

Batista Silva, J. L. (2010): Cambio climático y medio ambiente. Peligro, vulnerabilidad y riesgos en Cuba. Revista Bimestre Cubana (número Revolución Tecnológica), La Habana.

## I. GENERALIDADES

Cada día es más notoria la vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante la presencia de determinados peligros naturales, como las penetraciones del mar, inundaciones en zonas con poco drenaje, desborde de arroyos y ríos, deslizamientos de tierra y movimientos sísmicos, entre otros.

La actividad humana, acompañada de un intenso desarrollo económico en los últimos decenios, ha originado grandes desastres ecológicos de origen técnico o ha alterado las características medioambientales de territorios. La superpoblación de algunas ciudades, las necesidades materiales del individuo y la construcción de diversas y complejas fábricas contaminadoras están creando problemas derivados que son atendidos desde distintos puntos de vista.

Además de los peligros tecnológicos, las instalaciones industriales están expuestas a diversos peligros naturales, sin embargo, la identificación del peligro, vulnerabilidad y riesgo para eventos naturales requiere un tratamiento, de cierta forma diferente al riesgo tecnológico. Por ejemplo, la identificación de la vulnerabilidad de una planta con relación a emisiones tóxicas es una sola variable, es decir, se detectan los posibles focos de emisión y éstos se eliminan, cambiando las partes del equipamiento o instalando uno nuevo o más moderno, reduciendo así la vulnerabilidad y por tanto el riesgo. No obstante, el riesgo de desastres por peligros naturales puede depender de varios factores, los cuales deben actuar integradamente para que se produzca el mismo.

Una definición generalmente aceptada expresa que los peligros naturales son "*aquellos elementos del medio ambiente físico, o del entorno físico, perjudiciales al hombre y causados por fuerzas ajenas a él*" (Burton, 1978). Más específicamente, el término peligro natural es utilizado en referencia a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos y volcánicos) u originados por el fuego que, por razón del lugar en que ocurren, su severidad y frecuencia, pueden afectar de manera adversa a los seres humanos, a sus estructuras o actividades. Algunos especialistas utilizan el término amenaza natural en sustitución de la de peligro natural. El calificativo natural es empleado para excluir de la definición los peligros originados por los seres humanos tales como guerras, polución y contaminación química, o peligros no necesariamente relacionados con el entorno físico: tales son los casos de enfermedades infecciosas.

Es una práctica muy difundida, sobre todo en los medios, resaltar que las catástrofes ocasionadas por peligros no tecnológicos son "naturales". Mucha gente cree que las catástrofes naturales son casos de fuerza mayor y que poco puede hacerse para prevenirlas o reducir sus efectos. Pero el reciente aumento de pérdidas debidas a desastres de origen natural ha sido tan excesivo que las causas no pueden atribuirse totalmente a la naturaleza. Los daños económicos en los últimos decenios se han quintuplicado. En los años sesenta del Siglo XX, los desastres de origen natural provocaron daños por valor de 40 mil millones de dólares y en 1995, esa cifra ascendió a casi 200 000 millones de dólares. Hasta finales del año 2005 las pérdidas de vidas humanas y daños

materiales a nivel mundial han sido inmensamente cuantiosas, debido a una intensa actividad ciclónica (Dennis, Katrina, Rita, Stan, Georges, Jeanne), fuertes inundaciones en la mayoría de los países de Centroamérica y el Caribe, y a movimientos sísmicos importantes y devastadores como el ocurrido el 8 de Octubre 2005 en Pakistán, que provocó 87 350 muertes, 63 000 heridos y 3 millones de damnificados (CNN, 8 Noviembre 2005). El 27 de Mayo de 2006, un terremoto de magnitud 6.2 en la escala Richter sacudió en especial a Yogyakarta, ubicada unos 400 kilómetros al este de la capital Yakarta y causó de inmediato conmoción internacional y se estima que las muertes superan las 5 000 personas.

Un fuerte terremoto de 8.0 grados de la escala de Richter sacudió el Condado de Wenchuan, en la provincia de Sichuan, en China el 12 de mayo de 2008, provocando más de 65 000 muertes y dejando una estela de destrucción. Las sacudidas de este sismo se hicieron sentir incluso en Pekín, Shanghai, a lo largo de la República de China y en la capital de Vietnam, Hanoi.

Una tormenta tropical, aparentemente insignificante, ha producido casi 100 muertes en la República Dominicana a finales del mes de Octubre, 2007. Habitualmente se piensa en la velocidad del viento cuando se trata de ciclones tropicales, pero he aquí un buen ejemplo, como esta tormenta tropical, denominada "Noel", produjo pérdidas humanas y prácticamente paralizó el país, debido a las intensas y prolongadas lluvias acompañantes, formando extensas áreas inundadas.

En la temporada ciclónica del año 2008, Cuba fue azotada por tres huracanes (Gustav, Ike y Paloma), causando destrucción y cuantiosos daños a lo largo de todo el territorio nacional, aunque sin ocasionar pérdidas de vidas humanas gracias a las medidas de mitigación y evacuación tomadas por las organizaciones cubanas de Protección Civil.

***“Los conflictos entre los peligros naturales y las actividades de desarrollo resultan de una confrontación entre eventos naturales peligrosos y la actividad humana. Los llamados desastres naturales ocurren porque no hemos dado la suficiente atención a los fenómenos naturales peligrosos. En realidad, el término "desastre natural" conduce a una concepción incorrecta por esta razón: culpa a la naturaleza cuando, en realidad, la culpa corresponde a quienes decidieron que se implementen proyectos bajo circunstancias que ponen en peligro alcanzar aquellos objetivos mismos para los cuales fueron diseñadas las actividades de desarrollo”.***

***“El término desastre natural quizás no sea el más apropiado para comprender el fenómeno, sensibilizar a la comunidad e integrar a los actores que deberían involucrarse en una efectiva gestión del riesgo y una política preventiva. Los llamados desastres naturales ocurren sobre todo en zonas pobladas y afectan a sitios vulnerables que han sido ocupados por una sociedad para su residencia u otros fines. La localización de las actividades humanas compete a las personas y a sus formas de organización, por lo tanto, que se produzca un desastre no depende sólo de la naturaleza sino también de la decisión de instalar un asentamiento o actividad humana sin tomar en consideración las amenazas existentes y las vulnerabilidades que se desarrollan, variables que constituyen una situación de riesgo potencial”***, (CEPAL, 2005).

La humanidad, desde épocas remotas ha contribuido y contribuye actualmente a aumentar la gravedad de las catástrofes llamadas “naturales”, pero esta tendencia puede ser revertida. Los riesgos de origen natural se pueden gestionar. La población y sus propiedades pueden ser menos vulnerables a los fenómenos naturales si se toman medidas preventivas adecuadas.

Existen muchos modos de gestionar los riesgos debidos a los peligros naturales; por ejemplo, en Octubre del año 1963 el ciclón “Flora” produjo alrededor de 1000 víctimas humanas, además de cuantiosos daños materiales, durante su paso por las antiguas provincias orientales. Las medidas tomadas por la Defensa Civil y el Gobierno de Cuba antes, durante y después de los eventos naturales desfavorables, han reducido actualmente casi a cero la pérdida de vidas humanas, ante la ocurrencia de peligros naturales propios del territorio cubano, tales como las tormentas y ciclones con sus consecuencias (inundaciones, altas velocidades del viento, etc.).

En este artículo se considera que los desastres no son naturales, aunque los peligros si lo son, para diferenciarlos de los de origen antrópico. Los desastres son ocasionados por el hombre al convertirse éste en vulnerable ante determinados peligros.

A nivel global, en las últimas décadas, muchas personas se han instalado en zonas vulnerables a los peligros naturales. En algunos centros urbanos, las mejores tierras están ocupadas, y, por eso, ahora la gente se asienta en pantanos, riberas y laderas con fuertes pendientes, lo cual aumenta significativamente su vulnerabilidad. Hay tierras particularmente vulnerables a inundaciones, desprendimientos de tierras, penetraciones del mar y terremotos. El rápido ritmo de crecimiento en esas zonas dificulta la labor de las autoridades para garantizar los servicios básicos en tiempo breve. Las construcciones inadecuadas, la superpoblación, el manejo inadecuado de los recursos hídricos y su insuficiencia en algunos territorios, así como la carencia de un acceso rápido a los servicios de emergencia (hospitales, bomberos, policía), hacen que esas gentes sean menos capaces de protegerse a sí mismas.

La destrucción de los arrecifes de coral, de los bosques y la frágil vegetación de las montañas crea un desequilibrio ecológico, ya que esas barreras naturales reducían los deslizamientos de tierras, inundaciones, tormentas y otros desastres “naturales”.

Las inundaciones son un buen ejemplo de cómo los desastres “naturales” puede que no sean tan naturales. Las inundaciones constituyen la catástrofe más frecuente y aumentan más rápidamente que otros desastres. Las causas pueden ser el derrumbamiento de los diques, la obstrucción de los sistemas de desagüe, roturas de tuberías de agua y no precisamente debidas a fuertes temporales o tsunamis. Las inundaciones relámpago son las más frecuentes, producidas, en parte, por la construcción de viales asfaltados, que no absorben el agua, donde antes había espacios abiertos y los coeficientes del escurrimiento superficial son muy altos. Otras de las causas de este tipo de inundaciones pueden ser los trabajos realizados para desviar las corrientes de los ríos y el taponamiento de las vías de evacuación del escurrimiento superficial, que traen como consecuencia drenajes deficientes o inexistentes.

La frontera entre los desastres de origen natural y los puramente tecnológicos no está muy definida. Las amenazas tecnológicas plantean un problema creciente, especialmente en lo que se refiere a la rápida urbanización en zonas propensas a desastres, donde los peligros naturales pueden provocar serios daños. Los terremotos ocasionan potencialmente la obstrucción de los gasoductos, causando a la vez incendios; durante las inundaciones, los depósitos de petróleo/gas podrían ser arrasados por las aguas, como ocurrió durante las inundaciones de Lousiana, al paso del huracán Katrina, a finales de Agosto del 2005. Incluso podría decirse que existe cierta vinculación entre el desarrollo tecnológico, el cambio climático y los desastres relacionados con el tiempo climatológico.

## **II. PELIGRO, VULNERABILIDAD Y RIESGOS**

Según opiniones de muchos especialistas, expresadas en distintos foros internacionales, *“mientras que la cuestión de la reducción de los desastres naturales esté reservada a los científicos y sea ajena al trabajo de los directores de empresas, ingenieros en construcción y esté excluida de las estadísticas asegurativas, será totalmente ineficaz, mal entendida y, lo que es peor, se considerará irrelevante”*. (Stop Disasters, 1994).

Con el creciente interés suscitado en los últimos años por la reducción de los desastres producidos por peligros (amenazas) naturales, sobre todo en el ámbito internacional, muchas empresas empiezan también a integrar en su noción de gestión del riesgo los factores que se originan de los desastres. Estos desastres han experimentado, en los últimos tiempos, un neto incremento tanto por su frecuencia como por su dimensión.

El riesgo que representa la aparición de tales sucesos respecto a una empresa se puede resumir en los siguientes puntos. En primer lugar, una disminución de la producción y las ventas debido a los daños estructurales, dificultades en el transporte, interrupción de las comunicaciones y en segundo lugar, un incremento de los costos debido a los gastos extraordinarios en reparaciones, transportes adicionales, formación de personal en procedimientos diferenciados (por ejemplo, en las técnicas de tele-medicación y a la utilización del satélite).

Contemporáneamente se asiste a un progresivo acercamiento de los intereses públicos a los privados en materia de prevención de los desastres, cuyo origen se encuentra en las enormes pérdidas económicas que aquéllos generan.

El significado social de este nuevo esfuerzo por parte del sector empresarial es evidente. Desde un punto de vista puramente empresarial, la gestión de riesgo, en el sentido estricto de la palabra, se debe a la necesidad que tiene la empresa de permanecer en el mercado. A partir de la aparición de las temáticas ambientales, existe un creciente interés por parte del mundo industrial en temas relacionados con la ecología, a menudo asociados a políticas de imagen. Por el contrario, el empeño asumido, actualmente, por algunas empresas en relación a los desastres de origen natural muestra que hay una nueva tendencia del mundo industrial en la elaboración de políticas industriales que tengan más en cuenta el factor “bien común”.

La industria ha desarrollado redes de expertos y tiene un acceso rápido a asesores de cualquier tipo que, generalmente, no forman parte de los circuitos que atienden a las organizaciones internacionales. Aún más, el acceso a las últimas tecnologías ofrece a la acción preventiva de la gran empresa, si está bien planificada, modelos cualitativos y eficacia de alto nivel. En muchos casos importantes empresas multinacionales tienen una relación preferente con las comunidades en donde se encuentran sus instalaciones; no por casualidad nacen verdaderos centros habitados en donde se instala un complejo industrial. Por último, la industria, en su conjunto, representa también una importante fuente de apoyo material y financiero para los programas internacionales de reducción de las catástrofes a distintos niveles.

En la mayoría de los casos las grandes empresas –a nivel global- prestan cada vez más atención a la vulnerabilidad, ya sea de las instalaciones industriales como a las comunidades que viven en la región en donde están ubicadas sus instalaciones. En el organigrama de la empresa, la figura del experto en riesgos ha sufrido algunos cambios y ahora esa tarea la llevan a cabo funcionarios en contacto directo con la dirección de empresas y con estudios específicos en la materia.

Los seres humanos pueden hacer muy poco o casi nada para cambiar la incidencia o intensidad de la mayoría de los fenómenos naturales pero, en cambio, pueden tomar precauciones para que los eventos naturales no se conviertan en desastres debido a sus propias acciones y omisiones. Es importante entender que la intervención humana puede aumentar la frecuencia y severidad de los peligros (amenazas) naturales. Por ejemplo, si se extrae tierra de la parte inferior de un derrumbe para dar cabida a un nuevo asentamiento humano, el terreno puede moverse nuevamente y enterrarlo. La intervención humana puede también generar peligros naturales donde no existían antes: los ciclones tropicales pueden formar trenes de olas que lleguen a las costas inundando y destruyendo la zona litoral aledaña y por ende todas las edificaciones e instalaciones que el hombre ha construido, sin haber tenido en cuenta que se hace vulnerable ante ese peligro natural. Finalmente, la intervención humana reduce el efecto de mitigación que tienen los ecosistemas naturales: la destrucción de los arrecifes de coral que elimina la primera línea de defensa de las costas contra los efectos de las corrientes y tempestades marinas, es un ejemplo claro de una intervención que disminuye la capacidad del ecosistema para protegerse a sí mismo. Un caso extremo de intervención humana destructora del ecosistema es la desertificación que, por propia definición, es un peligro "natural" inducido por el ser humano.

Existen múltiples definiciones de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo, la mayoría de ellas formuladas por intereses particulares, profesionales o institucionales. Muchas de ellas son contradictorias entre sí, no obstante, es conveniente abordar los conceptos que son utilizados por organizaciones nacionales e internacionales de Defensa y Protección Civil.

Según el diccionario de la lengua española:

Peligro: contingencia inminente de que suceda algún mal. Correr peligro; estar expuesto a él.

Vulnerabilidad: que puede ser herido o recibir lesión, física o moralmente.

**Riesgo:** contingencia o proximidad de un daño. Correr riesgo, estar una cosa expuesta a perderse.

En la elaboración del presente artículo se ha utilizado la terminología internacional de las organizaciones de Protección y/o Defensa Civil, coincidente con el “United Nations Disaster Relief Organization” (UNDRO), (Coburn et al., 1991), donde:

**Peligro:** es la probabilidad de que un área en particular sea afectada por algún elemento perturbador (inundaciones, ciclón, penetraciones marinas, contaminación).

**Vulnerabilidad:** es la probabilidad de resultar destruido, dañado o perdido cualquier elemento estructural físico, social o económico expuesto a un peligro.

**Riesgo:** es el grado de pérdidas previstas en vidas humanas, personas lesionadas o heridas, pérdidas materiales y perturbaciones de la actividad económica debidas a un fenómeno determinado.

### III. PELIGROS

#### III.1. Peligro sísmico.

Un terremoto es causado por la súbita liberación de energía de las fuerzas elásticas que se acumulan lentamente a lo largo de una falla dentro de la corteza terrestre. Las áreas de superficie o subterráneas que se fracturan y que pueden experimentar terremotos, se conocen como zonas sísmicas de fallamiento. Un 15% de los terremotos del mundo ocurren en América Latina, concentrados principalmente en la cordillera occidental.

Según el tamaño y su ubicación, un terremoto puede causar los fenómenos físicos de sacudimiento de terreno, ruptura en superficie de una falla, fallamiento del terreno y los tsunamis en algunas áreas costeras. Ocurren réplicas sísmicas más pequeñas después del evento principal, a veces durante varias horas, o meses o aún años.

El sacudimiento o movimiento del terreno, la causa principal del colapso parcial o total de las estructuras, es la vibración del terreno excitado por las ondas sísmicas durante un terremoto. Son cuatro los principales tipos de onda sísmica que se propagan a través del interior o sobre la superficie de la tierra, a diferentes velocidades; llegan a un lugar determinado en diferentes momentos y hacen vibrar las estructuras de manera diferente. La primera onda que llega a la superficie de la tierra es la onda sonora u onda **P** y es la primera que hace vibrar a una construcción. Las ondas más destructoras son las ondas de corte, ondas **S**, que causan que la tierra se mueva a ángulo recto de la dirección de propagación de la onda y que las estructuras vibren de lado a lado. A no ser que la estructura sea diseñada y construida para resistir todas estas vibraciones, el sacudimiento del terreno puede causar graves daños. El tercer y cuarto tipo son ondas de superficie de baja frecuencia, cuya velocidad de propagación es menor, usualmente detectadas a mayores distancias del epicentro, y que causan la oscilación más lenta de estructuras y también olas en embalses de agua.

Existen cuatro características principales que influyen sobre el daño que puede ser causado por el sacudimiento del terreno debido a un terremoto: magnitud, atenuación, duración y respuesta de sitio, aunque también es importante un quinto parámetro, el potencial de fallamiento del terreno (o sea la propensión de un lugar a la licuefacción o a deslizamientos). Estos factores están también relacionados con la distancia del lugar afectado hasta el epicentro del sismo - el punto sobre la superficie encima del foco o hipocentro, es decir, el lugar de origen debajo de la superficie.

La severidad de un terremoto se puede medir de dos maneras: por la intensidad y la magnitud. La intensidad es el efecto aparente del sismo en un determinado lugar. La magnitud está relacionada con la cantidad de energía liberada en el lugar de origen. La intensidad se mide con varias escalas. La que más comúnmente se usa en el hemisferio occidental es la escala Mercalli Modificada (MM) de I a XII, con la cual la intensidad es evaluada subjetivamente en base a la descripción de los daños.

La escala Richter, que mide magnitud, es la que más frecuentemente utilizan los medios de comunicación para dar a conocer al público el tamaño de un terremoto. Es más fácil determinar magnitud que intensidad, pues es un parámetro que registran los instrumentos sísmicos, aunque presenta algunas dificultades. Mientras un terremoto puede tener una sola magnitud, las intensidades varían de acuerdo a los efectos en las diferentes comunidades y a diferentes distancias del epicentro. Así, dos sismos con la misma magnitud Richter, pueden tener intensidades máximas muy diferentes en diferentes lugares (Tabla III.1-1).

**Tabla III.1-1.- Escala Richter**

<b>Magnitud en Escala Richter</b>	<b>Efectos del terremoto</b>
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

(NOTA: Esta escala es "abierta", de modo que no hay un límite máximo teórico, salvo el dado por la energía total acumulada en cada placa, lo que sería una limitación de la Tierra y no de la Escala).

El Archipiélago Cubano está ubicado en el límite norte de la Placa del Caribe, separada de la placa de Norte América por una larga zona de falla a lo largo de la cual la segunda ha penetrado por debajo de la primera creando una extensa zona de subducción. El límite de placas en la parte norte de Puerto Rico, La Española y Jamaica, y al sur de Cuba, presenta además características predominantes de movimiento transcurrente siniestral. Estas condiciones han dado origen a grandes fosas, como la Trinchera de Puerto Rico, y a grandes fallas transcurrentes, como la Falla Septentrional, a las que se debe una significativa actividad sísmica que afecta la zona norte de Jamaica, La Española y Puerto Rico, la zona sureste de Cuba y a las Antillas Menores.

La región oriental de Cuba se caracteriza por su actividad tectónica actual vinculada a la última etapa de evolución geológico – tectónica de la Isla, en la cual permanecen con un grado de actividad significativa los movimientos verticales y horizontales. La génesis de estos movimientos está vinculada con su ubicación en las proximidades de la zona de fallas Bartlett – Caimán, principal estructura tectónica activa de este territorio, al tiempo que constituye el límite transformante entre las placas litosféricas caribeña y norteamericana.

### **III.2. Peligro ciclónico.**

La destrucción causada por los huracanes en el Caribe y Centro América es una fuerza que ha modificado la historia y que lo seguirá haciendo en el futuro de la región. El peligro nace de una combinación de factores que caracterizan a las tormentas ciclónicas tropicales: elevación del nivel del mar, vientos violentos, y fuerte precipitación. En la Cuenca Mayor del Caribe de 1960 a 2007 (excluyendo a los Estados Unidos y sus territorios) los huracanes causaron más de 30.000 muertes, afectaron a 6 millones de personas y destruyeron propiedades por un valor más de US\$15.500 millones (OFDA, 1989). La mayor parte de estos daños fueron causados en algunos países del Caribe, cuyas modestas economías eran las menos capaces de resistir tales impactos.

Los datos sobre daños de huracanes han sido recogidos desde que se descubrió América, y las más recientes estadísticas muestran que las medidas de mitigación realmente han significado una diferencia desde la década de los años 1930. Mientras que la ferocidad de las tormentas no ha disminuido con el correr de los años y las poblaciones han aumentado sustantivamente en el área, las tasas de víctimas han disminuido como resultado de la incorporación de medidas de mitigación y de la mayor efectividad de las actividades de preparativos. Esta disminución en el número de muertes se ha visto contrarrestada por un marcado aumento en los daños a las propiedades. Esta es una clara indicación que las medidas de daños estructurales no progresan mano a mano con el rápido aumento de desarrollo en áreas vulnerables.

Todas las depresiones tropicales embrionarias que se convierten en huracanes, se originan bajo condiciones meteorológicas similares y exhiben el mismo ciclo de vida. Las distintas etapas del desarrollo de los huracanes están definidas por la "velocidad sostenida" de los vientos del sistema - los niveles de velocidad del viento que se mantienen por lo menos durante un minuto, cerca del centro del sistema. En las etapas formativas del huracán, la circulación cerrada isobárica, se conoce como depresión tropical. Si la velocidad sostenida de los vientos excede los 63 km/h (39 mph), se convierte en una tormenta tropical. En esta etapa ya se le da un nombre y se le considera un peligro. Cuando los vientos exceden los 119 km/h (74 mph), el sistema se convierte en un huracán, la forma más severa de las tormentas tropicales. El decaimiento ocurre cuando la tormenta llega a aguas no tropicales o cruza una masa de tierra. Si se desplaza a un ambiente no tropical se le conoce como una tormenta subtropical y depresión subtropical; si lo que ocurre es el desplazamiento sobre tierra, los vientos se desaceleran y nuevamente se convierten en una tormenta y depresión tropical. La Tabla III.2-1 resume esta clasificación, mientras que la III.2-2 presenta la Clasificación Saffir-Simpson.



**Tabla III.2-1. Clasificación del desarrollo de los ciclones**

AMBIENTE	DESARROLLO	CRITERIOS
Tropical	Depresión	Vientos máximos sostenidos < 63 km/h (39 millas/h)
	Tormenta tropical	63 km/h < vientos sostenidos < 119 km/h (74 millas/h)
	Huracán	Vientos sostenidos > 119 km/h (74 millas/h)
	Depresión tropical (disipación)	Vientos máximos sostenidos < 63km/h (39 millas/h)
No tropical	Tormenta Subtropical (disipación)	63km/h < vientos sostenidos < 119km/h (74 millas/h)
	Depresión Subtropical (disipación)	Vientos máximos sostenidos < 63km/h (39 millas/h)

Fuente: Adaptado de Neumann, C.J. et al. Tropical Cyclones of the North Atlantic Ocean, 1871-1986 (Washington, D.C: U.S. Department of Commerce, NOAA, 1987).

**Tabla III.2-2. ESCALA DE HURACANES SAFFIR-SIMPSON (SSH)**

Número de categoría del ciclón	Vientos sostenidos		Presión atmosférica en el ojo (milibares)	Maretazo de la tormenta		Nivel de daño
	(km/h)	(millas/h)		(metros)	(pies)	
1	119- 153	74- 95	980	1,2- 1,5	4,0 - 4,9	Bajo
2	154- 177	96-110	965 - 979	1,8-2,4	5,9- 7,9	Moderado
3	179 - 209	111 - 130	945 - 964	2,7 - 3,7	8,9- 12,2	Extenso
4	211 - 249	131 - 155	920 - 944	4,0 - 5,5	13,0- 18,0	Extremo
5	> 249	>920	>920	> 5,5	> 18,0	Catastrófico

Nota.- El término ciclón involucra todos los estadios del fenómeno: tormenta, ciclón, huracán.

De todos los peligros que pueden ocurrir en el territorio de Cuba, han sido los ciclones tropicales los más dañinos, por su recurrencia y su fuerza destructiva. En una recopilación histórica de todos los ciclones que han azotado el país desde principios del Siglo XIX hasta el año 2008, algunos de ellos son tristemente recordados (Tabla III.2-3).

**Tabla III.2-3.- Los huracanes más dañinos en Cuba (1801-2008).**

<b>EVENTO</b>	<b>FECHA</b>	<b>REGIÓN</b>
Tormenta de San Fco. de Asís	Octubre, 1844	Mitad Occidental
Tormenta San Fco. de Borja	Octubre, 1846	La Habana
Huracán de San Marcos	Octubre, 1870	Matanzas
Huracán de los 5 días	Octubre, 1910	Región Occ.
Huracán de 1926	Octubre, 1926	La Habana, I. Juv.
Huracán de Santa Cruz	Noviembre, 1932	Camagüey
Huracán de 1944	Octubre, 1944	La Habana, I. Juv.
Flora	Octubre, 1963	Región Oriental
Gustav	Agosto, 2008	Región Occidental
Ike	Septiembre, 2008	Cuba

La temporada de huracanes 2008 fue una de las más activas desde que se registran estos fenómenos hace 64 años, según ha informado el Centro Nacional de Huracanes estadounidense (CNH) en un balance de la estación. Por primera vez de forma consecutiva seis ciclones tropicales --Dolly, Edouard, Fay, Gustav, Hanna y Ike-- ingresaron a territorio estadounidense y un récord de tres huracanes mayores --Gustav, Ike y Paloma-- impactaron contra Cuba, refirió el CNH.

Además, esta es la primera vez que la temporada en el Atlántico norte tiene un huracán mayor (de categoría 3 o más, en la escala Saffir-Simpson con máximo en 5) en cinco meses consecutivos, agregó el organismo. El huracán Berta, en julio; Gustav, en agosto; Ike, en septiembre; Omar, en octubre; y Paloma, en noviembre, fueron todos huracanes mayores.

En total, 16 tormentas con denominación se formaron durante la temporada ciclónica, que se extiende por seis meses entre el 1 de junio y el 30 de noviembre en el Atlántico norte. De ese número de tormentas tropicales, ocho se convirtieron en huracanes y cinco de ellos fueron mayores, de gran intensidad, con categoría 3 o más.

El promedio para una temporada son 11 tormentas, 6 huracanes y 3 mayores, por lo que la actual estación quedó bien por encima de lo normal.

La cantidad de fenómenos quedaron dentro del rango que había pronosticado la oficina de la Administración nacional Oceánica y Atmosférica estadounidense (NOAA, en inglés) cuando mediaba la estación ciclónica.

En agosto el organismo había adelantado que se formarían entre 14 y 18 tormentas con nombre, de 7 a 10 huracanes, y de ellos entre 3 y 6 serían mayores.

El huracán Ike fue el quinto huracán y la novena tormenta tropical de la temporada de huracanes en el Atlántico 2008. A finales del mes de agosto se desarrolló una perturbación tropical frente a las costas de África. La tormenta tomó el rumbo de Cabo Verde desarrollándose lentamente. El 1 de septiembre se convirtió en una tormenta tropical al oeste de las Islas Cabo Verde. Ike alcanzó el

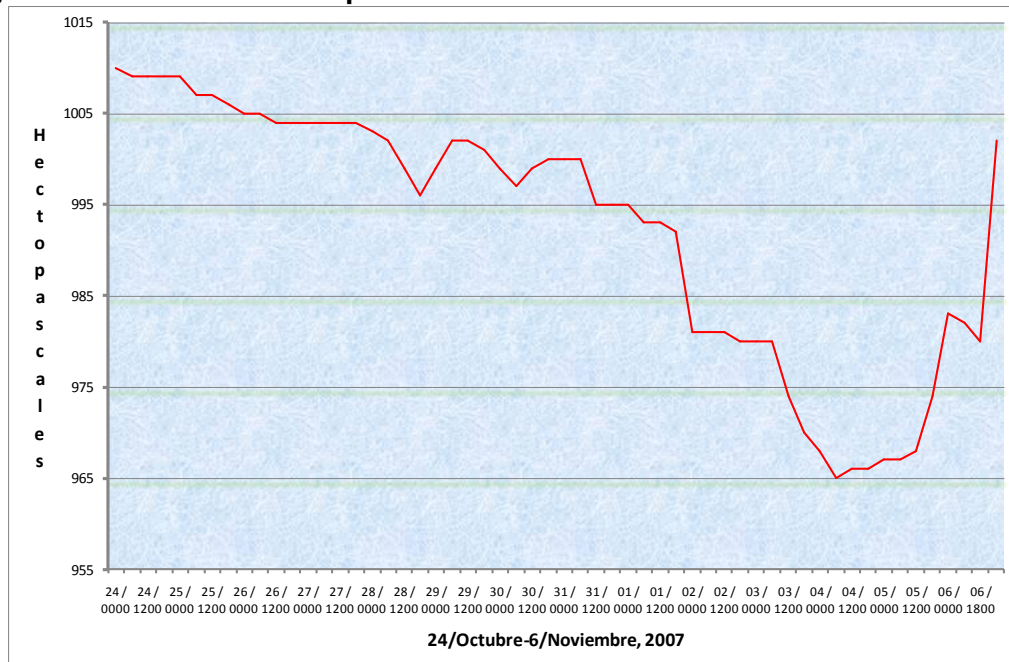
miércoles la categoría de huracán al avanzar sobre el Atlántico abierto, al este-noreste de las Islas de Sotavento. En la mañana del 4 de septiembre, Ike era un huracán de categoría 4, con velocidades del viento hasta 230 km/h y con una presión de 935 hPa, convirtiéndolo en el peor huracán de la temporada de huracanes del Atlántico de 2008, después de Gustav.

El peligro de un ciclón consiste en dos variables capaces de producir serios daños a la población y sus bienes, las infraestructuras y a los cultivos agrícolas, entre otros objetivos: velocidad del viento y las precipitaciones. Algunos ciclones vienen acompañados de intensas y súbitas lluvias, mientras otros, lo hacen con fuertes velocidades del viento, capaces de destruir edificaciones inestables, líneas de transmisión y cultivos agrícolas.

No obstante, la mayoría de los daños que producen los ciclones están relacionados con la cantidad de precipitaciones que los acompañan.

Una característica de los ciclones es el descenso de la presión barométrica en el territorio donde se encuentran. La Figura III.2-1 muestra la variación de la presión barométrica registrada los días en que se el huracán “Noel” azotaba el área caribeña.

**Figura III.2-1.- Marcha de la presión barométrica durante el azote del ciclón Noel.**



#### IV. VULNERABILIDAD

Algunas edificaciones reaccionan de distinta forma ante la ocurrencia de un evento meteorológico, con velocidades del viento extremas o ante un movimiento telúrico. Según la importancia que tenga una instalación se requerirá un nivel mayor de seguridad con relación a las instalaciones que alojan otras actividades. En todos casos la vulnerabilidad está dada por el objetivo que se analice. De esta manera, un hospital, una instalación para la producción de energía eléctrica o para el abasto de

agua, debe tener una muy baja vulnerabilidad, dado que las causas que provocan los daños, no siempre son consecuencia de la magnitud del peligro, sino de la vulnerabilidad acumulada. Por esta razón, es conveniente realizar la evaluación de las vulnerabilidades propias de los proyectos originales, así como de las introducidas, ya que por lo general se ejecutan obras y se realizan cambios de actividades en los sitios, sin un análisis consecuente del peligro en cuestión, creándose el escenario y las condiciones para el posible desarrollo de los desastres.

Con relación a la intensidad de los vientos, los huracanes son fenómenos impredecibles. No es posible afirmar que exista una velocidad máxima tope del viento para todos los huracanes. En consecuencia, tampoco es factible económicamente diseñar una instalación o una vivienda contra la ocurrencia de todos los huracanes concebibles o resistentes para sismos de cualquier magnitud. Sin embargo, en este caso es esencial que sean empleados los criterios de diseño para la fuerza del viento, de más probable ocurrencia y las medidas y normas aplicables a las construcciones anti-sísmicas.

Es sensato considerar las categorías de Saffir/Simpson para los huracanes, las cuales deben tenerse en cuenta en el diseño, (Tabla IV-1). La probabilidad de ocurrencia de un huracán es menor en la medida que aumenta su intensidad o sea el número de la categoría. En otras palabras, un huracán de categoría 5 (daño potencial catastrófico) es menos probable de que ocurra en un año que un huracán de categoría 1 (daño potencial mínimo).

**Tabla IV-1. Escala Saffir-Simpson**

<i>Cat.</i>	<i>Velocidad Vientos (km/h)</i>	<i>Presión Central (hPa)</i>	<i>Marea de Tormenta (m)</i>	<i>Estimación de posibles Daños</i>
1	119 a 153	Mayor a 980	1,5	No hay daño efectivo a los edificios. Daños a remolques arbustos y árboles. Algunas inundaciones de zonas costeras. Daños en muelles.
2	154 a 177	965 a 979	2,0 a 2,5	Daños en los tejados, puertas y ventanas de edificios. Daños considerables a la vegetación, remolques, y muelles. Las carreteras costeras se inundan de dos a cuatro horas antes de la entrada del centro del huracán. Las pequeñas embarcaciones en fondeaderos rompen amarras.
3	178 a 209	945 a 964	2,6 a 3,7	Provoca algunos daños estructurales a pequeñas residencias y construcciones auxiliares con pequeñas fisuras en los muros de revestimiento. Destrucción de casas rodantes. Las Inundaciones cerca de la costa destruyen las estructuras más pequeñas y los escombros flotantes dañan a las mayores Los terrenos llanos por debajo de 1,5 m pueden resultar inundados hasta 13 km de la costa o más.

4	210 a 249	920 a 944	4,5 a 5,0	Provoca fisuras más generalizadas en los muros de revestimiento, con derrumbe completo de estructuras del techo en residencias pequeñas. Erosión importante de las playas, daños graves en los pisos bajos de las estructuras cercanas a la costa. Inundaciones de los terrenos bajos de menos de 3 m situados hasta 10 km de la costa.
5	más de 250	menor a 920	más de 5,5	Derrumbe total de los techos en muchas residencias y edificios industriales. Algunos edificios se desmoronan por completo y el viento se lleva las construcciones auxiliares pequeñas. Daños graves en los pisos bajos de todas las estructuras situadas a menos de 4,6 m por encima del nivel del mar y a una distancia de hasta 460 m de la costa.

En algunos países el diseño de las edificaciones sometidas a los fuertes vientos se realiza, según normas generalmente adaptadas a las normas de referencia *ISO 4354: 1997 Wind action on structures* y *E.U.A, ASCE 7– 98. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*. En la misma se plantea que para el cálculo deben considerarse los diferentes efectos sobre los elementos:

- Elemento sometido a vientos sostenidos (1 minuto periodo promedio).
- Elemento sometido a vientos en rachas (con una duración 3 segundos pero que su velocidad, puede estar entre el 30 y 35 % y hasta un 50 % por encima del valor de los vientos sostenidos).
- Elementos sometidos a las variaciones cíclicas de los vientos que le pueden hacer colapsar por fatiga.

Este análisis estará directamente vinculado a la apreciación que se hace en el estudio de peligro de las características y trayectoria del huracán.

En dicha Norma se establece un valor básico de presión del viento calculado a partir de observaciones directas de las velocidades básicas del viento, actuante sobre una superficie normal a su dirección.

En general, las características de vulnerabilidades de movimientos sísmicos, ciclones e inundaciones, que de hecho son consecuencias de estos últimos, podrían resumirse en lo siguiente:

#### Vulnerabilidad ante los movimientos sísmicos

- **Baja:** construcción antisísmica, de hormigón, alejada de fallas activas y actividad sismo-generadora.
- **Media:** construcción de hormigón normal, en zona de fallas activas y actividad sismo-generadora. Estado regular.
- **Alta:** construcción de cemento y/o madera, adobe, en zona de fallas activas y sismo-generadora. Estado malo.

#### Vulnerabilidad de las edificaciones ante los ciclones

- **Baja:** construcción de mampostería, techo de hormigón, paredes de bloque. En buen estado.
- **Media:** construcción de mampostería o bloques, techo de zinc y/o cartón, paredes de madera. Estado regular.
- **Alta:** construcción de madera, techo de zinc y/o cartón. Estado malo.

#### Vulnerabilidad de las edificaciones ante las inundaciones

- **Baja:** construcción ubicada en terreno alto, alejada de corrientes fluviales u otro objetivo hídrico
- **Media:** construcción ubicada en terreno llano, relativamente alejada de corriente fluvial u otro objetivo hídrico
- **Alta:** construcción en terreno llano, cerca de corriente fluvial u otro objetivo hídrico

### V. RIESGOS

La evaluación del riesgo podría llevarse a cabo partiendo de las características de peligro, vulnerabilidad y riesgo en cada lugar. Inicialmente se determinan los peligros a los que está expuesto el territorio y posteriormente se analizan las condiciones de los objetivos económicos, así como la población residente en los municipios.

Tomando esta información de partida y aplicando, por ejemplo, el método de cruzamiento propuesto en la Tabla V-1 se procede a determinar el riesgo. Es importante recordar el concepto de riesgo y su relación con el peligro y la vulnerabilidad:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad}$$

El análisis de la ecuación anterior muestra que el riesgo es directamente proporcional a la vulnerabilidad, por tanto, mientras más alta sea la vulnerabilidad, mayor será el sometimiento al riesgo. Si el peligro es real, objetivo y además no puede ser cambiado, como la fuerza de un ciclón o la de un terremoto, la única posibilidad de reducir el riesgo es cambiar la vulnerabilidad, o sea, tomar las medidas necesarias y reducirla a cero, si fuese posible.

Los conceptos de peligro, vulnerabilidad y riesgo son universales y pueden ser aplicados a cualquier esfera o actividad relacionada con el hombre y con él mismo. Así, puede resultar aún más comprensible si se toma el ejemplo en la Salud Pública, donde se ha introducido un término, que de cierta manera oculta los conceptos de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo. Cuando en la ciencia médica se dice "FACTORES DE RIESGO" se refiere precisamente a la VULNERABILIDAD, que podría ser definida como las características, actividades y atributos potenciales de un individuo para adquirir o contraer cierta enfermedad.

El PELIGRO es la existencia real de las enfermedades, es una verdad objetiva, y el RIESGO es enfermarse, una probabilidad real. Si una persona toma las medidas necesarias en su alimentación y modo de vida, por ejemplo, ingiriendo alimentos bajos de sal, poca grasa, haciendo ejercicios, no

fumando, etc., simplemente está reduciendo su vulnerabilidad a contraer una enfermedad de origen cardiaco, y por ende estará en menor riesgo de enfermarse.

**Tabla V-1.- Determinación del riesgo por el método de cruzamiento.**

<b>Característica</b>	<b>Cruzamiento de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo</b>								
PELIGRO	B	B	B	M	M	M	A	A	A
VULNERABILIDAD	B	M	A	B	M	A	B	M	A
RIESGO	B	B	M	B	M	A	M	A	A

**B-** Bajo; **M-** Medio; **A-** Alto

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Batista, J.L.; Sánchez, M.; Díaz, M. (1992): Territorios inundables en Cuba, (III Congreso Internacional sobre desastres), La Habana, 17 pp.

Batista Silva, J. L. (1999): "Niveles de riesgo en Cuba y Puerto Rico". CD-ROM VII Encuentro de Geógrafos de América Latina, San Juan, Puerto Rico.

Batista Silva, J. L.; Sánchez Celada, M. (2003): "Peligro y vulnerabilidad en el este de La Habana", Revista Mapping N° 88, Setiembre 2003, España, pp. 86-98.

Burton, I., Kates, R.W. and White, G.F. (1978): The Environment Hazard (New York: Oxford University Press.

CEPAL (2005): Elementos conceptuales para la prevención y reducción de daños originados por amenazas socionaturales (Cuatro experiencias en América Latina y El Caribe). Santiago de Chile, 138 p.

Coburn et al., (1991): Vulnerability and Risk Assessment, United Kingdom, UNDRO, 57 pp.

Cocco Quezada, A; Gutiérrez Pérez, G. (1999): El huracán Georges en la República Dominicana: efectos y lecciones aprendidas.

Leopold, L.B., Wolman, M.G., and Miller, J.P. (1964): Fluvial Processes in Geomorphology (San Francisco, California: W.H. Freeman.

Ley No. 147-02 Sobre la Gestión de Riesgos, Santo Domingo, República Dominicana, 22 de Septiembre del 2002.

Riggs, H.C.(1985): Streamflow Characteristics (New York: Elsevier.

Schmudde, T.H.(1968): "Floodplain" in R.W. Fairbridge, The Encyclopedia of Geomorphology (New York: Reinhold, pp. 359-362.

Seguinot Barbosa, J.; Batista Silva, J. L.; Sánchez Celada, M. A. (2008): Evaluación de riesgos por inundaciones en los Municipios de Carolina y Loiza, Puerto Rico. En Revista GEOFOCUS N° 8, pp. X-XX, ISN: 1578-5157, Madrid, España.

Stop Disasters (1996): Desastres y Medio Ambiente, N° 27-1.

Stop Disasters, 1994.