

La gestión de información y el manejo de los datos: Necesidad básica de la gestión ambiental y el ordenamiento ambiental de territorios

José Alejandro Zapata Balanqué

Ingeniero Geofísico, Doctor en Ciencias – Geofísica

Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

Santiago de Cuba, Cuba

E – mail: zapata@cenais.cu

Manuscrito recibido 26 de agosto de 2011. Aceptado 17 de septiembre de 2011

RESUMEN

Se profundiza en los elementos necesarios del manejo de los datos como parte de la gestión de información para su empleo eficiente en los estudios y la gestión ambiental y el ordenamiento de territorios. Se presentan incongruencias en la aplicación y extrapolación de los métodos establecidos, desconocimiento de las variables utilizadas y de las herramientas matriciales conocidas, la generalización de modelos y ecuaciones conocidas, así como la imposibilidad de definición de las variables más informativas.

Se propone y ejemplifica el análisis de escenarios complejos expuestos a amenazas naturales y antrópicas, que apoyados en la definición y valoración estadística de las variables, las posibilidades y capacidad técnica del equipo de investigación, permite la conformación de matrices y modelos propios para el escenario estudiado, así como el esclarecimiento de las variables principales que permite conformar las acciones y medidas de mitigación. Como ejemplo se presenta un estudio realizado en el sector de Baconao, provincia de Santiago de Cuba.

Palabras claves: Gestión, Manejo, Información, Escenarios, Modelos.

ABSTRACT

It is emphasized in the necessary elements of the handling of the data like part of the administration of information for their efficient employment in the studies and the environmental administration and the classification of territories. Incongruities are presented in the application and extrapolation of the established methods, ignorance of the used variables and of the matrix tools well-known, the generalization of models and well-known equations, as well as the impossibility of definition of the most informative variables.

Here is intends and it exemplifies the analysis of exposed complex scenarios to natural threats and anthropics that supported in the definition and statistical valuation of the variables, the possibilities and technical capacity of the investigation team, it allows the conformation of wombs and own models for the studied scenario, as well as the clarification of the main variables that allows to conform the actions and mitigation measures. As example a study is presented carried out in the sector of Baconao, county of Santiago from Cuba.

Key words: Administration, Handling, Information, Scenarios, Models

INTRODUCCIÓN

La incidencia de fenómenos extremos (naturales y antrópicos) en territorios de diversas partes del mundo, sus cuantiosas pérdidas económicas y las múltiples influencias en el desarrollo social local, está acelerando la búsqueda de procedimientos y herramientas que permitan a las poblaciones de los escenarios en riesgo adaptarse a los cambios climáticos, en búsqueda de soluciones propias para sus problemáticas diversas. La diversidad de las situaciones existentes en entornos diversos (cuencas, zonas costeras, montañosas e industriales, megaciudades y otros asentamientos humanos) y la necesidad de soluciones conllevó primero a la generalización de las propuestas de soluciones, luego a la conformación de grupos multidisciplinarios para su estudio (FEMA, 1999; RADIUS, 2000), pero aún así la repetibilidad de las propuestas no daba solución a la disminución de los riesgos existentes.

En nuestra opinión las causales radican en extrapolación de análisis de variables y soluciones a escenarios con diferentes características y la no participación de la población o profesionales de estas en los estudios o propuestas de soluciones, así como la no inclusión de variables sociales y económicas en los estudios como elementos primaria para la conformación de las acciones y planes de intervención.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La evaluación de impactos y riesgos productos del desarrollo y los cambios climáticos, así como la planificación de las acciones de control, mitigación o sistemas

de alerta temprana, obliga a la necesidad de definir de forma detallada las variables e indicadores geológicos, geofísicos, sismológicos, de infraestructura, económicos y sociales (Zapata, 2010). Lo anterior posibilitaría la integración de criterios multidisciplinarios para identificar, reconocer, muestrear, evaluar y modelar la respuesta de los escenarios, la diversidad y complejidad de los impactos y riesgos ambientales, para zonificar las respuestas y redefinir las propuestas planificación. Es importante valorar en los modelos un sinnúmero de variables no utilizadas durante el desarrollo histórico de estas zonas y es importante en extremo la definición de las escalas de estudios y las variables representativas a dichas escalas.

En los casos anteriormente descritos debe lograrse para los diferentes sistemas existentes en los escenarios complejos estudiados (Zapata et al., 2011), la caracterización de las diferentes variables, subsistemas, niveles de relaciones, impactos y riesgos potenciales para los diferentes escenarios ajustada a las tipologías de las amenazas (naturales y antrópicas), sus vulnerabilidades y riesgos, lo cual posibilitaría la definición de modelos estadísticos – matemáticos que permitan la definición en escenarios concretos de los impactos, los riesgos y potencialidades de desastres (**Figura 1**). Para los escenarios utilizados se hacen propuestas de análisis, así como la definición de las acciones necesarias para la gestión.

Según Errasti (2011), la cuantificación de los efectos económicos que conlleva el cambio climático está sometida a muy diversos factores en sus efectos directos e indirectos, influidos por los cambios del comportamiento de los fenómenos naturales, los intereses económicos, el crecimiento demográfico, la disminución de la superficie por habitante y los movimientos económicos a mediano y largo plazo.

La Teoría General de Sistemas (TGS) se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad, al mismo tiempo presenta orientación hacia formas de trabajo transdisciplinarias. Como paradigma científico se caracteriza por su perspectiva holística e integradora, donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que emergen de estas (Arnold, & Osorio, 1998). En lo práctico su empleo permite un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación entre especialidades y especialistas.

La ontología enfoca la definición de sistema, al conocimiento de cómo se presentan e interaccionan los sistemas en los niveles del mundo de la observación; por ello la ontología se preocupa de problemas como el diferenciar un sistema real de un sistema conceptual (Arnold & Osorio, 1998). Los sistemas conceptuales son la lógica, las matemáticas, la música, y cualquier otro tipo de construcción simbólica, pero Arnold & Osorio (1998) plantean que Bertalanffy entiende la ciencia como un subsistema del sistema conceptual, definiéndola como un sistema abstraído, es decir, un sistema conceptual correspondiente a la realidad, señalan que la distinción entre sistema real y conceptual está sujeta a debate, por lo que no debe considerarse en forma rígida.

La TGS opta por una visión heurística del mundo real, según Arnold & Osorio (1998) plantean que Bertalanffy reconoce que la teoría de sistemas comprende un conjunto de enfoques que difieren en estilo y propósito, entre las cuales se encuentra la teoría de

conjuntos (Mesarovic), de las redes (Rapoport), cibernética (Wiener), de la información (Shannon y Weaver), de los autómatas (Turing), de los juegos (von Neumann), entre otras. Por ello en la práctica del análisis de sistemas se tienen que utilizar diversos modelos, de acuerdo con la naturaleza del caso y con criterios operacionales, aún cuando algunos conceptos, modelos y principios de la TGS, como el orden jerárquico, la diferenciación progresiva, la retroalimentación, entre otros, son aplicables a grandes rasgos a sistemas materiales, psicológicos y socioculturales.

Los sistemas no lo conforman un conjunto de elementos como una simple suma de los mismos siguiendo el principio “del todo es la suma de las partes”, es algo más puesto que los elementos tienen relaciones que los ligan entre sí, tienen relaciones y acciones propias que los interrelacionan a unos con otros, por ello los entendidos en esta teoría consideran que “el todo es más que la simple suma de las partes”, por esta razón, lo cual se ajusta a nuestra visión de trabajo, un sistema posee determinadas propiedades:

- los elementos que lo componen, están integrados en el sistema y cada uno de ellos posee determinadas propiedades;
- existe interrelación entre los elementos;
- el sistema que es el todo, es distinto al resultado de la simple adición de sus elementos y las propiedades del sistema difiere de las propias de los elementos componentes;
- existe subordinación de todos los elementos al sistema y niveles de jerarquización de ellos dentro del sistema, lo cual define sus niveles de importancia y representatividad;
- existen principios comunes y generales a todos los sistemas, pero a la vez sus singularidades nos permiten definir los modelos que lo explican y las acciones para su control.

Las características de la TGS son reconocidas y necesarias en los análisis y evaluación de la información utilizada para estudios complejos (Arnold & Osorio, 1998), estas características son:

- ambiente: área de sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento de un sistema, por lo que a complejidad se refiere, nunca un sistema puede igualarse con el ambiente y seguir conservando su identidad como sistema. La única posibilidad de relación entre un sistema y su ambiente implica que el primero debe absorber selectivamente aspectos de éste.
- atributos: características y propiedades estructurales o funcionales que caracterizan las partes o componentes de un sistema;
- complejidad: cantidad de elementos de un sistema (complejidad cuantitativa) y, por el otro, sus potenciales interacciones (conectividad) y el número de estados posibles que se producen a través de éstos (variedad, variabilidad). La complejidad sistémica está en directa proporción con su variedad y variabilidad;
- conglomerado: suma de las partes, componentes y atributos en un conjunto es igual al todo, estamos en presencia de una totalidad desprovista de sinergia;
- elemento: elemento de un sistema son las partes o componentes que lo

constituyen, pueden referirse a objetos o procesos, que una vez identificados los elementos pueden ser organizados en un modelo;

- entropía: máxima probabilidad de los sistemas es su progresiva desorganización y, finalmente, su homogeneización con el ambiente. Los sistemas cerrados están irremediabilmente condenados a la desorganización, no obstante hay sistemas que, al menos temporalmente, revierten esta tendencia al aumentar sus estados de organización;
- equifinalidad: sistemas que a partir de distintas condiciones iniciales y por distintos caminos llegan a un mismo estado final;
- equilibrio: equilibrios sistémicos pueden ser alcanzados en los sistemas abiertos por diversos caminos, esto se denomina equifinalidad y multifinalidad; el mantener el equilibrio en sistemas abiertos implica necesariamente la importación de recursos provenientes del ambiente, pero estos recursos pueden consistir en flujos energéticos, materiales o informativos;
- estructura: interrelaciones más o menos estables entre las partes o componentes de un sistema, que pueden ser verificadas (identificadas) en un momento dado, por lo que constituyen la estructura del sistema;
- frontera: sistemas consistentes en totalidades y, por lo tanto, son indivisibles como sistemas (sinergia), poseen partes y componentes (subsistema), pero estos son otras totalidades (emergencia). En algunos sistemas sus fronteras o límites coinciden con discontinuidades estructurales entre estos y sus ambientes, pero corrientemente la demarcación de los límites sistémicos queda en manos de un observador al conformar un modelo;
- organización: concebida como una interdependencia de las distintas partes organizadas, pero una interdependencia que tiene grados. Ciertas interdependencias internas deben ser más importantes que otras, lo cual equivale a decir que la interdependencia interna no es completa;
- modelo: diseños realizados por un observador que persigue identificar y mensurar relaciones sistémicas complejas; pero todo sistema real tiene la posibilidad de ser representado en más de un modelo. La decisión, en este punto, depende tanto de los objetivos del modelador como de su capacidad para distinguir las relaciones relevantes con relación a tales objetivos. La esencia de la modelación sistémica es la simplificación;
- relación: relaciones internas y externas de los sistemas han tomado diversas denominaciones: efectos recíprocos, interrelaciones, organización, comunicaciones, flujos, prestaciones, asociaciones, intercambios, interdependencias, coherencias, entre otras muchas. Las relaciones entre los elementos de un sistema y su ambiente son de vital importancia para la comprensión del comportamiento de sistemas, las relaciones pueden ser recíprocas (circularidad) o unidireccionales;
- retroalimentación: procesos mediante los cuales un sistema abierto recoge información sobre los efectos de sus decisiones internas en el medio, información que actúa sobre las decisiones (acciones) sucesivas. La retroalimentación puede ser negativa (cuando prima el control) o positiva (cuando prima la amplificación de las desviaciones). Mediante los mecanismos de retroalimentación, los sistemas regulan sus comportamientos de acuerdo a sus efectos reales.

Todo lo anterior es la base que apoya nuestra hipótesis de que es factible estudiar diferentes escenarios complejos en territorios expuestos a diversas amenazas, con la posibilidad de conformar modelos progresivos propios ajustados a la información existente, lo cual posibilitaría confeccionar propuestas de planes de intervención, gestión y manejos participativos con herramientas (modelos) que posibiliten la verificación de la progresión de los cambios previstos por los mismos.

En nuestra opinión, lo participativo condiciona el desarrollo local de los diferentes países y comunidades en su proceso de adaptación a las condiciones climáticas y de desarrollo actuales, es por ello que consideramos importante la participación, capacitación y acompañamiento de los actores locales y la población residente en los procesos sistémicos de estudio, planificación, manejo y gestión ambiental de los territorios como condicionante al desarrollo local sostenible; lo cual debe garantizar la sinergia con las políticas, estrategias, planes y programas de desarrollo económico y social, su integración con los conceptos, prioridades y actividades de los diferentes territorios garantizando el cumplimiento de los intereses del país. Por lo cual consideramos importante partir del modelo de sistemas que presentamos en la Figura 1.

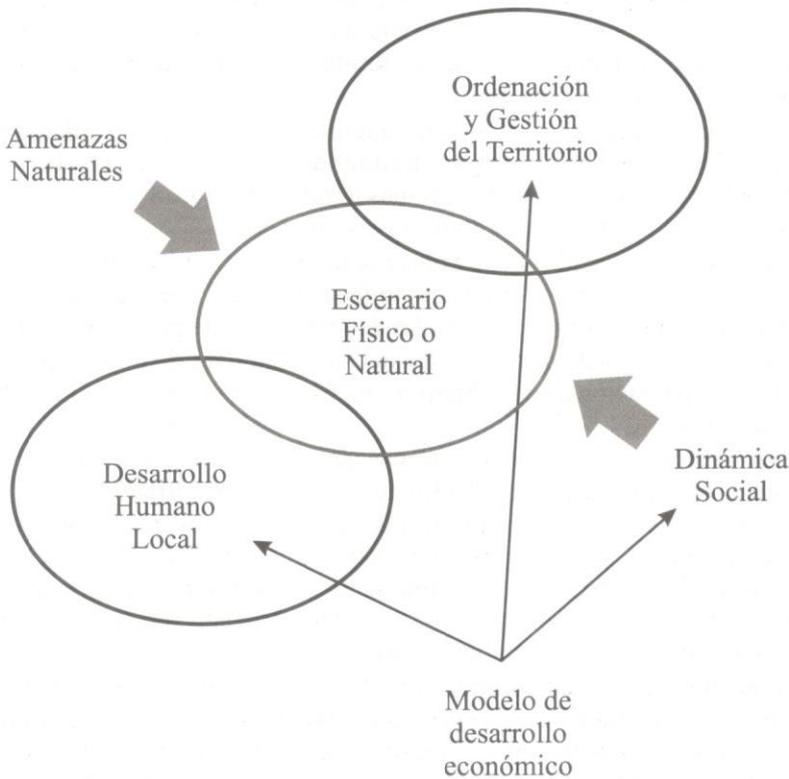


Fig. 1. Modelo de sistemas que interaccionan alrededor de los diversos escenarios físicos o naturales.

Los actores principales en las comunidades son los grupos sociales (Proveyer et al., 2003) considerados como personas integradas de una u otra forma que laboran de manera temporal y especialmente conjunta, para lograr una meta, unidad por intereses comunes; que conocen y sostienen relaciones recíprocas, contactos inmediatos (interacción) y personales. Apoyados en la conceptualización reconocemos como importante la declaración de temáticas, variables, indicadores e índices, los cuales ajustados a las escalas de trabajo, posibilidades e incertidumbres en el levantamiento de los datos de campo o experimentales, los cuales al ser incluidos en los procesos de gestión de información permiten reconocer sus características y definir las clases según los indicadores e índices propios de los datos existente en diversos escenarios.

Entre ellas la familia, los actores sociales y grupos de trabajo son los entes sociales más importantes de las comunidades que deben ser participes de los análisis de desarrollo socio – comunitarios y sus interacciones. Estas interacciones se subdividen como de supraestructura (Figura 2), de estructura (Figura 3) y de infraestructura (Figura 4) con sus variables e indicadores propios, según las escalas de trabajo utilizadas.

| VARIABLES | INDICADORES |
|---|---|
| Ideología: ideologías políticas, nacionalismo, modelos de sociedad, ideologías alternativas. | <ul style="list-style-type: none"> ● Carteles, publicidad ● Opiniones políticas, corrientes de opinión ● Legislación ● Actitudes racistas, agresiones ● Discursos, consignas, programas políticos |
| Creencias, valores y mitos: normas sociales, costumbres, estilos de vida, creencias religiosas, valores culturales, principios éticos, estereotipos, tradiciones | <ul style="list-style-type: none"> ● Documentos, discursos, opiniones ● Normas y sanciones sociales, leyes escritas y no escritas ● Actitudes, sentimientos y emociones ● Comunicación no verbal ● Refranes y dichos populares |
| Creencias, valores y mitos: normas sociales, costumbres, estilos de vida, creencias religiosas, valores culturales, principios éticos, estereotipos, tradiciones | <ul style="list-style-type: none"> ● Producciones artísticas y artesanales ● Vestimentas y escenografía social ● Rituales ● Textos orales y escritos ● Héroes nacionales y modelos sociales ● Canciones , poesías, cines y fotografía |

Fig. 2. Temáticas, variables e indicadores considerados para las supraestructuras (Proveyer et al., 2003)

Con los cambios climáticos y los estudios realizados sobre sus efectos en el desarrollo de los países y sus sociedades en indicadores de desarrollo (ONU, 2008a), planificación para el cambio (ONU, 2008b) y el empleo de los recursos (ONU, 2009).

| VARIABLES | INDICADORES |
|--|--|
| <p>Educación: organización del sistema educativo, participación de los agentes sociales en la educación, formación profesional, educación pública, concertada y privada, educación de adultos, fracaso escolar, integración, educación formal</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Programación educativa ● Grado de participación de padres y alumnos en los centros educativos ● Número y actividades de las asociaciones educativas ● Proyectos y experiencias de educación no formal ● Resultados académicos, ausentismo escolar, alumnos en programas de integración ● Metodología y actividades educativas |
| <p>Sanidad: organización y sistema sanitario público y privado, salud comunitaria, prevención y educación comunitaria, atención a drogodependientes y SIDA, salud mental</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Proyectos de educación y prevención sanitaria ● Participación de asociaciones en programas sanitarios ● Planificación sanitaria |

Fig. 3. Temáticas, variables e indicadores considerados para las estructura (Proveyer et al., 2003).

En Cuba, estudios sobre la evaluación económica del cambio climático y la cuantificación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos (Errasti, 2011), además se realizan acciones importantes en situaciones de este tipo entre ellas las planteadas por Terry (2001) que se distinguen por:

- Perfeccionamiento constante del trabajo en correspondencia con las lecciones aprendidas, tendencias y enfoques positivos en el ámbito internacional y regional;
- Reconocimiento de prioridades y gradualidad de las acciones en correspondencias con los presupuestos existentes y otros asignados.
- Participación activa de todos los actores de la sociedad, cooperación entre ellos y corresponsabilidad;
- Reconocimiento de la educación y formación como instrumentos indispensables para lograr procesos de cambio y alcanzar los objetivos propuestos y la responsabilidad generacional.

La existencia de leyes ambientales (GOR, 1997), la estrategia nacional ambiental 2010 a 2015 (CITMA, 2010), disposiciones para el estudio de riesgos en situaciones de desastres (EMNDC, 2005 y 2010) y regulaciones para el ordenamiento ambiental y territorial (AMA, 2008a y 2008b).

Trabajos regionales realizados en Cuba tratan de resolver problemas sobre las diferentes situaciones que aparecen en los territorios:

- evaluación multicriterio en el ordenamiento territorial (Ceballos et al., 2009);

| VARIABLES | INDICADORES |
|---|---|
| Geografía: clima, orografía, distribución política y territorial, riqueza fluvial, áreas rurales y urbanas, zonas verdes | <ul style="list-style-type: none"> ● Mapas físicos y políticos ● Régimen de lluvias y temperatura ● Tipos de suelos ● Distribución de especies animales y vegetales ● Número de hectáreas arboladas ● Recursos hidráulicos |
| Demografía: distribución de la población, nivel de instrucción, población activa y paro, inmigración y emigración, estructura familiar, hijos; clases sociales y profesionales; enfermedades físicas y psíquicas; poblacionales marginales y pobreza, alcoholismo, drogadicción, delincuentes, prostitución | <ul style="list-style-type: none"> ● Pirámides de población por sexo y edad ● Nivel cultural y económico ● Tasas de natalidad y de crecimiento demográfico ● Tasas de pobreza y umbrales de pobreza ● Tasas de paro, actividad y ocupación ● % de enfermedades mentales ● Tasas de delitos y homicidios ● % de alcoholismo y drogadicción |
| Ecología y urbanismo: infraestructura urbana (agua potable, teléfonos, electricidad, alcantarillado); redes de comunicación, medios de transporte, infraestructuras sanitarias, deportivas, educativas, de ocio y otras, problemas ambientales (contaminación, ruidos y otras); zonas industriales, residenciales y de servicios; tipos de vivienda, parques, jardines | <ul style="list-style-type: none"> ● Tamaño medios de las viviendas ● Proporción de viviendas con servicio de agua, electricidad, telefonía ● Número de inquilinos por vivienda ● Proporción de parques y zonas verdes por habitantes ● Niveles de ruido y contaminación atmosférica ● Distribución de la red de transporte público ● Porción entre población en edad escolar y plazas escolares ● Número de habitantes /médico |

Fig. 4. Temáticas, variables e indicadores considerados para las infraestructura (Proveyer et al., 2003)

- integración semántica de datos heterogéneos (González et al., 2011);
- metadatos e infraestructura de datos geospaciales en la gestión medioambiental (Jiménez & González, 2011) y
- resultados de estudios de peligro, vulnerabilidad, riesgo y estudios de impactos ambientales en asentamientos humanos (Montero et al., 2011).

La existencia de trabajos a escalas de detalle sobre:

- mapas de peligros múltiples para riesgos de desastres (Pedroso & Fundora, 2011);
- empleo de sistemas de información geográfica para la aplicación de medidas de

adaptación y mitigación de impactos (Pérez & Juantorena, 2011);

- diagnóstico del empleo de la información georreferenciada (Jiménez & López, 2011) y
- estabilidad geosistémica como criterio de síntesis aplicable al ordenamiento (Barranco, 2011).

En todos los casos los especialistas han seguido el criterio de replicar metodologías establecidas y utilizadas en otros países. Las principales dificultades radican en:

- la no participación de la población residente en los procesos de estudios, definición de las propuestas y planes, así como la aplicación de medidas y solución de problemas;
- repetición de metodologías aplicadas a otros escenarios sin evaluar la similaridad de los problemas existentes en los territorios;
- no preocuparse por la calidad de los datos, su representatividad espacial y la resolutivez de la información resultante.

Lo anterior puede ser resuelto garantizando el proceso de transformación de datos en conocimiento con valor agregado (Figura 5), con el empleo de herramientas estadísticas – matemáticas que posibiliten la determinación de los indicadores e índices propios, sus interrelaciones, las matrices representativas y las ecuaciones que definan los procesos existentes y la causalidad presente en los diferentes escenarios críticos.

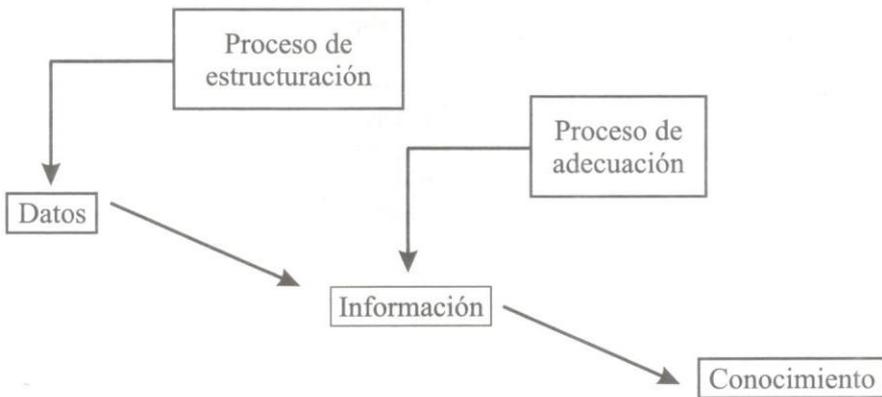


Fig. 5. Proceso de transformación de datos en conocimiento con valor agregado.

La reducción de forma sistémica de la incertidumbre en los procesos de toma de decisiones con procedimientos y herramientas transparentes, incluyentes y documentables permitirá la implementación de procesos de toma de decisiones eficientes y eficaces. Problemas disímiles aparecen en el proceso de decisión, recolección y toma de datos entre los que encontramos en ocasiones falta de información en las representaciones cartográficas, incorrecto empleo de los elementos fundamentales que conforman los mapas, pérdida de la información

acumulada, deterioro de los soportes (Jiménez & López, 2011) y dispersión de la información digital que dificultan su intercambio y uso posterior.

Núñez (2011) considera de importancia la definición de las prioridades y los escenarios, el alistamiento de la cartografía necesaria, determinación de los componentes, índices, indicadores y sus descriptores, su valoración holística y la determinación de las relaciones binarias, que le permite definir los elementos constitutivos, las evidencias físicas y posteriormente los criterios de evaluación multicriterio, siguiendo sus ponderaciones y estandarizaciones incluidas; así como importante el empleo de las ontologías (Núñez & Zurbiatur, 2007).

Pero el empleo de la teoría de sistemas y la definición de variables, indicadores e índices ajustados a las escalas de trabajos en estudios detallados ha venido transformando la visión y solución de las problemáticas existentes, con un mayor acercamiento a la respuesta de los escenarios, con la posibilidad de preparación y ejecución de planes de gestión con trabajos de:

- caracterización sistémica de la microzonación sísmica y de riesgos múltiples con fines diversos (Zapata, 2007);
- empleo de herramientas de la geomática (Zapata, 2008);
- indicadores para la evaluación de impactos y replanificación en zonas sísmicas (Zapata et al., 2009);
- modelación de los potenciales impactos ambientales negativos sobre la comunidad y el entorno por terremoto severo (Zapata et al., 2009);
- indicadores y variables sismológicas para la planificación y minimización de riesgos en ciudades (Zapata, 2010);
- indicadores locales de sostenibilidad ambiental (ILSA) en el ordenamiento y la gestión ambiental (Planas et al., 2011);
- evaluación ambiental estratégica como herramienta para el ordenamiento ambiental y el desarrollo sostenible (Marrero et al., 2011);
- evaluación de impactos en escenarios críticos con matrices y modelos como herramientas de estudio para el ordenamiento territorial y desarrollo humano local (Zapata et al., 2011).

Resultados y propuesta de procedimientos

Reconociendo los problemas que presentaba la recolección de datos y procesamiento de la información para los estudios medioambientales, de respuesta dinámica de suelos y de aparición de fenómenos físico – geológicos catalizados por amenazas naturales extremas en escenarios críticos, hemos propuesto y probado tres procedimientos que a continuación resumimos:

1. Trabajos realizados por el autor desde la década de los 90, para mejorar los procedimientos de determinación de la respuesta dinámica de los suelos en la ciudad de Santiago de Cuba (Zapata, 1995) y para la confección del mapa de riesgo sísmico del mismo territorio (García et al., 2002) nos apoyamos en la

aplicación de matrices para definir las interrelaciones y respuestas posibles ante terremotos fuertes propició reconocer la utilidad de dicha herramienta.

2. La no posibilidad de aplicar por la ausencia de datos y otras informaciones solicitadas en las metodologías de estudios de impactos ambientales, nos impuso la necesidad de recolección de los datos más representativos, definir con el empleo de la estadística descriptiva indicadores e índices con variantes que posibilitaran presentar resultados y proponer medidas para su solución (Zapata y Labiste, 2007, Labiste et al., 2009 y Planas et al., 2011). Además se considera necesario presentar elementos de ponderación de la influencia de las problemáticas analizadas en diferentes sectores, así como sus indicadores e índices (**Tabla 1**). En este caso se utilizaron como variables:

- **AMBIENTALES:** penetración del mar (**PM**), efectos de terremotos (**T**), existencia de deforestación (**D**), inundaciones por lluvias (**I**), pérdida de la duna (**PD**) y degradación del paisaje (**DP**).
- **INFRAESTRUCTURA:** mala ubicación instalaciones (**MU**), existencia de electricidad (**E**), peligrosidad vial (**PV**), infraestructura vial (**IV**), hidráulica (**IH**) y sanitaria (**IS**), servicios básicos (**SB**), estado (**VE**) y tipo (**VT**) de las viviendas.
- **ANTROPIZACION:** contaminación ambiental (**CA**), por residuales líquidos (**CRL**) y sólidos (**CRS**), peligrosidad vial (**PV**) y falta de mantenimiento (**FM**).
- **SOCIALES:** pérdida de atractivo (**P**) y percepción ambiental (**PA**).

3. Analizando la información contenida en estudios de línea base, de evaluación de impactos y riesgos sísmicos es factible definir una ecuación como salida para la zonación de las problemáticas detectadas (Zapata et al., 2009).

- Definición del modelo cuenca – bahía – ciudad,
 - Análisis de las variables y determinación de los valores pesados en las matrices,
 - Determinación de los coeficientes de la ecuación para el modelo de impactos.
- $$DP = 0.1*(B + C) + 0.1*(D + E + F) + 0.1*(G) + 0.3*(H + I) + 0.4*(J + K)$$

Donde:

- DP** = Desastres potenciales (en %)
CP = Números de los Consejos Populares (**A**)
PR = Acueducto (**B**) + Alcantarillado ©
RE = Líquidos (**D**) + Sólidos (**E**) + Gaseosos (**F**)
IN = Inundaciones (**G**)
IS = Licuación (**H**) + Intensidad sísmica (**I**)
VP = Viviendas afectadas (**J**) + Población afectada (**K**)

4. La aplicación de tareas de minería de datos aplicando modelos predictivos o exploratorios, descriptivos y confirmatorios (**Figura 6**), apoyados inicialmente en los estadígrafos de las variables (Arzuaga, 2007; Petrus, 2011). Entre los exploratorios tenemos los análisis factorial (AF), de componentes principales (ACP), cluster o conglomerados (AC) y el análisis discriminante (AD), así como entre los

| VARIABLES | Códigos | 1 | 2 | 3 |
|-----------------------------------|---------|----------------|----------------|-----------|
| AMBIENTALES | | | | |
| Penetración del mar | PM | Regular | Malo | Crítico |
| Efectos de terremotos | T | Regular | Malo | Crítico |
| Existencia de deforestación | D | Regular | Malo | Crítico |
| Inundaciones por lluvias | I | Permanente | Ocasional | Baja |
| Perdida de la duna | PD | Regular | Malo | Crítico |
| Degradación del paisaje | DP | Regular | Malo | Crítico |
| Zonas de silencio | ZS | Regular | Malo | Crítico |
| INFRAESTRUCTURA | | | | |
| Mala ubicación instalaciones | MU | Regular | Malo | Crítico |
| Existencia electricidad | E | Red Nacional | Planta | No existe |
| Infraestructura vial | IV | Bueno | Regular | Malo |
| Infraestructura hidráulica | IH | Acueducto | Fuente directa | No existe |
| Infraestructura sanitaria | IS | Alcantarillado | Particular | No existe |
| Servicios básicos | SB | Bueno | Regular | Malo |
| Estado vivienda | VE | Bueno | Regular | Malo |
| Tipo vivienda, según la DAU | VT | 1 | 2 | 3 y 4 |
| ANTROPIZACIÓN | | | | |
| Contaminación ambiental | CA | Alta | Media | Baja |
| Contaminación residuales líquidos | CRL | Alta | Media | Baja |
| Contaminación residuales sólidos | CRS | Alta | Media | Baja |
| Peligrosidad Vial | PV | Alta | Media | Baja |
| SOCIALES | | | | |
| Pérdida de atractivo | P | Alta | Media | Baja |
| Percepción ambiental | PA | Bueno | Regular | Malo |
| Falta de mantenimiento | FA | Bueno | Regular | Malo |

Tabla 1. Variables, códigos e indicadores utilizadas en el estudio de Baconao (Zapata y Labiste, 2007)

confirmatorios tenemos la regresión multivariante (RM) y las pruebas de hipótesis multidimensional (PHM). En la década de los 90 realizamos agrupamientos utilizando el método de cluster (Zapata, 1995).

Las herramientas estadísticas como conjunto de métodos y teorías desarrollados para recolectar, describir, analizar e interpretar información con el fin de llegar a conclusiones válidas y tomar decisiones racionales, producto de las condiciones de incertidumbre a que están sometidas, pues la información disponible generalmente siempre es incompleta. El interés primario es la reducción de datos, con el objetivo de representar la realidad y transformarla, predecir su futuro o simplemente conocerla.

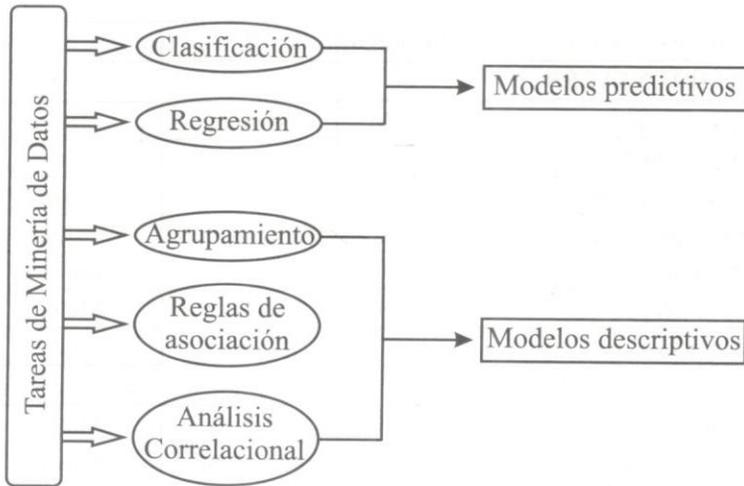


Fig. 6. Herramientas para la minería de datos para el proceso de transformación de y reconocimiento de la información.

En la mayoría de los casos deben aplicarse métodos estadísticos:

- univariados, para el reconocimiento de las características de cada una de las variables, para describir los datos, cuantificar la incertidumbre y realizar inferencias;
- multivariados, cuando se trabajan diversas variables al unísono, para definir cuales son independientes y cuales dependientes, poder conformar el modelo, realizar las corridas, ajustes, transformaciones y las pruebas necesarias con el mismo.

El análisis estadístico multivariado permite la descripción, clasificación y clarificación de los datos; los dos tipos de problemas que enfrenta el análisis multivariado son:

- Análisis de los datos: ¿cómo manipular la información, resumirla, identificar y evaluar las diferentes relaciones?
- Interpretación de los datos: ¿cómo diferenciar los efectos particulares de los de interacción y cómo evaluar de manera racional el sentido de las regularidades empíricas?

Importante es la fase identificación de las fuentes de información con información primaria (recogida originalmente para la investigación) y secundaria (a través de datos existentes o publicados) inicial de recogida. En el caso primario se debe cuando los diseños son descriptivos y causales utilizar una muestra y un plan de muestreo detallando la población, unidad muestral, tamaño de la muestra y procedimiento de selección de la muestra; en otros casos se deben planificar el plan de experimentos para la recolección de los datos. Posteriormente se identifican las principales

variables, los métodos de medición/obtención y los procedimientos de análisis de las variables.

Dentro de las técnicas multivariadas para el análisis de datos tenemos elemento de:

- Dependencia: analizan una o más variables dependientes a través dos o más variables independientes, para explicar un fenómeno y/o realizar un análisis como base de una predicción, las técnicas principales son regresión múltiple, análisis de varianza y conjunto.
- Interdependencia: estudian la interrelación entre todas las variables como un conjunto. Su objetivo puede ser organizar los datos reduciendo su dimensionalidad y haciéndolos más manejables para el investigador u ofrecer una mayor comprensión global de su estructura subyacente, las técnicas principales son métodos factoriales, análisis cluster, escalamiento multidimensional métrico y no métrico.

CONCLUSIONES

La aplicación de principios de gestión de conocimiento e innovación como implementación práctica de la gestión de información sobre desastres naturales y antrópicos, es una herramienta necesaria en la minimización de desastres potenciales, apoya la toma de decisiones en escenarios en riesgo. Posibilita cambiar acciones ajustadas al conocimiento existente, con la nueva información incorporada, que genera nuevo conocimiento y convierte éstos en ventajas sostenibles y cuantificables en la disminución de la vulnerabilidad y el riesgo. Esto posible, producto del desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, el empleo de técnicas de estadísticas y el análisis de escenarios complejos, al incluir las incertidumbres en la modelación de los efectos resultantes y concatenados en situaciones de amenazas naturales y antrópicas extremas sobre escenarios naturales y urbanizados.

El desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación han incidido en la rápida implantación y generalización de experiencias de los métodos de gestión, así como han permitido potenciar el capital intelectual de las entidades responsables, la introducción de los sistemas de alerta temprana (SAT) con elevada precisión, que analizan y actúan sobre sistemas dinámicos complejos. Esta tendencia involucra a la población y decisores como elementos integrados y actores principales en la mitigación, enfrentamiento, respuesta y recuperación en escenarios de riesgo. Su aplicación debe ajustarse a las características del escenario físico, la preparación de su población y la voluntad política existente, por ello debe estar precedida de un diagnóstico exhaustivo y un profundo trabajo comunitario participativo. Se presentan ejemplos del empleo de estas herramientas en escenarios sísmicos costeros cubanos.

A modo de conclusiones consideramos importante resaltar la consideración ajustados a la teoría de sistemas que cada escenario crítico estudiado tiene su historia, características, fenómenos recurrentes, nivel de exposición, experiencias y nivel de

resiliencia de la población residente, por lo cual es importante reconocer los fenómenos pasados, lo cual permitirá definir sus variables, indicadores e índices para definir los procedimientos de recolección de datos, procesamiento y evaluación de información, con el objetivo de reconocer las causales y proponer las acciones de minimizar las vulnerabilidades y los riesgos como elementos del desarrollo humano local de las comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

AMA (2008a). *Lineamientos metodológicos para el Ordenamiento Ambiental en Cuba*. Documento en discusión (inédito). La Habana, 24 pp.

AMA (2008b). *Propuesta de Organización del proceso de elaboración, aprobación e implementación del Ordenamiento Ambiental y su integración al Ordenamiento Territorial*. Documento en discusión (inédito). La Habana, 16 pp.

Arnold, M. & Osorio, F. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. Departamento de Antropología. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile. Cinta de Moebio No.3.

<http://rehue.esociales.uchile.cl/publicaciones/moebio/03/frames45.htm>.

Arzuaga Rodríguez, D. (2007). Variantes de aplicación de herramientas estadístico - matemáticas para la confección de escenarios urbanos con peligro sísmico. Tutores: Dr. J. A. Zapata, Lic. E. Vaillant y Dra. L. Zamora Tesis de opción al Título de Licenciado en Matemática, Facultad de Matemática - Cibernética, Universidad de Oriente 60 pp. Julio/2007.

Barranco, G. (2011). La estabilidad geosistémica como criterio de síntesis aplicable al ordenamiento ambiental. 8va Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, II Coloquio Ordenamiento Ambiental del Territorio: Encrucijadas y retos. La Habana. 4 -8 Julio 2011, 9 pp.

Ceballos, I.; Núñez, J. C. y Zubiaur, K. (2009). Las técnicas de evaluación multicriterio en el ordenamiento territorial costero. 7ma Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana. Julio 2009. 8 pp.

CITMA (2010). *Estrategia Nacional Ambiental: 2010 – 2015*. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Ediciones GEO, La Habana, 31 pp.

EMNDC (2005). *Guía para la realización de estudios de riesgos para situaciones de desastres*. Estado Mayor Nacional de La Defensa Civil. La Habana, Agosto 2005, 85 pp.

EMNDC (2010). *Directiva 1 del Vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional para la organización, planificación y preparación del país para las situaciones de desastres*. Estado Mayor Nacional de La Defensa Civil. La Habana, Julio 2010, 61 pp.

Errasti, A. S. (2011). Rasgos principales en la evaluación económica del cambio climático y la cuantificación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos asociados a este. 8va Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, III Coloquio Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo para la Reducción de Desastres. La Habana. 4 -8 Julio 2011, 12 pp.

FEMA (1999). *Earthquake loss estimation methodology HAZUS*. Technical Manual Vol. I, II and III, First Edition 1997. National Institute of Building Sciences for Federal Emergency Management Agenc. Washington D. C., 1999.

García, J. A., Zapata, J. A., Arango, E. D., Monnna, O., Chuy, J. T., Fernández, B., Reyes, C. y Oliva, R. (2002). Manejo y Evaluación del Riesgo Sísmico en la ciudad de Santiago de Cuba, a partir de su implementación en un Sistema de Información Geográfica. II Congreso Cubano de Geofísica y IV Conferencia Latinoamericana de Geofísica, 10 pp. Ciudad Habana. Marzo/2002.

González, J.; Larín, R.; Garea, E. y Chang, S. (2011). Metodología para la integración semántica de datos heterogéneos en los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres. 8va Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, III Coloquio Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo para la Reducción de Desastres. La Habana. 4-8 Julio 2011.

GOR (1997). *Ley No. 81 del Medio Ambiente. Ministerio de Justicia*. Gaceta Oficial de la República. La Habana. 53 pp.

Jiménez, E. & González, J. (2011). Perfil de metadato geoespacial de la infraestructura de datos espaciales para la gestión medioambiental en Cuba. 8va Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, V Congreso de Gestión Ambiental. La Habana. 4-8 Julio 2011, 10 pp.

Jiménez, L. & López, M. (2011). Diagnósticos de la situación del uso de la información georreferenciada en las investigaciones de las actividades de exploración – producción en el CEINPET. 6ta Convención de Ciencias de la Tierra. XI Congreso Cubano de Informática y Geociencias. Marzo 2011. La Habana, 5 pp.

Labiste, M. & Zapata, J. A. (2007). *Estrategia de intervención para el mejoramiento ambiental de un territorio turístico de la zona suroriental de Cuba. Caso de estudio Polo Turístico Baconao*. CD VI Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo. III Congreso de Gestión Ambiental. Julio/2007. ISBN 978-959-282-056-2.

Labiste, M.; Arango, E. D. y Zapata, J. A (2009). *Problemáticas del ordenamiento territorial ambiental para la prevención y mitigación de desastres naturales y antrópicos en el Parque Baconao*. IV Conferencia Internacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras. ISBN 978-959-207-363-0. 12 pp.

Marrero, J. M.; Martínez, M. C.; Quintana, M. y Durán, O. (2011). La evaluación ambiental estratégica como herramienta para el ordenamiento ambiental y el desarrollo sostenible en Cuba. Consideraciones preliminares. 8va Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, II Coloquio Ordenamiento Ambiental del Territorio: Encrucijadas y retos. La Habana. 4-8 Julio 2011, 16 pp.

Montero, R.; Aroche, R.; Agüero, K.; Castellanos, M.; Mendoza, L. E.; García, R.; Hernández, R.; Mari, M.; León, A. y otros (2011). Principales resultados de los estudios de PVR y EIA de desastres en la provincia de Camagüey. 8va Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, III Coloquio Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo para la Reducción de Desastres. La Habana. 4-8 Julio 2011

Núñez, J. C. (2011). Uso de la Infraestructura de datos espaciales para la construcción de escenarios de riesgos en la prevención de desastres. 6ta Convención de Ciencias de la Tierra. IX Congreso Cubano de Geología, III Simposio de Riesgos Geológicos y Sismicidad. Marzo 2011. La Habana, 10 pp.

Núñez, J. C. & Zurbiaur, K. (2007). El uso de la ontología en la cartografía de la gestión de riesgos. 6ta Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana. Julio 2007. 12 pp.

ONU (2008a). *Indicadores de CPS para países en desarrollo. Un marco de orientación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.* División de tecnología, industria y economías, servicio, consumos y producción sustentables. Sudáfrica, Ed. Infestation, 68 pp.

ONU (2008b). *Planificación para el cambio. Guías para programas nacionales sobre consumo y producción sustentables. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.* División de tecnología, industria y economías, servicio, consumos y producción sustentables. Ed. Graphic Solutions S. A., 106 pp.

ONU (2009). *Integración del consumo y la producción sustentable y la eficiencia en el uso de los recursos en la planificación del desarrollo.* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. División de tecnología, industria y economías, servicio, consumos y producción sustentables. 40 pp.

Pedroso, I. I. & Fundora, M. (2011). Uso de mapas de peligros múltiples en los estudios de riesgos de desastres. 8va Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, III Coloquio Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo para la Reducción de Desastres. La Habana. 4-8 Julio 2011.

Pérez, O. E. & Juantorena, Y. (2011). Empleo de los sistemas de Información geográfica en la cartografía de inundaciones costeras para la aplicación de medidas de adaptación y mitigación de impactos. 8va Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, III Coloquio Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo para la Reducción de Desastres. La Habana. 4-8 Julio 2011

Petrus, A. (2011). Aplicación de Métodos de la Estadística Multivariada al estudio de la respuesta dinámica de suelos con sismicidad moderada en la ciudad de Santiago de Cuba. Tesis en opción al título de Licenciada en Matemática. Tutores: DrsC. José Alejandro Zapata Balanqué y Larisa Zamora Matamoros. Departamento de Matemática. Facultad de Matemática – Computación. Curso 2010 – 2011. Junio 28/2011. 45 pp.

Planas, J. A.; Machín, J. L. y Chuy, T. J. (2011). Empleo de indicadores locales de sostenibilidad ambiental (ILSA) en el ordenamiento y la gestión ambiental. Caso de estudio: sector costero del polo turístico Baconao. 8va Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, II Coloquio Ordenamiento Ambiental del Territorio: Encrucijadas y retos. La Habana. 4-8 Julio 2011, 18 pp.

Proveyer, C., González, G., Vázquez, A. y Fleitas, R. (2003). *Trabajo Social Comunitario.* Selección de lecturas para el curso de formación de Trabajadores Sociales. Editorial Félix Valera, Ciudad Habana, 168 pp.

RADIUS (2000). *Risk Assessment tools for diagnosis of urban areas against seismic disasters.*

Geneva, Switzerland: IDNDR Secretariat, United Nations, Website: <http://geohaz.org/radius.html>

Terry, C. C. (2011). El programa nacional de consumo y producción sostenibles y eficiencia de los recursos 2010 – 2015 como instrumento de la política económico social de Cuba. 8va Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, V Congreso de Gestión Ambiental. La Habana. 4-8 Julio 2011, 20 pp.

Zapata, J. A. (1995). Utilización de variantes metodológicas de microzonación sísmicas aplicada en la ciudad de Santiago de Cuba. Tesis de opción al grado de Doctor en Ciencias Geofísicas. Tutor. Dr. Mario Francisco Rubio Sauvalle. Fondos del IGA y CENAIS. 115 pp.

Zapata, J. A. (2007). Microzonación sísmica y evaluación de riesgos múltiples en la ciudad de Santiago de Cuba. Caracterización sistémica con fines diversos. IV Taller Internacional de Arquitectura e Ingeniería para la Reducción de Desastres (TIARD'2007). Centro Nacional de Referencia para la Prevención y Mitigación de Desastres. ISBN 978-959-261-272-3. Noviembre 27 al 30/2007. CUJAE Ciudad Habana. 13 pp.

Zapata, J. A. (2008). Empleo de herramientas de la geomática en la microzonificación sísmica de ciudades. Ejemplos de caso: Santiago de Cuba y Guantánamo como propuesta de gestión del desarrollo. Mapping Interactivo. *Revista de Ciencias de la Tierra*. ISSN: 1.131-9.100. Noviembre-Diciembre/2008. 12 pp.

Zapata, J. A. (2010). *Indicadores y variables sismológicas para la planificación y minimización de riesgos en ciudades sísmicas costeras. Caso de estudio: Santiago de Cuba*. CIIC'2010. UNAICC (ISBN 978-959-247-077-4, Editorial Obras). 8 pp.

Zapata, J. A. & B. E. González (2006). *La microzonificación sísmica como herramienta imprescindible para evaluación de escenarios físicos en zonas sísmicas para el ordenamiento, manejo y gestión de riesgos de asentamientos humanos*. 3er Taller Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres. UNAICC. Santiago de Cuba. Noviembre/2006. Editorial Oriente. ISBN 959-11-0536-3. 6 pp.

Zapata, J. A. & Labiste, M. (2007). *Propuesta metodológica para la evaluación detallada de los impactos con fines de la gestión de mejoramiento ambiental de sectores turísticos en el sur oriente cubano. Caso de estudio Polo Turístico Baconao*. CARICOSTAS'2007. ISBN 978-959-207-300-5. Junio/2007. 13 pp.

Zapata, J. A.; Labiste, M. y Mulet, L. N. (2009). Indicadores para la evaluación de impactos y replanificación en zonas sísmicas costeras. Ejemplos de casos: ciudad de Santiago de Cuba y sector Baconao. IV Conferencia Internacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras. ISBN 978-959-207-363-0. 16 pp.

Zapata, J. A.; Prieto, I. M.; Labiste, M. y Rosabal, S. Y. (2011). Microzonación sísmica y evaluación de impactos en escenarios críticos con matrices y modelos como herramientas de estudio para el ordenamiento territorial y desarrollo humano local. 8va Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, II Coloquio Ordenamiento Ambiental del Territorio: Encrucijadas y retos. La Habana. 4-8 Julio 2011, 16 pp.

Zapata, J. A., Rosabal, S. Y., Morejón, G., Márquez, P. I., Labiste, M., Prieto, I. M. y Chuy, T. J. (2009). Modelación de los potenciales impactos ambientales negativos sobre la comunidad y

el entorno por terremoto severo en Santiago de Cuba. 3ra Convención Cubana de Ciencias de la Tierra – III Simposio de Sismicidad y Riesgos Geológicos. ISBN 978 – 959 – 7117 – 19 – 3. 10 pp.

Zapata, J. A.; Prieto, I. M.; Rosabal, S. Y.; Labiste, M. y Mulet, L. N. (2009). Necesidad del reordenamiento urbano: Modelación de los potenciales impactos ambientales negativos sobre la comunidad y el entorno por terremoto severo en Santiago de Cuba. Incidencia en el desarrollo humano local. VII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Coloquio de Ordenamiento Ambiental. CITMA. ISBN 978-959-304-003-7. 16 pp.