctica. Una de las causas que operan detrás de esta situación es la falta de métodos que permitan incorporar los estudios de riesgos a la gestión urbana y al desarrollo socio-económico de las comunidades.

La cuestión del riesgo ha sido estudiada desde diferentes disciplinas científicas, generando paulatinamente la necesidad de integrarlas (Cardona, 2001). Las ciencias sociales han demostrado la complejidad fenomenológica de los riesgos urbanos de desastre natural (Lavell, 2000), desde las diversas dimensiones de la sociedad: la económica

(Cardona et al., 2005), la socio-política (Lavell y Cardona, 2002) y la institucional (Amendola, 2004). En esta última, han sido varios los escritos dedicados a analizar y establecer criterios para introducir los planes de reducción de desastres a partir del control de las vulnerabilidades (Lavell, 2002b) en la gestión urbana local (Amendola, 2004; Lavell, 2002a).

Las experiencias desarrolladas desde el punto de vista metodológico para enfrentar los riesgos de desastres naturales son diversas. Una ojeada a este aspecto evidencia el empleo de métodos cualitativos como los árboles de problemas (Cardona, 2004), las listas de verificación (Keipi et al., 2005) y la confección de guías metodológicas (Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de la República de Cuba [EMNDCRC], Grupo de Estudio de Desastres [GED], 2003) o de evaluación de impactos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPALC], 2003) los cuales, incluso, se diseñan para regiones específicas (Deare, 2003).

En el afán de anticiparse a los desastres se ha incursionado en la formulación de métodos de análisis numéricos con el fin de predecir la acción de los fenómenos naturales en cuanto a momento, localización e intensidad. Esto ha llevado a utilizar la matemática aplicada en la gestión de riesgos (Hernández, 2007). Por esta vía se abre una nueva dimensión en el campo de los estudios de riesgos: la modelación de riesgos de desastres (Amendola et al., 2000). Más específicamente se han desarrollado modelos de riesgos dirigidos a cuestiones como: riesgos ecológicos (Rodríguez et al., 2002) o de erosión (Chávez, 2003) en sistemas hidrológicos, y de derrumbes por acción de lluvias torrenciales (Macari, 2001). Otra arista de trabajo, que se ha vinculado a la creación de métodos numéricos de evaluación de riesgos, la constituye la incursión en los sistemas de información geográficos (GIS, por sus siglas en inglés) para la confección de mapas de vulnerabilidad y riesgo (Álvarez, 2005). En cuanto a la modelación de riesgo por acción del viento se nota una carencia, que en cierta medida es suplida por las normas técnicas de diseño bajo la acción de este agente del clima (EMNDCRC, 2000; Oficina Nacional de Normalización de la República de Cuba [ONNRC], 2003) el cual constituye, en el caso cubano, el de mayor peligrosidad debido a su forma de acción: extensa y generalmente intensa, asociada a ciclones tropicales.

DEFINICIÓN DEL SECTOR URBANO DEL CENTRO HISTÓRICO DE GUANABACOA

Caracterización

El sitio para el cual se diseñó el modelo fue un área del Centro Histórico Urbano de Guanabacoa, cuya delimitación se aproxima a la zona definida como sector de valor monumental (Figura 1). Los criterios mediante los cuales se realizó la definición del sector fueron:

1. Concentración de valores patrimoniales de la arquitectura monumental (Inventario Nacional de Construcciones y Sitios, 2009): en el área se recoge el sistema religioso del siglo XVIII y el sistema cultural recreativo.
2. Concentración de valores patrimoniales de la arquitectura doméstica (Inventario Nacional de Construcciones y Sitios, 2009): La muestra de arquitectura doméstica es amplia y diversa, se encuentran casas señoriales del siglo XVIII, quintas de recreo del siglo XIX, arquitectura doméstica tradicional y viviendas del siglo XX, eclécticas y del movimiento moderno.
3. Diversidad de tipologías (Piedra y Fernández, 2007): en lo fundamental caracterizadora del momento histórico en que fueron producidas (valor testimonial) y de la diversidad de funciones, propia de la condición de centralidad.
4. Comprende el segmento de mayor significación del sistema de espacios urbanos del Centro Histórico Urbano de Guanabacoa (Presmanes, 2007).
5. Relevancia del sector en los imaginarios urbanos guanabacoenses (Presmanes, 2006).

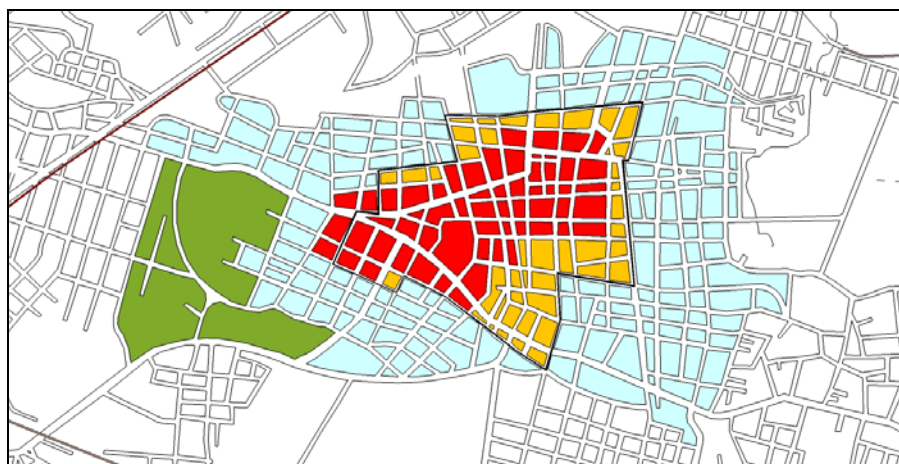


Figura1: Centro histórico urbano de Guanabacoa.

El área donde se enclava el sector seleccionado conforma una meseta en la cual la cota altimétrica permanece, relativamente, estable. El trazado urbano está conformado por manzanas en forma de cuadriláteros irregulares. El proceso de crecimiento urbano siguió las imposiciones de los accidentes geográficos y las preexistencias antrópicas, por lo que las calles se disponen de forma yuxtapuesta creando discontinuidades y desalineaciones. La morfología original está dada por edificaciones predominantemente de un piso y amplias fachadas, como excepción se levantan edificaciones de tres o cuatro niveles y se destaca el sistema religioso por su masa volumétrica, altura y emplazamiento exento. Las manzanas son virtualmente compactas, pero a su interior se localizan patios y traspatios con presencia de árboles. En la actualidad estas han sufrido transformaciones observándose rellenos parciales.

El sector urbano seleccionado constó de 61 manzanas y 1037 edificaciones. Una vez determinado se caracterizó de acuerdo a las variables evaluadas para el modelo (Tabla 1), a definir en las próximas secciones.

Tabla 1: Caracterización de la muestra urbana.

compacidad de la manzana (Cm)		Estado técnico - constructivo (Etc)		Compacidad del volumen (Cv)		Grado de protección (Gp)		Integridad (I)	
Compacto	28	Bueno	606	Compacto	794	g. 1	4	no transformado	294
Semi compacto	29	Regular	297	Disperso	84	g. 2	7	poco transformado	445
Disperso	4	Malo	78	Compacto en altura	48	g. 3	148	muy transformado	298
		Parcialmente destruido	42	Disperso en altura	111	g. 4	21		
		Total-mente destruido	10			Sin grado de protección	857		

RIESGO, PELIGRO, VULNERABILIDAD Y VALOR CULTURAL. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

El modelo se diseñó para el sector seleccionado implicando las variables que, desde el punto de vista de la definición conceptual de riesgo, evidencian una variación significativa.

Riesgo de desastre natural

El riesgo de desastre natural es un concepto socialmente construido (Lavell, 2002b). Es generalmente aceptado que se defina como la probabilidad de producirse consecuencias perjudiciales (Llanes y Guerra, 2008), o como las pérdidas esperadas (Stephenson, 1991) debido a la interacción entre los peligros y las condiciones de vulnerabilidad. Como categoría, en la evaluación y manejo de los desastres, es una variable dinámica dependiente de los factores antes mencionados, la cual describe la probabilidad de ocurrencia de un evento dañino y la propensión de sufrir daños (Lavell, 2002b). Usualmente diversas literaturas desarrollan matemáticamente el concepto de riesgo empleando la expresión: $R_{iv} = P \times V$, la cual modela el fenómeno permitiendo la posibilidad teórica de obtener riesgo igual cero (EMNDCRC, 2002), en el estudio preliminar fue asumida como *riesgo técnico por acción del viento* (R_{iv}).

Al integrar la gestión de desastres a la conservación del patrimonio y su puesta en valor en planes de desarrollo, el riesgo adquiere una nueva dimensión, la de los valores culturales. Esta consideración implica concebir el riesgo urbano a partir de nuevos elementos que permitan superar la definición técnica usualmente empleada en la literatura especializada. Lo que se traduce en crear un concepto de riesgo que permita valorar la probabilidad de daños sobre la memoria histórica, la identidad, las potencialidades de supervivencia y desarrollo de las comunidades.

Con el objetivo de modelar la apreciación antes realizada, es necesario transformar la ecuación e introducir un factor incremental de riesgo asociado al concepto de valor, quedando $R_{ecv} = P \times V \times F_i$ (R_{ecv} es el riesgo del estado de conservación por acción del viento). El riesgo, en este sentido, integra tres dimensiones que resultan de sus variables independientes:

- la cantidad, que implica como método de trabajo la evaluación por objeto.
- la probabilidad, que deriva de una de las cualidades del peligro.
- la magnitud, que es resultado de la interacción entre la intensidad del peligro, la vulnerabilidad y/o la valoración del objeto.

Peligro: acción del viento

El peligro se define como un probable evento natural (en este caso el viento) extraordinario o extremo, de manifestación súbita o progresiva, que puede producirse en un momento y lugar determinado bajo una magnitud, intensidad, frecuencia y duración dada, generando afectaciones desfavorables a la vida humana, la economía y/o las actividades de la sociedad (EMNDCRC, 2002). En la experiencia realizada, se ajustaron algunos criterios con respecto al concepto citado:

- Intensidad: se asumió como velocidad del viento, evaluando para los límites superiores de cada categoría de ciclón tropical (evento donde el viento frecuentemente tiene una mayor intensidad).
- Frecuencia: se asumió como probabilidad, operación mediante una escala de comportamiento lógico.
- Duración: fue excluido, al asumirse el peligro en largos plazos de tiempo que la hacen numéricamente despreciable.
- Magnitud: se asumió como peligrosidad que resulta de la intensidad y la probabilidad.

De lo antes expuesto deriva la expresión: $P_v = V_v \times 1/K_r$, la cual permitió la operación del peligro (Tabla 2), que se ajustó a la función analítica lorentziana (Figura 2).

Tabla 2: Operación del peligro por la acción del viento (P_v).

Tipo de evento		Velocidad del viento (V _v)	Coefficiente de recurrencia (K _r)	Peligrosidad por la acción del viento (P _v)	
Calma		0 Km/h	1	0	baja
Viento normal		0 – 20 Km/h	8	2,5	
Depresión tropical		21 – 63 Km/h	7	9	
Tormenta tropical		63 – 117 Km/h	6	19,5	media
Huracán	1	118 – 153 Km/h	5	30,6	
	2	154 – 177 Km/h	4	44,25	
	3	178 – 209 Km/h	3	69,67	
	4	210 – 250 Km/h	2	125	
	5	>250 Km/h (se empleó el record de 2008, 340 KM/h)	1	340	alta

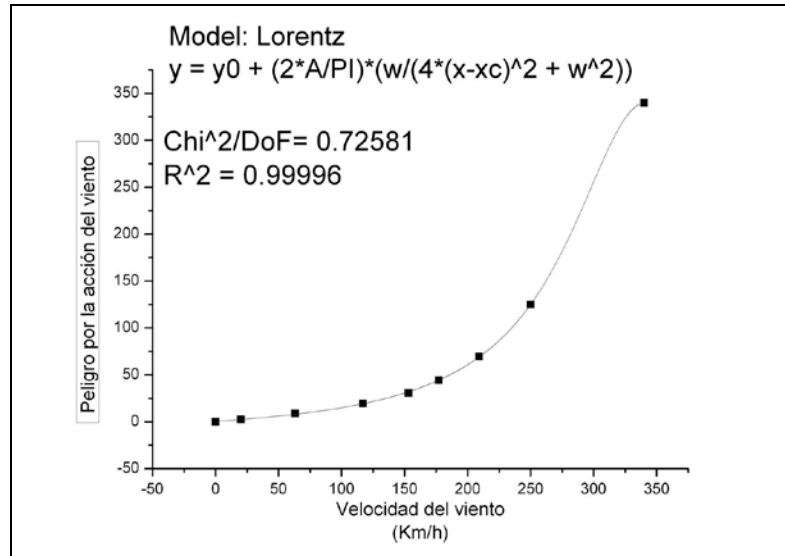


Figura 2: Función analítica lorentziana.

La vulnerabilidad urbana ante la acción del viento

La vulnerabilidad es una variable compleja, cuya intelección y tratamiento depende del objeto que sea analizado y su naturaleza (EMNDCRC, 2000). Significa si es propenso a sufrir daños, constituyendo una medida de las dificultades que enfrenta una sociedad para recuperarse. Se expresa en condiciones de inseguridad como resultado de procesos sociales complejos relacionados con las modalidades de desarrollo histórico y/o actual (Lavell, 2002b). Se relaciona con las cualidades y propiedades de los objetos, en el contexto urbano estas son las variables que caracterizan la morfología urbana, en relación con el peligro (EMNDCRC, 2002).

Desarrollando una visión cuantificable de los daños que pueden arrojar las condiciones de vulnerabilidad, se pueden aplicar las siguientes categorías de vulnerabilidad: estructural, no estructural y funcional (Batista Matos, 2003). Estas están íntimamente relacionadas e implicadas para el peligro viento.

Para el desarrollo del estudio realizado fue necesario aproximarse a parámetros registrables y operacionales que pudieran modelar las condiciones de vulnerabilidad. Como consecuencia se definió que la vulnerabilidad a la acción de los vientos está directamente relacionada con:

- El estado técnico-constructivo (Etc): es la medida del debilitamiento de las condiciones materiales-tecnológicas, de los objetos que conforman la muestra urbana, las que le otorgan la capacidad de resistencia a la acción de los vientos. Partiendo de la condición de antigüedad y la permanencia de la muestra urbana ante eventos de diversa intensidad ocurridos con anterioridad, se asumió que la resistencia original de la misma es suficiente para resistir las máximas categorías de eventos hidrometeorológicos, por lo cual se operó directamente con el estado técnico - constructivo como el inverso de una fracción de la resistencia original. A esta variable se asoció la determinación de las categorías de vulnerabilidad (Tabla 3).

Tabla 3: Operación del estado técnico - constructivo (Etc).

Estado técnico - constructivo	Condiciones del diagnóstico	Fracción del debilitamiento	Coefficiente de Estado técnico – constructivo (Etc)
Bien (B)	Problemas de terminación (pintura, repellos, etc.)	4 / 4	1
Regular (R)	Lesiones de procesos patológicos o casuales que no impliquen daño a la capacidad portante ni funcional de la edificación	3 / 4	1,33
Malo (M)	Lesiones de procesos patológicos o casuales que impliquen daño a la capacidad portante y/o funcional de la edificación	2 / 4	2
Parcialmente destruido (PD)	Edificaciones derruidas o ruinas sin valor de uso	1 / 4	4
Totalmente destruido (TD)		0 / 4	0

- La exposición (Exp) a la acción del viento, resulta de las variables de la morfología urbana, compacidad de la manzana (Cm) y compacidad de los volúmenes (Cv).
- Debido al carácter homogéneo del sector urbano en estudio (donde predomina una volumetría formada por prismas simples con uno a dos niveles de altura con poca variedad en su perfil, vaciada en su centro y techos planos o a aguas que sobresalen por pequeños aleros o tejaderos que no exceden los 15 cm.) se decidió proceder con las variables morfológicas cuya variación fuera lo suficientemente significativas como generar cambios perceptibles en los valores relativos de riesgos (de unas edificaciones con otras). Por esta razón los factores de mayor importancia en la interacción con el viento es el desarrollo en altura, atendiendo a la relación de esta variable con el incremento de la velocidad del viento, y la dispersión en planta, por cuanto la restitución del flujo laminar del viento está en relación directa con la distancia entre edificaciones, por lo cual fueron asumidas abstrayéndolas del resto de las variables morfológicas del sitio. Esta decisión, también, está abalada en una cuestión de orden morfo-tipológico: Al estar trabajando con estructuras históricas, es importante detectar la forma en que las tipologías asociadas a temas arquitectónicos típicos del período colonial cubano (siglos XVI-XIX) producen una variación en los valores de riesgos.

Estas variables se operaron mediante escalas progresivas de números enteros bajo un módulo de unidad igual uno (Tabla 4).

La vulnerabilidad se definió matemáticamente mediante la siguiente expresión:

$$V = E_{tc} \times E_{xp} \quad (1)$$

$$V = E_{tc} \times (C_m + C_v) \quad (2)$$

De la gráfica del Estado técnico – constructivo versus Vulnerabilidad (Figura 3) se obtuvo una escala que permite categorizar la variable vulnerabilidad (Tabla 5). Esta se definió a partir de la evaluación para valores de exposición igual a cinco ya que es la inmediata superior a la media del rango.

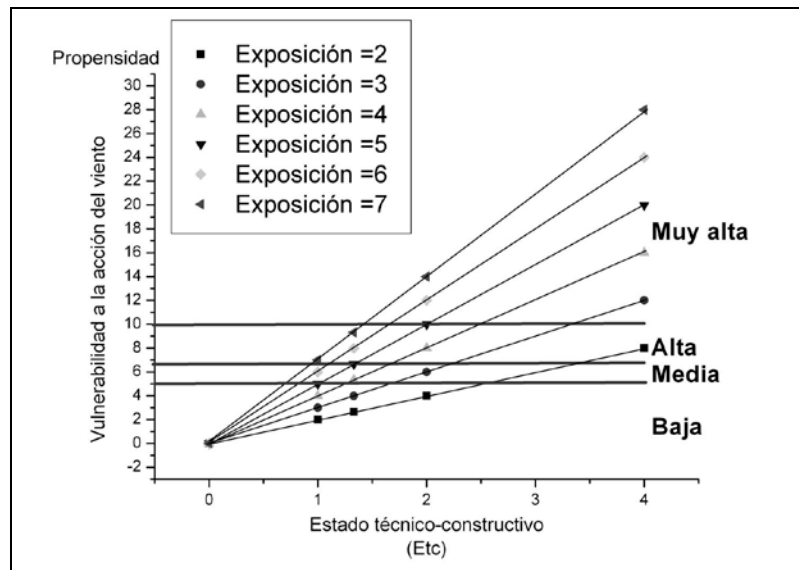


Figura 3: Estado técnico-constructivo vs Vulnerabilidad.

Tabla 4: Operación de la exposición a la acción de los vientos (Exp).

Exposición a la acción de los vientos (E_{xp})	Parámetros	Condiciones del diagnóstico	Coefficiente de exposición por parámetro
	Compacidad de la manzana (C_m)		Compacto (0-33% libre)
Semicompacto (33-66% libre)			2
Disperso (66-100% libre)			3
Compacidad de los volúmenes (C_v)		Volumetría compacta	1
		Volumetría dispersa	2
		Volumetría compacta en altura	3
		Volumetría dispersa en altura	4

Tabla 5: Escala de vulnerabilidad ante la acción del viento (V).

Rangos de propensidad	Categorías	Tipo de vulnerabilidad
0 - 5	Baja	No estructural
5 - 6,65	Media	No estructural - funcional
6,65 - 10	Alta	No estructural - funcional
> 10	Muy alta	Estructural - funcional

EL FACTOR INCREMENTAL DEL RIESGO

El factor incremental del riesgo está determinado por la valoración cultural del bien inmueble. El concepto de lo valioso se evalúa a partir de tres categorías rectoras:

- el carácter excepcional: se define cuando el bien tiene componentes que lo individualizan dentro de su género
- la integridad: mide el carácter unitario e intacto del bien cultural mediante la representación completa de los rasgos y características del bien
- la autenticidad: se refiere a la capacidad del bien para transmitir fielmente su importancia histórica (Conservación y Gestión de Centros Históricos inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial, 2007)

En términos operativos el factor incremental del riesgo se calculó mediante la expresión: $Fi = Gp \times I$ (Tabla 6), donde:

Gp : grado de protección, reflejo del carácter excepcional y de la autenticidad del bien.

I : integridad del bien.

Tabla 6: Operación de las variables del factor incremental del riesgo (Fi).

grado de protección (Gp)		integridad (I)	
I	5	No transformada	3
II	4		
III	3	Poco transformada	2
IV	2		
Sin grado de protección	1	Muy transformada	1

CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO

Una vez desarrolladas todas las variables se procedió a la categorización y caracterización del riesgo técnico por acción del viento (R_{tv}) (Tabla 7) y riesgo del estado de conservación por acción del viento (R_{ecv}) (Tabla 8).

Tabla 7: Riesgo técnico por acción del viento (R_{tv}).

Categoría	Rango	Caracterización técnica
baja	0 - 45	Manifiesta ocasionales y dispersos daños en elementos no estructurales sin afectación a las funciones
media	45 - 130	Manifiesta daños menores en los elementos no estructurales, puede afectar las prestaciones funcionales
alta	130 - 443	Manifiesta daños en los elementos no estructurales e invalida las capacidades funcionales
muy alta	443 - 9520	Manifiesta peligro de colapso de la estructura

Tabla 8: Riesgo del estado de Conservación por acción del viento (R_{ecv}).

Categoría	Rango	Caracterización del estado de conservación
Baja	0 - 675	No se manifiestan afectaciones importantes. Continúan las prácticas culturales cotidianas y eventuales. Permanece la integridad y coherencia del ambiente urbano.
Media	675 - 1950	Se afecta la integridad por manifestar daños en elementos característicos. Pueden interrumpirse las prácticas culturales cotidianas por poco tiempo.
Alta	1950 - 6645	Se afecta la integridad, excepcionalidad y autenticidad por pérdida de componentes característicos de su tipo. Interrupción de prácticas culturales cotidianas y eventuales. Afectación de la imagen del ambiente urbano.
Muy alta	6645 - 142800	Desaparición del bien cultural o de sus valores. Suspensión de las prácticas culturales y eventuales (peligro de extinción del patrimonio intangible asociado). Ruptura en el ambiente urbano. Pérdida de la memoria histórica.

La definición, de estas categorías, está basada en la interpolación de los valores contenidos en las escalas de vulnerabilidad (V) y peligro (P_v). Un rasgo específico de esta categorización es el aumento de la amplitud de cada categoría en función de su orden sucesivo. Desde el punto de vista matemático esta característica está dada por la dependencia lineal, de las variables R_{tv} y R_{ecv} , del peligro (P_v), que tiene un comportamiento cuadrático. Este comportamiento tiene un reflejo en el proceso de evaluación de los riesgos, pues fuerza a la mayoría de los componentes

de la muestra urbana a caer en las categorías de riesgos “alto” y “muy alto”, en contraposición con los parámetros generalizados de vulnerabilidad bajos.

Este comportamiento fue asumido de forma positiva pues: Partiendo de que la evaluación de riesgo no es un acto de naturaleza determinista, sino de carácter socio-subjetivo, la evaluación de riesgos por acción del viento parte de una valoración (eminentemente subjetiva) sobre los posibles escenarios futuros que pueden generar los fenómenos naturales. En este sentido la práctica de la prevención de desastres en Cuba (cuestión particular del medio para el cual fue diseñado el modelo) ha sistematizado su método a partir de valorar y actuar bajo los peores escenarios presumibles ante cada evento hidrometeorológico severo. De forma sintética este enfoque se expresa en la máxima “preparados para lo peor, esperando lo mejor”. Por lo cual, el modelo responde al contexto en que fue solicitado, no sólo desde el punto de vista fenomenológico, sino desde la arista metodológica también, aumentando su valor en relación con la praxis de la gestión de riesgos.

ESTABLECIMIENTO DE LOS CRITERIOS PARA DEFINIR SITUACIÓN DE DESASTRE

Se definió como situación de desastre el acontecimiento de carácter catastrófico que altera y destruye las estructuras básicas y el funcionamiento normal de una sociedad, comunidad (Stephenson, 1991) o territorio a una escala o dimensión por encima de la capacidad normal de los mismos para enfrentarlas por lo que requieren extraordinarias intervenciones de emergencia (EMNDCRC, 2002). Son situaciones en las cuales los patrones normales de comportamiento son interrumpidos o alterados (Stephenson, 1991).

Para realizar la evaluación de riesgo fue necesario determinar los criterios que definen, en la particularidad del sector en estudio, una situación de desastre. Debido a que los conceptos de riesgo técnico por la acción del viento y riesgo del estado de conservación por la acción del viento son cualitativamente diferenciados, pero interrelacionados, fue necesario determinar dos criterios de evaluación, consecuente uno del otro, basado en el análisis de la muestra urbana y de la definición del concepto de situación de desastre.

Estos fueron:

- Riesgo técnico por acción del viento: a partir de los daños que se definieron en el caso de la categoría (R_{tv}) alto se estableció como máximo posible, que esta sea alcanzada por un 25% de la muestra, constituyendo este indicador el límite tras el cual se define una situación de desastre.

- Riesgo del estado de conservación por acción del viento: como en el caso anterior, se tomó la categoría (R_{ecv}) alto y se definió como el límite tras el cual se produce una situación de desastre, el momento en que es alcanzada por el 25% de la muestra urbana con grados de protección (G_p) uno, dos y tres.

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS

El registro y evaluación de vulnerabilidad y riesgos se inició mediante el levantamiento organoléptico del sector definido. Para esta actividad se confeccionó una planilla donde se introdujo la información de forma cualitativa. El procedimiento de levantamiento, y en consecuencia de procesamiento de la información, se organizó empleando como célula básica de información la manzana. Esta decisión, de tipo operativa, se fundamenta en el hecho de coincidir con las Unidades Básicas de Información Territorial (UBIT) empleadas por el Instituto de Planificación Física (institución nacional que controla lo referido al aprovechamiento del territorio).

La información obtenida se transfirió de forma cuantitativa a una matriz, de acuerdo con las definiciones de las variables del modelo, la cual se operó a través de un programa de cálculo y los resultados se mapearon mediante la digitalización de planos parcelarios del sector en estudio con el objetivo de visualizar el comportamiento de la vulnerabilidad y el riesgo de forma física.

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y RIESGOS. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO

Evaluación de la vulnerabilidad urbana ante la acción del viento

La distribución estadística de los resultados obtenidos en la evaluación de la variable vulnerabilidad ante la acción del viento (V) evidenció que el 75% de la muestra urbana presenta índices de vulnerabilidad que la sitúan en la

categoría baja (Tabla 9), debido a que las tres variables que la determinan mantienen índices generales pertenecientes a las categorías de menor valor. Los siguientes datos muestran esta situación:

- Compacidad de las manzanas, categoría compacto, $C_m = 46,6\%$ de 61 manzanas.
- Compacidad del volumen, categoría volumetría compacta, $C_v = 76,6\%$ de 1037 edificaciones.
- Estado técnico - constructivo, categoría bien, $E_{tc} = 58,4\%$ y categoría totalmente destruido, $E_{tc} = 0,9\%$ de 1037 edificaciones.

El mapeo de los resultados (Figura 4) mostró una distribución espacial aleatoria debido a que no existe ningún factor geográfico o morfológico que condicione el comportamiento de las variables independientes de la vulnerabilidad para definir áreas caracterizadas por valores notablemente diferenciados. Como índice para valorar la situación que presenta la vulnerabilidad se tomó la categoría muy alta, teniendo en cuenta las implicaciones estructurales y funcionales que esta tiene. De esta forma se pudo identificar las edificaciones de valor patrimonial cuyos índices de vulnerabilidad son coincidentes con la categoría antes mencionada.

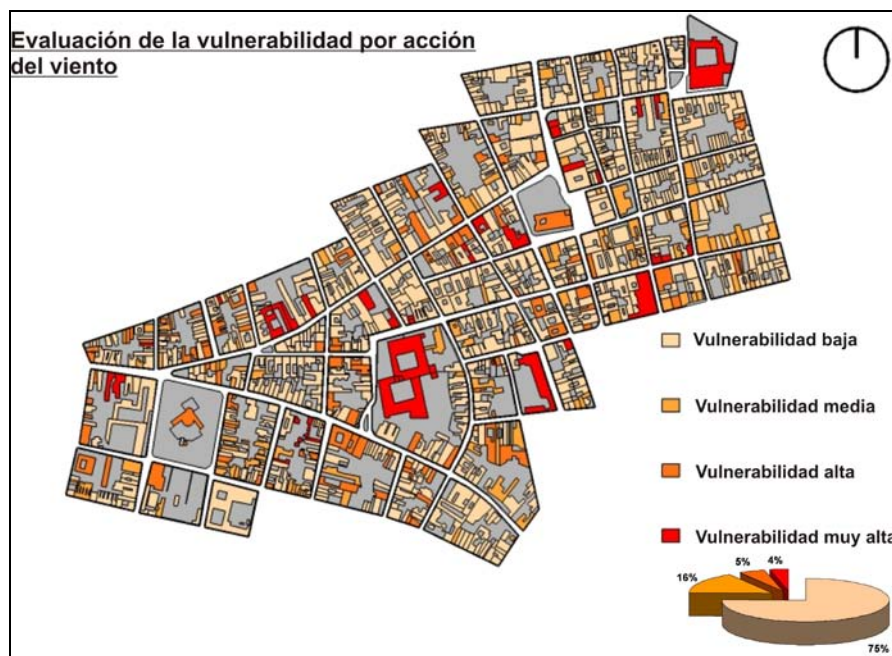


Figura 4: Mapeo de los resultados.

Tabla 9: Evaluación de la de vulnerabilidad ante la acción del viento (V).

Rangos de propensidad	Categorías	Tipo de vulnerabilidad	Cantidad de inmuebles
0 - 5	Baja	No estructural	781
5 - 6,65	Media	No estructural - funcional	168
6,65 - 10	Alta	No estructural - funcional	51
> 10	Muy alta	Estructural - funcional	37

Evaluación del riesgo técnico por acción del viento

La evaluación del riesgo técnico por acción del viento (R_{tv}) (Tabla 10) evidenció un comportamiento armónico con respecto a las categorías de peligro (Figura 5). Esta situación es originada por la relación entre peligro por acción del viento (P_v) y riesgo técnico por acción del viento (R_{tv}).

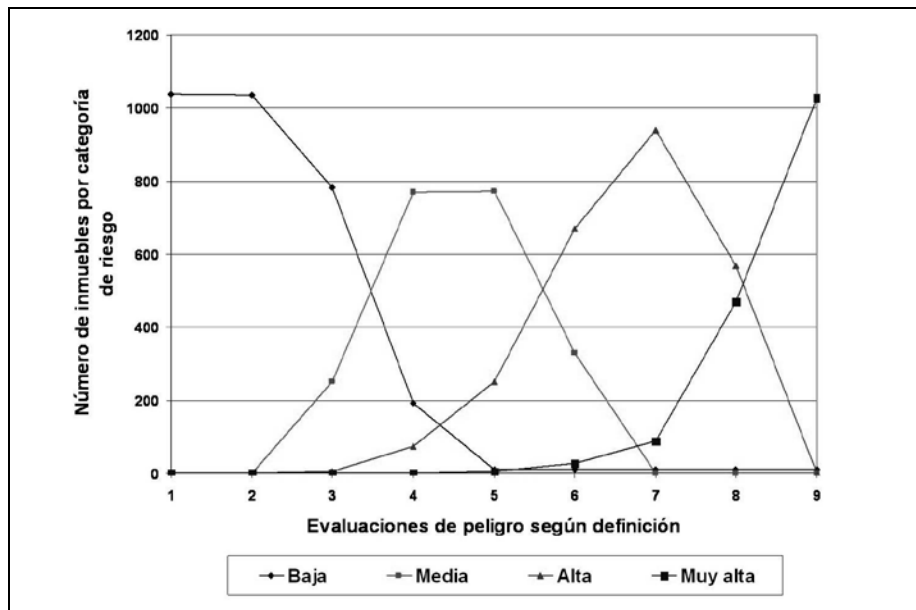


Figura 5: Comportamiento armónico con respecto a las categorías de peligro.

El diagnóstico realizado permitió identificar una situación de desastre para valores de peligrosidad asociados a la categoría uno de huracán (Figura 6). Esta información es de vital importancia para la toma de decisiones en torno al manejo de los recursos dedicados al mantenimiento de las infraestructuras edificadas y para el enfrentamiento de desastres, ya que contempla un número elevado de edificaciones con una alta probabilidad de ser afectadas de forma significativa.

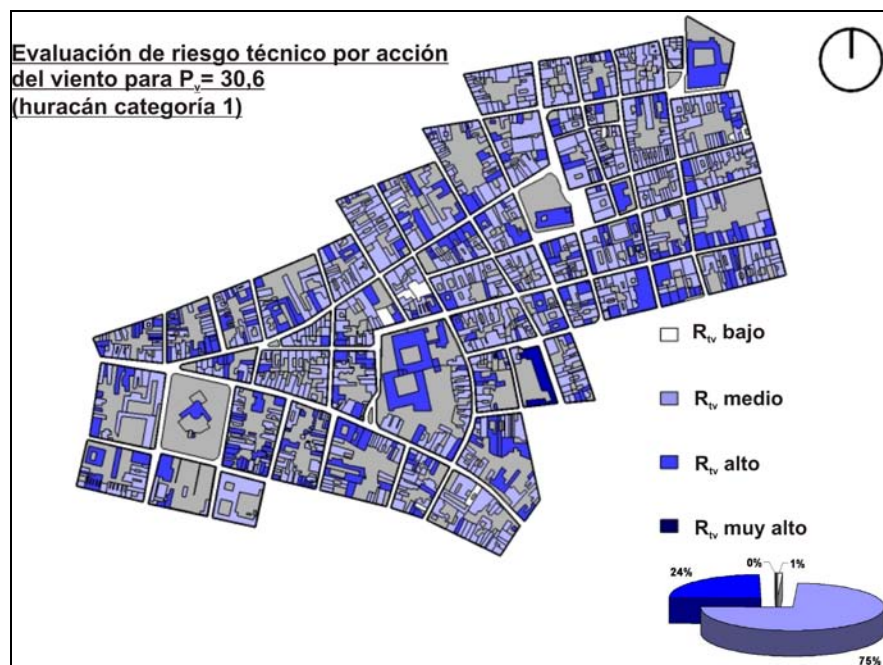


Figura 6: Valores de peligrosidad asociado a la categoría uno de huracán.

Tabla 10: Distribución estadística del riesgo técnico por acción del viento evaluados para valores de peligro.

Categoría	Rtv para Pv = 0	Rtv para Pv = 2,5	Rtv para Pv = 9	Rtv para Pv = 19,5	Rtv para Pv = 30,6	Rtv para Pv = 44,25	Rtv para Pv = 69,67	Rtv para Pv = 125	Rtv para Pv = 340
Baja	1037	1036	781	191	10	10	10	10	10
Media	0	1	252	770	771	329	0	0	0
Alta	0	0	4	75	252	670	939	567	0
Muy alta	0	0	0	1	4	28	88	470	1027

Evaluación del riesgo del estado de conservación por acción del viento

La evaluación del riesgo del estado de conservación por acción del viento (R_{ecv}) mostró un comportamiento gradual (Figura 7), permaneciendo gran parte de la muestra en la categoría de riesgo bajo (Tabla 11) ya que el factor incremental sostuvo valores pequeños cuyo promedio fue 2,72 de 15 el máximo posible (Figura 8).

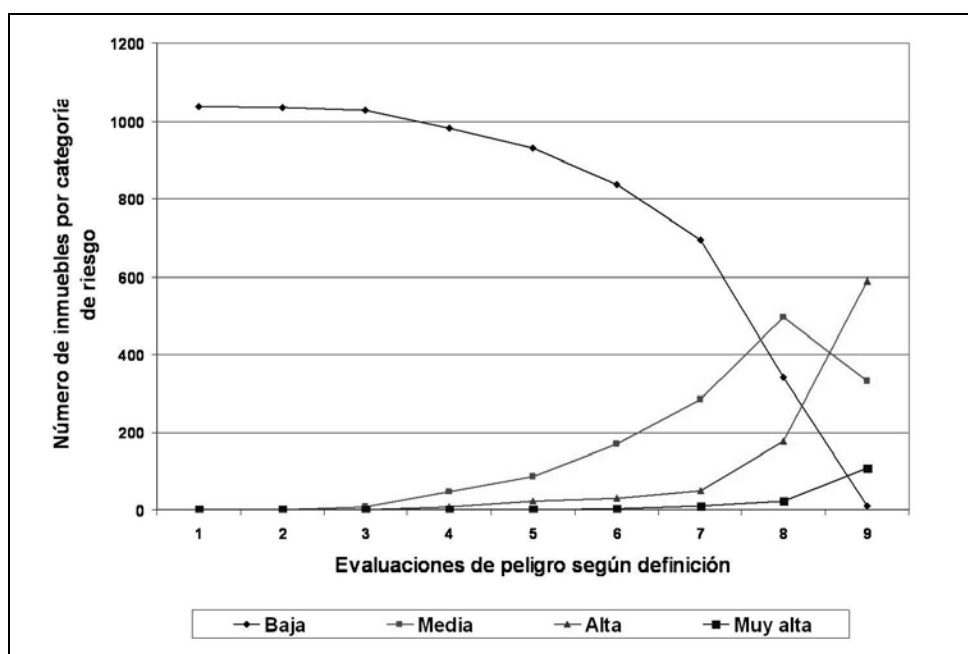


Figura 7: evaluación del riesgo del estado de conservación por acción del viento.

Tabla 11: Distribución estadística del riesgo del estado de conservación por acción del viento por valores evaluados de peligro

Categoría	Recv para Pv = 0	Recv para Pv = 2,5	Recv para Pv = 9	Recv para Pv = 19,5	Recv para Pv = 36,6	Recv para Pv = 44,25	Recv para Pv = 69,67	Recv para Pv = 125	Recv para Pv = 340
Baja	1037	1036	1028	982	929	837	694	341	10
Media	0	1	8	47	85	169	285	496	331
Alta	0	0	1	8	22	29	49 *	177	588
Muy alta	0	0	0	0	1	2	9 **	23	108

* De los cuales 45 integran el “Inventario Nacional de Monumentos y Sitios” con grados de protección entre uno y tres.

** De los cuales 6 integran el “Inventario Nacional de Monumentos y Sitios” con grados de protección entre uno y tres.

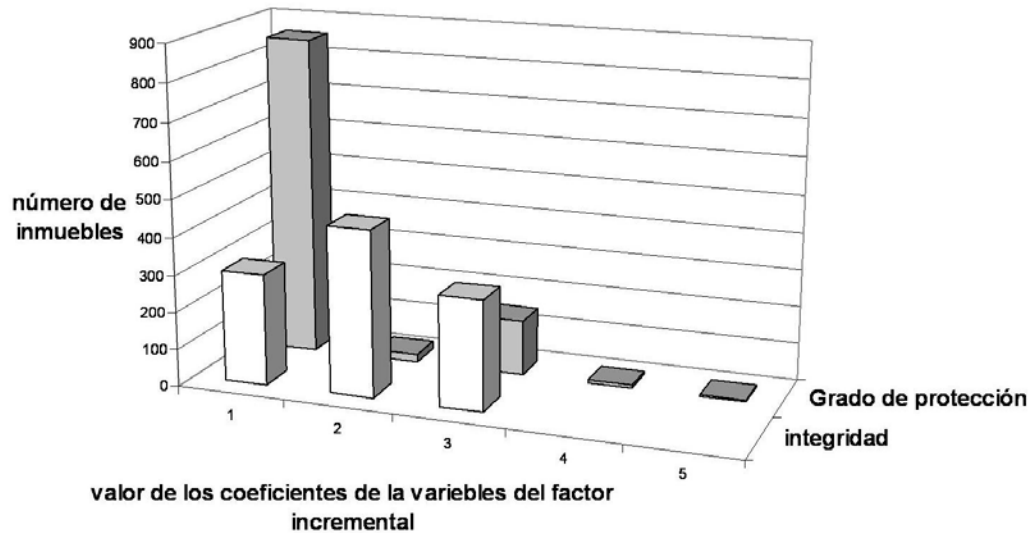


Figura 8: Valores de factor incremental.

El diagnóstico realizado a través de esta variable permitió identificar una situación de desastre para valores de peligrosidad asociados a huracanes categoría tres; para un 36,7% de la muestra urbana con grado de protección entre uno y tres cuyos valores de riesgo del estado de conservación por acción del viento están en las categorías alto y muy alto (Figura 9).

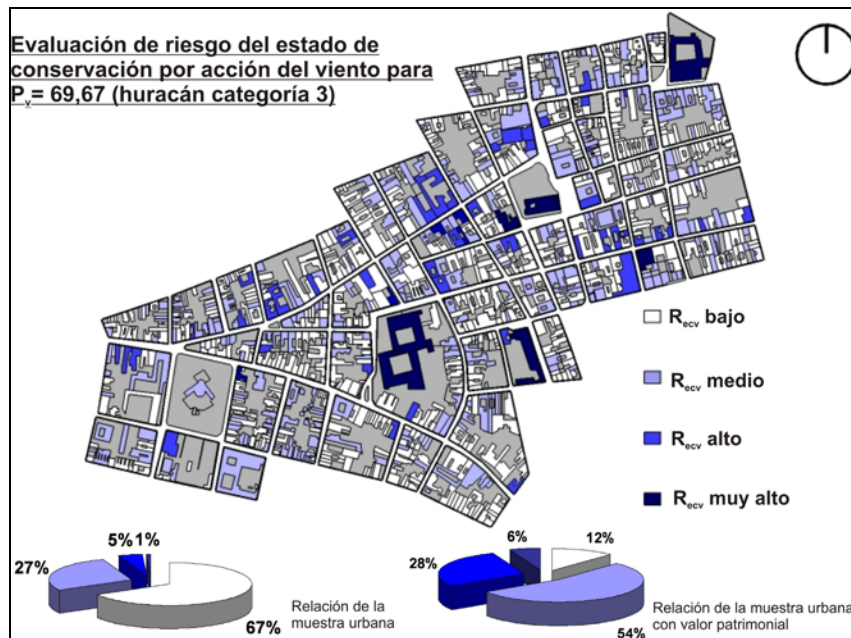


Figura 9: Valores de peligrosidad asociados a huracanes categoría tres.

Para tal situación se realizó una apreciación cualitativa y más detallada, por medio de la cual se identificaron los inmuebles patrimoniales clasificados en los grados de protección uno, dos y tres que alcanzan la categoría de riesgo del estado de conservación (R_{ecv}) muy alto. Dentro de este grupo se encontraron los tres grandes monumentos del sistema religioso del siglo XVIII: la Parroquial Mayor de Guanabacoa (Figura 10), la ermita de la Candelaria y el convento de Santo Domingo (Figura 11) y la Iglesia de San Francisco y Conjunto los Escolapios (Figura 12), la Casa de las Cadenas, siglo XVIII (Figura 13), el Liceo Artístico y Literario de Guanabacoa, siglo XIX (Figura 14) y la Estación de Ferrocarriles Fesser, siglo XIX (Figura 15).



Figura 10: La parroquial mayor de Guanabacoa del siglo XVIII.



Figura 11: La ermita de la Candelaria y el convento de Santo Domingo del siglo XVIII.



Figura 12: La iglesia de San Francisco y el conjunto los Escolapios del siglo XVIII.



Figura 13: La casa de las Cadenas del siglo XVIII.



Figura 14: El liceo artístico y literario de Guanabacoa del siglo XIX



Figura 15: La estación de ferrocarriles Fesser del siglo XIX

Como resultado de esta pesquisa se puede afirmar que existe un riesgo elevado de perder obras emblemáticas de la arquitectura colonial guanabacoense y con ella una parte importante de la memoria histórica, con consecuencias negativas para la continuidad de las identidades urbanas, el diálogo transgeneracional y para la conservación de las potencialidades de desarrollo en el sector urbano del municipio Guanabacoa.

VALORACIÓN DEL MODELO DE RIESGO URBANO DE DESASTRE NATURAL POR ACCIÓN DEL VIENTO

La puesta en práctica del modelo de riesgo de desastre natural por acción del viento fue satisfactoria. Los resultados obtenidos permitieron demostrar y fundamentar apreciaciones realizadas de forma previa e intuitiva. Como experiencia del ejercicio de evaluación se expresó la necesidad de desarrollar un método de trabajo donde se establezca el protocolo que regule las actividades de toma de datos y procesamiento de información con el fin de evitar errores de apreciación y confiabilidad de los resultados en futuras etapas de generalización.

Por otra parte, la adecuación del modelo al sector urbano para el cual fue diseñado es el reflejo de su reducida área de aplicación. Por esta razón se impone iniciar una nueva etapa de trabajo que esté dirigida a rediseñar el modelo, otorgándole capacidades operativas y de generalización mayor, a través de las siguientes finalidades que resultaron de la valoración de la experiencia realizada:

1. La incorporación de más dimensiones de análisis que permitan una visión integrada del problema.
2. La concepción de las variables atendiendo, con especial atención, a la cuestión operacional.
3. La instrumentación de métodos matemáticos que permitan realizar evaluaciones estadísticas-probabilísticas y prospectivas en sentido general.

CONCLUSIONES

Se han presentado los resultados de un estudio preliminar en el marco de los proyectos de investigación Identidad del ambiente construido habanero de la Facultad de Arquitectura de La Habana y Gestión de patrimonio del Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museología en el cual se realiza una primera propuesta del modelo de riesgo urbano de desastre natural por acción del viento, para lo cual se estableció la plataforma multidisciplinaria del estudio; se caracterizó el estado de conocimiento de la cuestión metodológica de los estudios de riesgos; se caracterizó el sector para el cual se diseñó el modelo; se desarrollaron los conceptos y operacionalizaron las variables; se evaluó vulnerabilidad y riesgo; se valoró la aplicación del modelo de riesgo urbano de desastre natural por acción del viento.

Mediante la realización del estudio se obtuvieron un grupo de resultados inmediatos: el modelo de riesgo de desastre natural por acción del viento, donde se integra la dimensión patrimonial y la evaluación de vulnerabilidad y riesgo en el sector urbano del Centro Histórico de Guanabacoa para el cual fue diseñado. Los resultados derivados de la evaluación fueron los siguientes:

- que el 75% del sector urbano presenta índices de vulnerabilidad bajos
- que para huracanes Categoría 1 se presenta una situación de desastre con el 24,7% del sector urbano presentando índices de riesgo técnico por acción del viento alto y muy alto.
- que para huracanes Categoría 3 el 36,7% de la muestra urbana inscrita en el Inventario Nacional de Monumentos y Sitios con los grados de protección uno, dos y tres presenta índices de riesgo del estado de conservación por acción del viento alto y muy alto, de los cuales seis de las obras de la arquitectura patrimonial más importantes pertenecientes al período colonial presentan índices de riesgo del estado de conservación por acción del viento muy alto.

Desde el punto de vista de la disciplina de la conservación del patrimonio edificado se determinó que el repertorio religioso guanabacoense, debido a su tipología (emplazamiento aislado y desarrollo en altura de componentes volumétricos) genera los mayores niveles de vulnerabilidad y riesgo en comparación con el repertorio doméstico. Sumando a esto, que estas edificaciones concentran importantes valores históricos y artísticos, se determinó que la máxima atención en la gestión de riesgo dirigida a la conservación del patrimonio edificado debe ser dirigida a la arquitectura religiosa.

De estos resultados se concluye que existen riesgos elevados que atentan contra el desarrollo sostenible en el municipio Guanabacoa dado por las condiciones de inseguridad, de la infraestructura y el patrimonio urbano-arquitectónico, ante la acción de eventos hidro-meteorológicos que desarrollen fuertes vientos.

De la valoración de la aplicación del modelo de riesgo urbano de desastre natural por acción del viento se identificaron un grupo de aspectos que deben ser abordados en el futuro:

1. El desarrollo de un método de trabajo donde se establezca el protocolo que regule las actividades de toma de datos y procesamiento de información.
2. La incorporación de más dimensiones de análisis que permitan una visión integrada del problema.
3. La concepción de las variables atendiendo, con especial atención, a la cuestión operacional.
4. La instrumentación de métodos matemáticos que permitan realizar evaluaciones estadísticas-probabilísticas y prospectivas en sentido general.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, A. A. (2004). "Desigualdades Territoriales y Desarrollo Local. Consideraciones para Cuba", *Economía y Desarrollo*, Revistas-Científicas/Economía-y-Desarrollo, pp. 150-168.
<http://revistas.mes.edu.cu:9900/EDUNIV/03-/2004/e/904e07.pdf>.
- Álvarez, A. (2005). "Sobre la evaluación de riesgo de desastres naturales y vulnerabilidad de la comunidad utilizando sistemas de información geográficos", *Revista Internacional de desastres naturales, accidentes e infraestructura civil*, Vol. 5, No. 2, pp. 101-102.
- Amendola, A., Ermoliev, Y., Ermolieva, T. Y., Gitis, V., Koff, G. y Linnerooth-Bayer, J. (2000). "A Systems Approach to Modeling Catastrophic Risk and Insurability", *Natural Hazards*, No. 21, pp. 381-393.
- Amendola, A. (2004). "Management of Change, Disaster Risk, and Uncertainty: an Overview", *Journal of Natural Disaster Science*, Vol. 26, No. 2, pp. 55-61.
- Batista Matos, R. (2003). *Vulnerabilidad ante las amenazas naturales*. Ciudad de La Habana: CITMA.
- Cardona, H. P. (2004). "Aplicación de árboles de decisión en modelos de riesgo crediticio", *Revista Colombiana de Estadística*, Vol. 27, No 2, pp. 139-151.
- Cardona, O. (2001). "La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión para la gestión", *Internacional Work-Conference on Vulnerability and Disaster Theory and Practice*, Holanda.
- Cardona, O., Ordaz, M., Moreno, A., Santa-Cruz, S. y Marulanda, M. (2005). "Evaluación del riesgo de desastre con fines de estimación de pasivos contingentes y déficit fiscal", *Revista Internacional de desastres naturales, accidentes e infraestructura civil*, Vol. 8, No.1, pp. 15-26.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2003). *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres*, Ciudad de La Habana, Editorial CITMA.
- Conservación y Gestión de Centros Históricos inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial (2007). San Petersburgo, Editorial ICOMOS.
- Deare, F. (2003). *A methodological approach to gender analysis in natural disaster assessment: A guide for the Caribbean*, Ciudad de La Habana: Ed. CITMA.
- Diccionario de filosofía (1984). Moscú, Editorial Progreso.
- Espina, M. (1998). "Apuntes sobre el concepto de desarrollo y su dimensión territorial", A. Guzón Camporredondo, (ed.). *Desarrollo local en Cuba: retos y perspectivas*. (pp. 41-53) Ciudad de La Habana: Ed. Centro de Investigaciones Psicológicas y Sociales y la Agencia Internacional Canadiense para el Desarrollo.
- Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de la República de Cuba (2000). *Normas para la proyección y ejecución de las medidas técnico ingenieras de defensa civil*. Ciudad de La Habana: Editorial CITMA.
- Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de la República de Cuba (2002). *Glosario de términos de defensa civil*. La Habana, Editorial CITMA.
- Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de la República de Cuba y Grupo de Estudio de Desastres (2003). *Guías para la realización de los estudios de riesgo de desastres*. Ciudad de La Habana, Editorial CITMA.

- Foladori, G. (2000). "Avances y límites de la sustentabilidad social". *Economía, Sociedad, y Territorio*, Vol. 3, No. 12, pp. 621-637.
- Presmanes, R. G. (2006). Guanabacoa, expresiones de los valores identitarios de su arquitectura y urbanismo, Trabajo de diploma no publicado, Facultad de Arquitectura de La Habana, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.
- Presmanes, G. R. (2007). "Guanabacoa, significado del espacio público". *Arquitectura y Urbanismo*, Vol. 28, No. 1, pp. 17-21.
- Gutman, M. (2007). "Del monumento aislado a la multidimensionalidad", C. Fernando, (ed) Centros Históricos de América Latina y el Caribe. (pp. 95-103), Quito: Editorial. UNESCO, Banco Interamericano de Desarrollo, Ministerio de Cultura y Comunicación de Francia, FLACSO.
- Hernández, D. (2007). "Conceptos y fundamentos de probabilidad y estadística en la modelación de riesgos catastróficos:", *XIII Congreso Nacional de Actuarios – Seminario ASTIN*,
- Inventario Nacional de Construcciones y Sitios (2009). Archivo de Museo Municipal de Guanabacoa.
- Chávez, J. R. (2003). Modelo de riesgo de erosión de suelo en cuatro micro-cuencas de la cordillera Los Maribios, Nicaragua, Universidad de Yale, Conecticut.
- Keipi, K.; Mora, S. y Bastidas, P. (2005). Gestión de riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo, Lista de preguntas de verificación, Editorial Departamento de Desarrollo Sostenible, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D.C.
- Lavell, A. (2000). "Desastres y Desarrollo: Hacia un Entendimiento de las Formas de Construcción Social de un Desastre: El Caso del Huracán Mitch en Centroamérica" N. Garita,; J. Nowalski, (ed.). Del Desastre al Desarrollo Sostenible: El Caso de Mitch en Centroamerica, Ed. BID y CIDHS, tomado en mayo de 2009 de http://www.desenredando.org/public/articulos/2000/dyd/DyD2000_mar-1-2002.pdf.
- Lavell, A. (2002a). "Local Level Risk Management. Concepts and Experience in Central America", Documento preparado para ser presentado en the Disaster Preparedness and Mitigation Summit. Tomado en mayo de 2009 de http://www.desenredando.org/public/articulos/2003/llrmceca/llrmceca_abr-24-2003.pdf.
- Lavell, A. (2002b). Desastres Urbanos: Una Visión Global. Tomado en mayo de 2009 de http://www.desenredando.org/public/articulos/2000/duuvg/DUUVG_mar-1-2002.pdf.
- Lavell, A. y Cardona, O. (2002). Considerations on the Economic, Social, Political and Institutional Context and Challenges for Integrated Risk and Disaster Management in Latin America, tomado en mayo de 2009 de http://www.desenredando.org/public/articulos/2000/cespi/CESPI_mar-1-2002.pdf.
- Llanes Guerra, J. (2008). Cuba. Paradigma en la reducción de riesgo de desastres, Ciudad de La Habana: Ed. Estado Mayor de la Defensa Civil de la República de Cuba, Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica, OXFAM Solidaridad.
- López Prado, C. (2004). "Desarrollo humano territorial en Cuba. Metodología para su evaluación y resultados". *Economía y Desarrollo*, Edición especial, pp. 127-149. Tomado en junio de 2007 de <http://revistas.mes.edu.cu:9900/EDUNIV/03-Revistas-Cientificas/Economia-y-Desarrollo/2004/e/904e06.pdf>.
- Macari, E. (2001). "Evaluación de riesgos de derrumbes causados por lluvias torrenciales", *Revista Internacional de desastres naturales, accidentes e infraestructura civil*, Vol. 5, No. 2, pp. 117-126.
- Oficina Nacional de Normalización de la República de Cuba (2003). Carga de viento, Método de cálculo, Ciudad de La Habana.
- Piedra, N.; Fernández, M. (2007). Plan parcial. Subcentro de animación urbana, Guanabacoa. Ciudad de La Habana: Ed. Dirección Municipal de Planificación Física de Guanabacoa.
- Rodríguez, A.; Hillman, G.; Pagot, M.; Caamaño, G.; Bernasconi, I. (2002). "Análisis y simulación de riesgos ecológicos en un gran sistema hidrológico endorreico", *Revista Internacional de desastres naturales, accidentes e infraestructura civil*, Vol. 5, No. 2, pp. 19-40.
- Stephenson, R.S. (1991). "Desastres y desarrollo", Programa de Entrenamiento para el Manejo de Desastres, UNDRD, PNUD.