



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

cpc@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión
Tecnológica de Santiago de Cuba
Cuba

Navarro-Alemán, Virginia; Duharte-González, Aurora; Pérez-Ochoa, Raúl Ernesto
PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR VULNERABILIDAD FÍSICA ANTE IMPACTOS DE
EVENTOS NATURALES EXTREMOS EN CALLES DEL CENTRO HISTÓRICO URBANO
DE SANTIAGO DE CUBA

Ciencia en su PC, núm. 1, enero-marzo, 2017, pp. 89-103
Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181351125007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR VULNERABILIDAD FÍSICA ANTE IMPACTOS DE EVENTOS NATURALES EXTREMOS EN CALLES DEL CENTRO HISTÓRICO URBANO DE SANTIAGO DE CUBA

PROCEDURE IN ORDER TO EVALUATE PHYSICAL VULNERABILITY IN FRONT OF IMPACTS OF EVENTS NATURAL ENDS IN STREETS OF THE HISTORIC URBAN CENTER OF SANTIAGO DE CUBA

Autores:

Virginia Navarro-Alemán, villy@planm.occ.co.cu. Oficina del Conservador de la Ciudad. Santiago de Cuba, Cuba.

Aurora Duharte-González, aurora@uo.edu.cu. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

Raúl Ernesto Pérez-Ochoa, ernesto@emproy15.co.cu. Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería No.15. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

La investigación se encamina en el orden metodológico y práctico a la realización de un procedimiento que evalúe la vulnerabilidad física ante fenómenos naturales extremos en la red vial principal del Centro Histórico Urbano de Santiago de Cuba, lo cual sirve como punto de partida para asumir decisiones que garanticen el desarrollo sostenible del núcleo histórico con una eficiente red vial. A partir de los estudios de materiales bibliográficos, se identificaron las amenazas o peligros a que está sometida dicha red, así como el efecto destructivo de estas en cada elemento de la infraestructura vial. De este modo se pudo valorar la importancia relativa de cada componente, lo que permitió, a través de un análisis estadístico, dar un puntaje a las variables asociadas a cada amenaza. Siguiendo un análisis lógico, se definen las etapas en la evaluación de la vulnerabilidad física estructural, no estructural y funcional.

Palabras clave: vulnerabilidad, amenaza, infraestructura vial.

ABSTRACT

The investigation is guided methodology in the order and practical to the realization of a procedure that evaluate the physical vulnerability before phenomenons natural ends in the net principal highway system of the historic urban center of Santiago de Cuba, which serves like point of parting in the taking of decisions in order to guarantee the development sostenible of the historic nucleus with an efficient net highway. Starting from the studies of materials bibliographical, they are identified the threats or dangers to that you/he/she/it are subjected this net, as well as the destructive effect of these in each element of the road infrastructure, valorathy o thereby, the comparative importance of each component, which permitted, through a statistical analysis give a punter] to the associate variables to each threat. Following a logical analysis, the stages in the evaluation of the vulnerability are defined physics that has in her implicit the structural, not structural and functional.

Key words: vulnerability, threat, road infrastructure.

INTRODUCCIÓN

Los cambios actuales en los patrones de precipitaciones, la mayor frecuencia y fuerza de los tornados y huracanes, la pérdida de resistencia ecológica y escasa protección de los ecosistemas naturales, la degradación de las costas y los océanos anuncian mayores riesgos presentes y futuros. Lo anterior da lugar a la necesidad de adoptar nuevos esquemas instrumentales en la mitigación y prevención para reducir las vulnerabilidades.

Los nuevos estudios sobre el cambio climático global destacan la posibilidad de mayores y más frecuentes desastres hidrometeorológicos durante el siglo XXI, como consecuencia del cambio mundial del clima. La intensidad y la frecuencia de estos eventos extremos están incrementando la vulnerabilidad de las ciudades.

Estos desastres afectan los sistemas vitales que proporcionan servicios esenciales para la vida humana y el desarrollo de una ciudad o región, y cuya falla, interrupción o mal funcionamiento tendrían un grave impacto socioeconómico. Los servicios que brindan estos sistemas son de necesidad crítica en la etapa de emergencia que sigue a un desastre y para el regreso a la normalidad en el menor tiempo posible.

El primer elemento importante de un sistema de líneas vitales lo constituyen las vías de transportes, de ahí que cualquier eslabón que falle o se rompa implica la interrupción de ese tramo o componente. La única excepción es cuando ese componente o subcomponente tenga una alternativa de circulación equivalente. La vulnerabilidad de la infraestructura del sector transporte influye directamente en el incremento de la vulnerabilidad de otros sectores sociales, en especial la salud pública, el empleo y la educación, como también en los sectores productivos.

Los sistemas de vías y transportes permiten la interconexión, movilidad de vehículos y personas, así como de intercambio de bienes, productos y servicios. Cumplen principalmente diferentes roles: uno, estructurante, debido a que la disposición de los elementos de la red vial en el territorio condiciona, positiva o negativamente, la distribución de los usos del suelo y orienta los procesos de urbanización; otro, ordenador, por las particularidades físico-funcionales de los elementos que forman parte de la red vial, que contribuyen a la definición funcional y morfológica de las áreas que atraviesan; por último,

uno, funcional, porque los distintos elementos de la red vial constituyen los canales de circulación y vinculación de las áreas urbanas con el territorio circundante.

La mayor parte de las ciudades de los países de América Latina y El Caribe están ubicadas en zonas de media y alta actividad sísmica, con un crecimiento acelerado y descontrolado de la población, lo cual trajo como consecuencia un aumento del riesgo. A la antigüedad de los centros históricos se le incorporaron nuevas tendencias urbanas y arquitectónicas de la modernidad, el avance de la tecnología del hormigón armado, la transformación de los sistemas estructurales y el acelerado crecimiento en altura de las edificaciones. La unión de estos factores convirtió a las ciudades en un conjunto de construcciones heterogéneas, con una estructura urbana compleja y muy difícil de entender, que puso en evidencia la ineficiencia de los métodos tradicionales para el correcto planeamiento urbano.

El archipiélago cubano, por su ubicación geográfica, evolución geológica, características tectónicas, clima y relieve presenta diversas amenazas o peligros naturales, que deben ser correctamente analizados como base para la identificación y tratamiento de las diferentes zonas de riesgo en el país.

La ciudad de Santiago de Cuba se encuentra ubicada en la región suroriental de Cuba y según estudios del Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas (Cenais) es la zona de mayor peligro y riesgo sísmico del país. Su génesis parte del centro histórico urbano, con cinco siglos de existencia. Este no escapa al impacto de eventos naturales, de ahí la creciente preocupación del gobierno por prestar la mayor atención a las actividades de preparación, prevención y mitigación.

El Centro Histórico Urbano (CHU) de Santiago de Cuba, considerado como el corazón de la ciudad, data de 1515; es un área urbana desarrollada a partir del sector fundacional, que atesora importantes exponentes de la tradición arquitectónica de la ciudad desde los siglos XVI al XIX.

Al igual que en muchas ciudades de Latinoamérica y de otros países en desarrollo, la trama vial está formada en su mayoría por un trazado discontinuo e interrumpido. Las vías son estrechas y el mayor por ciento solo permite el tránsito de forma unidireccional, por lo que no garantizan una buena circulación del transporte. Esto origina peligro e inseguridad para los peatones; además,

hace difícil el giro en las intersecciones para los vehículos de grandes dimensiones. La topografía accidentada ha provocado que muchas vías tengan tramos con pendientes mayores al 12 %, las cuales limitan la circulación e imposibilitan su uso para el transporte colectivo. El ancho predominante de las aceras es aproximadamente 1.00 m, excepto algunos tramos puntuales, donde este valor se excede; en otros tramos hay carencia de ellas, lo que ocasiona una circulación peatonal restringida. Actualmente cuenta con un total de 65.66 Km de vías, de los cuales 6.1 km corresponden a arterias principales, 1.6 km a arterias menores y 11.9 km a vías colectoras; el resto, 46.04 km, funciona como vías locales.



Dos eventos extremos marcaron a la población santiaguera. Uno de ellos fue el terremoto ocurrido el 3 de febrero de 1932, uno de los sismos de mayor intensidad, registrado con fuerza VIII de escala MKS; este sismo constituye el ejemplo más relevante de este tipo de evento por las pérdidas económicas y los impactos sociales y materiales, que provocaron grandes daños en la ciudad y poblados cercanos. El otro fue el huracán Sandy, ocurrido el 24 de octubre del 2012, que demostró la vulnerabilidad existente, tanto en el fondo edificado como en sus vías urbanas (Reyes, Vaz y Roca, 2015).



La evacuación preventiva constituye un método eficaz desarrollado por la Defensa Civil para la protección de la población; sin embargo, esta no evita el daño al medio físico al paso de los huracanes, que ocasionan la reconstrucción de miles de viviendas y la reposición de los daños a las líneas vitales, entre las que resaltan como más vulnerables el sistema electroenergético nacional, las comunicaciones y las vías de transporte. Muchas veces, cuando se realiza el proceso de rehabilitación o reconstrucción, se obvia un proceso vital en la prevención de futuros desastres: el análisis de las causas que provocaron la magnitud del daño, que no siempre es consecuencia de la magnitud de la amenaza, sino de la vulnerabilidad acumulada y las emergencias pasivas (Arango, Fernández, Reyes, 2000).

Entre los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, aprobados en el VI Congreso del Partido (2016), hay dos vinculados con el desarrollo y sostenibilidad de la infraestructura vial, que a su vez están en estrecha relación con la gestión de riesgos en esas obras; ellos son:

- # 120. Se elevará la calidad y la jerarquía de los planes generales de ordenamiento territorial y urbano a nivel nacional, provincial y municipal, su integración con las proyecciones a mediano y largo plazo de la Economía y con el Plan de Inversiones, tomando en consideración los riesgos sísmicos y otros desastres naturales. Garantizar la profundidad,

agilidad y plazos de respuesta en los procesos obligados de consulta, rescatando la disciplina territorial y urbana.

- # 285. Garantizar el cumplimiento, con la calidad requerida, del programa de reparación y mantenimiento de la infraestructura vial automotora, según lo aprobado en el plan de la economía y acorde con las posibilidades reales del país.

Como se puede observar, existen lineamientos aprobados en nuestro país, afines con el desarrollo y sostenibilidad de la infraestructura vial, que a su vez están en estrecha relación con la gestión de riesgos; sin embargo, la red vial cubana no han recibido una atención significativa, pues existen limitaciones en los análisis de vulnerabilidad en las infraestructuras viales, lo cual potencia los daños en dicha red.

El objetivo del trabajo fue el diseño de un procedimiento para evaluar la vulnerabilidad física de la red vial principal del Centro Histórico Urbano ante el impacto de fenómenos naturales extremos, de modo que el mismo permita definir los recorridos críticos de las vías con el fin de planificar la inversión para las soluciones de mitigación de las amenazas.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de los estudios de materiales bibliográficos, se identificaron las amenazas o peligros a que está sometida dicha red, así como el efecto destructivo de estas en cada elemento de la infraestructura vial. De este modo se pudo valorar la importancia relativa de cada componente, lo cual permitió, a través de un análisis estadístico, dar un puntaje a las variables asociadas a cada amenaza.

Esta investigación se encamina en el orden metodológico y práctico a la obtención de un procedimiento que evalúa la vulnerabilidad física ante fenómenos naturales extremos en vías urbanas del Centro Histórico Urbano de Santiago de Cuba.

Como resultado de la aplicación del mismo se hizo un inventario detallado de las amenazas naturales de la red vial, se identificaron las vías de mayor peligrosidad; lo cual permitió proponer soluciones de mitigación y prevención de desastres para garantizar el desarrollo sostenible del núcleo histórico con una eficiente red vial urbana.

RESULTADOS

Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad física en el CHU

La vulnerabilidad de las ciudades se ha convertido en los últimos años en un tema de investigación ineludible. La gran cantidad de desastres urbanos que se extiende fatalmente es una de las razones de este interés. Las condiciones de la infraestructura urbana actual, el estado del fondo habitacional, dada su antigüedad y características propias, y las afectaciones que los derrumbes de edificaciones, caída de árboles, cables eléctricos, explosiones en el sistema de acueducto y alcantarillado provocan en la circulación vehicular y peatonal, además de los peligros reales existentes, que llevan a colapsar la infraestructura vial, hacen necesario evaluar las vulnerabilidades ante eventos sísmicos e hidrometeorológicos. Las repercusiones que provocan los daños ocasionados por estos fenómenos se sitúan, además, como efecto indirecto en la desactivación de las funciones del sistema de transporte, con lo cual el desastre y sus consecuencias se extienden considerablemente y afectan no solo a los habitantes del CHU, sino también a todos los que utilizan el tramo dañado.

El propósito de esta propuesta es orientar sobre cuáles son los requerimientos de información, los macroprocesos y los procedimientos que tienen que ser aplicados en la determinación de los diferentes niveles de vulnerabilidad ante amenazas naturales, lo que permitirá la toma de decisiones para fortalecer la planificación local.

La evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura vial requiere del conocimiento de la vulnerabilidad de sus componentes, física y funcional, y de un análisis en conjunto (mediante la teoría de redes, en los casos aplicables), que determine la importancia relativa de cada componente y los puntos críticos de todo en conjunto.

Para esto, es fundamental conocer los efectos de los eventos pasados y su relación estadística con los daños y el mal funcionamiento de los sistemas. En la tabla 1 se presenta una síntesis de efectos en la infraestructura vial en el CHU de Santiago de Cuba.

Tabla 1. Efectos destructivos de las amenazas naturales sobre la infraestructura vial en el CHU de Santiago de Cuba

Amenazas			Efectos en la infraestructura vial	
Componentes afectados				
Origen	Eventos		Directos	Sobre el tránsito
Sismos	Vibraciones fuertes	Señales aéreas y verticales, postes, cables eléctricos y telefónicos, edificaciones	Derrumbe	Interrupción
	Ruptura superficial de fallas geológicas	Pavimento, sistema de alcantarillado, sistema de agua potable, sistema eléctrico soterrado	Fractura, ruptura y hundimiento	Interrupción total o parcial
	Licuefacción			
Huracán (Vientos fuertes)	Vibraciones fuertes	Señales aéreas y verticales, postes, cables eléctricos y telefónicos, cubiertas de edificaciones, arbolado, etc.	Derrumbes	Interrupción
Ciclones tropicales (Lluvias intensas)	Inundaciones	Sistema de drenaje (cunetas y alcantarillado pluvial)	Obstrucción y colapso	Interrupción

Luego de ser identificadas las amenazas se les da un puntaje a las variables asociadas. (Ver tabla 2, 3 y 4).

Tabla 2. Variables asociadas al sismo y puntajes para la evaluación de la vulnerabilidad estructural

Variables	Valor asignado a la vulnerabilidad estructural			
	VB(0-0.25)	VM(0.26-0.50)	VA(0.51-0.75)	VMA(0.76-1.0)
Tipo de pavimento y estado técnico de la vía	Rígido en buen estado	Rígido sin técnica adecuada de construcción o flexible confinado	Flexible sin confinar	Flexible o rígido defectuoso
Ubicación del vial	Muy alejada de la falla (mayor de 50 km)	Medianamente cerca de la falla (entre 10-50 km)	Cerca de la falla (entre 5-10 km)	Muy cercana (menos de 5 km)
Características geológicas del suelo	Zonas sin fallas ni fracturas, buenas características geotécnicas	Zonas ligeramente fracturadas, de mediana capacidad portante	Zonas medianamente fracturadas, baja capacidad portante	Zonas muy fracturadas, con suelos que pueden colapsar, con manto freático alto, relleno, material inorgánico
Sección transversal de la vía. Para 2 carriles	Carril: 3.50-3.65m Aceras: 1.50-2.00m Con parterre Con separador central	Carril: 3.30-3.50m Aceras: 1.00-1.50m Con parterre Sin separador central	Carril: 3.00-3.30m Aceras: 0.60-1.00m Sin parterre	Carril: menos de 3.00 Aceras: 0.60-1.00m Sin parterre
Sección transversal de la vía. Para 1 carril	Carril: 5.50-4.50m Aceras: 1.50-	Carril: 4.50-3.50m Aceras: 1.00-	Carril: 3.50-3.30m Aceras: 1.00-	Carril: menor de 3.30m Sin aceras

	2.00m	1.50m	0.50m	
	Con parterre	Sin parterre	Sin parterre	

VB: vulnerabilidad baja, VM: vulnerabilidad media, VA: vulnerabilidad alta, VMA: vulnerabilidad muy alta.

Tabla 3. Variables asociadas a la amenaza sismo y puntajes para la evaluación de la vulnerabilidad no estructural

Variables	Valor asignado a la vulnerabilidad no estructural			
	VB(0-0.25)	VM(0.26-0.50)	VA(0.51-0.75)	VMA(0.76-1.0)
Estado del drenaje de la vía	Pendiente longitudinal entre 1-3 %	Pendiente longitudinal entre 1-0.6 %	Pendiente longitudinal entre 0.6-0.4 %	Pendiente longitudinal entre < 0.4 %
	Pendiente transversal igual a 2 %	Pendiente transversal igual a 2 %	Pendiente transversal < de 2 %.	Pendiente transversal < de 1.5 %
	Espaciamiento máximo entre tragantes 80-100m	Espaciamiento máximo entre tragantes 80m	Tragantes solo en las esquinas	Tragantes solo en las esquinas.
	Tragantes limpios (80-100 %)	Tragantes limpios (80-50 %)	Tragantes limpios < 50 %	Tragantes obstruidos
Estado de la red de alcantarillado de aguas negras	Tubería de 0–25 años de edad, material de PVC, con mantenimiento planificado	Tubería de 0–25 años de edad, material hormigón armado, con mantenimiento esporádico	Tubería de 25-50 años de edad, material asbesto cemento o mampostería, con mantenimiento esporádico	Tubería con más de 50 años de edad, material hierro fundido y poco mantenimiento
Estado de las redes eléctricas (postes,	Adecuada profundidad de	Adecuada profundidad de	Inadecuada profundidad	Inadecuada profundidad de

tendidos eléctricos, transformadores)	cimentación y verticalidad del poste Cables debidamente tensados Existencia del anclaje correspondiente	cimentación y verticalidad del poste Cables sin tensar Existencia del anclaje correspondiente	de cimentación y ligeramente inclinados Cables sin tensar Deficiencia del anclaje correspondiente	cimentación e inclinados pronunciadamente Cables sin tensar Falta del anclaje correspondiente
Estado de las redes de telecomunicaciones (postes, tendidos telefónicos, extensiones)	Adecuada profundidad de cimentación y verticalidad del poste Cables debidamente tensados Existencia del anclaje correspondiente	Adecuada profundidad de cimentación y verticalidad del poste Cables sin tensar Existencia del anclaje correspondiente	Inadecuada profundidad de cimentación y ligeramente inclinados Cables sin tensar Deficiencia del anclaje correspondiente	Inadecuada profundidad de cimentación e inclinados pronunciadamente Cables sin tensar Falta del anclaje correspondiente
Estado del alumbrado público	Adecuada cimentación con sus correspondientes tornillos y arandelas de anclaje y verticalidad del poste	Adecuada cimentación y verticalidad Elementos de anclaje incompletos	Adecuada cimentación, pero ligeramente inclinados Elementos de anclaje incompletos	Inadecuada cimentación, postes inclinados y elementos de anclaje incompletos
Altura de las edificaciones	De 1 a 2 niveles con un puntal por nivel hasta	De 1 a 2 niveles con un puntal por nivel	Mayor de 3 niveles con un puntal por	Mayor de 3 niveles con un puntal por nivel

	3.00m	> 3.00m	nivel hasta 3.00m	>3.00m
Estado y tipología constructiva	En buen estado Mampostería y madera con cubierta ligera Edificaciones construidas con diseños sismorresistentes.	En buen estado Mampostería con cubierta de hormigón armado en buen estado	En estado regular Mampostería con cubierta de hormigón armado construida entre 30 y 50 años	En mal estado, con más de 50 años de construidas
Distancia de las viviendas a la vía	Mayor de 5,00 m	Entre 3,00 m y 5,00 m.	Entre 1,00 m y 3,00 m.	Menores de 1,00 m.
Intensidad de tránsito vehicular	Un carril por sentido: hasta 300 vehículos por hora Más de un carril por sentido: hasta 450 vehículos por hora	Un carril por sentido: entre 300 y 500 vehículos por hora Más de un carril por sentido: entre 450 y 600 vehículos por hora	Un carril por sentido: entre 500 y 650 vehículos por hora Más de un carril por sentido: entre 600 y 800 vehículos por hora	Un carril por sentido: más de 650 vehículos por hora Más de un carril por sentido: más de 800 vehículos por hora
Intensidad peatonal	Menos de 50 peatones por hora	Entre 50 y 100 peatones por hora	Entre 100 y 150 peatones por hora	Más de 150 peatones por hora
Tipo de transportación	Entre el 80 y 100% de transportación ligera Hasta el 20 % de transporte pesado	Entre el 60 y 80% de transportación ligera Entre el 20 y 40 % de transporte	Entre el 40 y 60 % de transportación ligera Entre el 40 y 60 % de transporte	Menos del 40 % de transportación ligera Más del 60 % de transporte pesado

		pesado	pesado	
Estado de las señales del tránsito y señalética	Buena visibilidad y adecuada verticalidad	Buena visibilidad y adecuada verticalidad	Mala visibilidad	No existencia de señales, o señales no visibles y en muy mal estado
	Ubicación (50,00m antes del peligro)	Ubicación (50,00m antes del peligro)	Ligeramente inclinada	
	Buena nitidez en los símbolos	Falta de nitidez en los símbolos	Falta de nitidez en los símbolos	

Tabla 4. Variables asociadas a las amenazas sismo y puntajes para la evaluación de la vulnerabilidad funcional

Variables	Puntaje
Vías obstruidas	0.50-1.0
Vías parcialmente obstruidas	0.25-0.50
Vías no obstruidas	0-0.25

De la manera mostrada en las tablas anteriores se analiza el puntaje asociado a cada variable del resto de las amenazas.

Procedimiento para la evaluación de la vulnerabilidad física ante eventos naturales extremos en la red vial

Para la realización del procedimiento se tienen en cuenta varias etapas.

Etapas en la evaluación de la vulnerabilidad

1. Recolección de la información existente.
2. Levantamiento de amenazas en el campo.
3. Determinación de la zona de mayor peligro.
4. Inventario de la infraestructura vial.

5. Análisis de la vulnerabilidad de la infraestructura.

Recolección de la información existente

Esta información básica se puede obtener en forma de tablas, planos y fotografías aéreas de la topografía, morfología, hidrología, características geotécnicas y amenazas naturales. Se confeccionan los planos a escala 1: 25000.

Levantamiento de amenazas en el campo

En esta etapa se identifican las amenazas y sus variables, así como los indicadores de peligros, tales como elementos de la vía en malas condiciones o defectuosos.

Determinación de la zona de mayor peligro

Aplicando el puntaje explicado en las tablas 2, 3 y 4, se obtiene una calificación de cada vial o tramo, que permite definir el recorrido crítico o más peligros. Los resultados se corroboran o complementan con la visita al campo

Inventario de infraestructura vial

Se realiza un levantamiento de la ubicación y características de cada elemento de la vía.

Análisis de la vulnerabilidad de la infraestructura

Este análisis debe basarse en la determinación previa de las amenazas y sus efectos, junto al puntaje analizado permitirá definir los puntos y estructura más vulnerables.

La reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura vial ante amenazas naturales es una tarea indispensable para garantizar el desarrollo sostenible de un país o región.

La evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura es un requisito previo a la implementación de las soluciones de mitigación de desastre. Para esto es necesario conocer adecuadamente las amenazas a que está expuesta la infraestructura. Esta es una labor de investigación en la que interviene un equipo profesional multidisciplinario.

CONCLUSIONES

1. La metodología propuesta evalúa de forma cuantitativa la vulnerabilidad física de la red vial principal del CHU en Santiago de Cuba. La misma está definida por un puntaje final, resultado de las sumas de las tres vulnerabilidades.
2. El resultado final define por prioridad los recorridos críticos que deben ser intervenidos, con el fin de minimizar los factores destructivos ante estos eventos, con garantía de seguridad, economía y rapidez.
3. El comportamiento físico de la infraestructura vial puede variar en dependencia de la amenaza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arner Reyes, E., Vaz Suárez, C. y Roca Fernández, E. (2015). *Dos visiones de eventos naturales que impactaron el patrimonio construido de Santiago de Cuba*. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.

Arango Arias, E., Fernández Melián, B. del C. y Reyes Pérez, C. (2000). Peligro geológico de la ciudad de Santiago de Cuba y poblados aledaños. En Cenais, *Programa Nacional Científico Técnico especial Perfeccionamiento de las medidas de la Defensa Civil para la protección de la economía y la población*. La Habana: Agencia de Ciencia y Tecnología del CITMA.

Cuba. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (abril, 2016). *Lineamientos de la Política económica y social del partido y la revolución* [Aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba]. La Habana.

Recibido: junio de 2016

Aprobado: diciembre de 2016