

PROPUESTA METODOLÓGICA
PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS DESDE LA PERSPECTIVA
DEL ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO
*Proposed Methodology for Risk Assessment from the Perspective
of Regional Planning*

Luis Miguel ESPINOSA RODRÍGUEZ*

Fecha de recepción: mayo del 2010

Fecha de aceptación y versión final: octubre del 2010

RESUMEN: El presente trabajo plantea una propuesta para la evaluación de riesgos a partir de un concepto que integra variables de análisis en diferentes áreas involucradas con el desarrollo de procesos perturbadores. El concepto surge de una modificación a los sistemas de evaluación propuestos por la UNESCO (1972) y por Palacio (1995), en el cual se especifica el modelo conceptual y operacional del mismo. La propuesta se vincula con procesos de ordenación del territorio al integrar valores cuantitativos y cualitativos de los geosistemas perturbadores; de la vulnerabilidad espacial; de la vulnerabilidad global y de la capacidad de respuesta en escalas de trabajo grandes.

Palabras clave: Modelo conceptual y operacional; propuesta metodológica; evaluación de riesgos, ordenación del territorio.

ABSTRACT: This paper suggests a way to evaluate risk using a methodology composed with different variables involved with disturbing processes. This concept derives from a modification in the systems of evaluation proposed by UNESCO (1972) and Palacio (1995) in which the conceptual and operational model is specified. The proposal of risk evaluation is connected with territorial regulation integrating quantitative and qualitative data of the disturbing geosystems, spatial and global vulnerability and the response capacity in the biggest scales of analysis.

Keywords: Conceptual and operational model; methodological proposal; risk evaluation; territorial regulation.

I. INTRODUCCIÓN

El concepto de ordenamiento refiere a identificar, distribuir, organizar, y regular las actividades humanas para conducir en este territorio de acuerdo con criterios y propiedades del territorio. Éste se constituye como una estrategia para elevar el nivel y la calidad de vida de la población utilizando de manera congruente los recursos naturales y el territorio.

* Dr. Luis Miguel Espinosa Rodríguez – Profesor en la Facultad de Geografía. Universidad Autónoma del Estado de México.

Existen diferentes estudios que abordan el problema del modelo territorial y las características que este tiene, de tal forma que se particulariza el estudio del medio físico y usos primarios del suelo; el análisis del sistema de asentamientos y los canales de relación – infraestructura del transporte, así como de otros elementos notables como la geomorfología, el clima y las etnias entre otros.

En la metodología oficial para la realización de estudios de ordenamiento territorial se considera en la fase de diagnóstico el desarrollo de tema de riesgos naturales; sin embargo, no existen consideraciones ni referencias metodológicas sugeridas para la evaluación del mismo.

Es por ello que este trabajo tiene como objetivo central presentar un modelo teórico conceptual y metodológico que coadyuve en la solución de la etapa referida en los lineamientos del ordenamiento territorial.

II. EL ESTUDIO DEL RIESGO

La mayor parte de los desastres que se generan y afectan a la humanidad se propician en la interacción hombre-naturaleza y de forma principal en el desconocimiento que existe por parte de la humanidad hacia los procesos naturales.

Es por eso que a partir de los años noventas la Organización de las Naciones Unidas (ONU), acordó el establecimiento del “Decenio Internacional para la Reducción de Desastres” (1990-1999) y a través de ésta facilitar y resaltar la importancia a la investigación de este género con el propósito de mejorar la capacidad para mitigar los efectos negativos de los desastres naturales (Delgadillo, 1996).

Diferentes autores y puntos de vista han abordado el problema de investigar las posibles causas que generan los desastres naturales y otros más, han justificado los desenlaces a través de teorías demográficas tales como la malthusiana, la de la transición demográfica, la epidemiológica y la de la movilidad y transición urbana entre otras.

Otros más se han avocado a describir el origen del problema interesándose en la génesis de los mismos, tal y como lo exhiben algunas clasificaciones de riesgos como la de CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) y la de SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social) en nuestro país; mientras que existen tendencias ligadas a la evaluación económica de daños y cálculo de seguros entre otras variables.

No obstante a los esfuerzos académicos, personales e institucionales, aún las preguntas básicas que se generan en torno al estudio de los riesgos siguen sin respuestas satisfactorias, por lo menos en el campo de la integración de las variables que componen al riesgo.

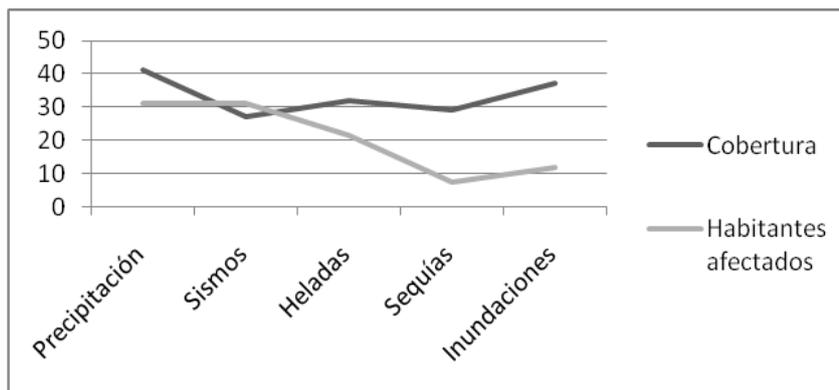
Entre tanto, algunas cuestiones como el entendimiento de las condiciones que provocan cambios radicales en el territorio, la peligrosidad en el ámbito regional y local, la magnitud y fuerza de los procesos así como de las formas de expresión territorial y afectación entre otras variables continúan evaluándose en diferentes escalas de trabajo alcanzando resultados parciales.

Asociado al problema del origen; otras cuestiones relacionadas con la intensidad, las relaciones espacio-temporales, la generación de recursos para prevención, mitigación y ayuda son algunos de los tópicos que aún requieren de atención especializada.

En nuestro país las cifras oficiales muestran tendencias hacia la ocurrencia permanente y estacional de procesos que modifican el entorno de manera súbita. Es así que el 33% de la superficie del país se encuentra ligada a por lo menos un tipo de geosistema perturbador, afectando en promedio a 20.5% de la población total.

La siguiente gráfica representa la comparación entre el porcentaje de cobertura propenso a la ocurrencia de geosistemas perturbadores y el porcentaje promedio de población afectada en cada uno de ellos.

GRÁFICO 1. PORCENTAJE DE TERRITORIO (COBERTURA) QUE ES AFECTADO POR PROCESOS PERTURBADORES Y PORCENTAJE DE HABITANTES AFECTADOS EN MÉXICO (CONSTRUIDA CON DATOS DE CENAPRED 2009).



Aunado a las condiciones que propician riesgos, existen otros factores que inciden de forma directa en la ocurrencia, afectación y capacidad de respuesta ante la presencia de procesos perturbadores.

Entre otras variables se destacan las familias monoparentales y disfuncionales; el rompimiento en la secuencia de estructura por edad en las familias, la baja y deficiente escolaridad, problemas asociados con salud y nutrición, la desigualdad económica y social y la carencia de sistemas de protección civil preparados entre otras.

III. ANTECEDENTES

A partir de diferentes sucesos que han generado daños así como pérdidas humanas y económicas en diferentes partes del mundo, se ha investigado cómo generar y mantener estrategias de seguridad en diferentes ámbitos (Delgadillo, 1996).

El mismo autor establece que en los estudios sobre desastres naturales, se destaca el impacto que estos suelen tener hacia los asentamientos humanos, dejando en su mayoría un panorama devastador, obteniendo indicadores como; heridos, damnificados, viviendas dañadas o destruidas y cuantiosas pérdidas económicas; razón por la cual se vio la necesidad de instrumentar acciones a nivel internacional para atender situaciones de desastre, creándose así en 1972 la Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en Caso de Desastre, por sus siglas en inglés UNDRR.

Dos años después la ONU designó el “Decenio Internacional para la Reducción de Desastres”, solicitando a todos los gobiernos del mundo que realicen un esfuerzo extraordinario para poner en marcha investigaciones multidisciplinarias en colaboración entre las naciones, encaminadas a estudiar las causas, reducir los daños y si es posible, predecir la ocurrencia de las catástrofes naturales (Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima, 2004).

Con base en la propuesta de Naciones Unidas y en las necesidades internas de diferentes países se han desarrollado diferentes modelos teóricos y conceptuales que plantean diferentes posturas ante el estudio sistemático y la comprensión de los riesgos.

Por su parte, las metodologías y puntos de vista que se asocian con el estudio de los riesgos desde la perspectiva geográfica muestran dos tendencias básicas:

- La anglosajona que se centra en lograr un estudio de la relación entre el hombre y el medio ambiente. Los geógrafos Gilbert White, Ian Burton y Robert Kates (1964; en Calvo, 1984) concuerdan en que los riesgos representan la situación resultante de la exposición de la población a un medio peligroso; asimismo se interesan en conocer los procesos que en un momento dado pueden generar daños a la sociedad, así como por localizar y determinar la distribución espacial de éstos.

La tendencia francesa por su parte, se basa en dos aspectos que determinan si una región es más o menos dañada por un desastre natural: el número de habitantes y el nivel económico de los mismos.

- Según Tricart (1982), los geógrafos franceses abordan la cuestión de los riesgos como resultado de la relación estímulo-respuesta del medio social ante su medio físico, responsable de las víctimas y los daños: mientras que Foucher (1982) considera que la Geografía humana de los riesgos debe basarse en dos aspectos fundamentales: la aprehensión histórica de los catástrofes acontecidos en un lugar basado en la localización del lugar afectado, la identificación de los eventos y el número de víctimas y daños económicos, y en el análisis de los riesgos que incluye la definición de las zonas de riesgo, de acuerdo con la peligrosidad.

Para el caso de nuestro país, fue hasta después de los sismos de 1985, cuando el Gobierno Federal creó el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), para prevenir y mitigar desastres naturales y antropogénicos (Toscana, 2006), y en 1988 con el propósito de apoyar a este organismo y coordinar acciones en los ámbitos municipal, estatal y federal fue creado el CENAPRED.

Este órgano cuenta con personal académico impulsado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que se dedica a la investigación y desarrollo en prevención de desastres. El enfoque del trabajo tiende al estudio técnico en el cual se analizan riesgos que han sido previamente reconocidos por la ciencia, las posibles consecuencias en términos de intensidad y extensión; y por último, promueve recomendaciones para la población según el tipo de riesgo al que está expuesta.

Y en el ámbito estatal se han creado diferentes direcciones generales de protección civil, las cuales definen la pertinencia como el conjunto de acciones que dan respuestas a las demandas de seguridad colectiva ante la existencia o actualización de riesgos, es una actividad que integra a las dependencias, organismos y entidades del sector público en tres ámbitos: federal, estatal y municipal y a los sectores social y privado en el objetivo común de proteger y salvaguardar a la comunidad (Gobierno del Estado de México, 1994).

Por último, el Grupo de investigación interdisciplinaria sobre desastre posee un esquema de trabajo en el que se basan los investigadores, es el estudio de la relación causa-efecto propuesta por Gelman y Sierra (1985; en Rojas, 1988).

El enfoque en el que se fundamenta este grupo se basa en la interacción del sistema perturbador y el sistema afectable; entendida esta como una relación recíproca.

Para determinar la vulnerabilidad de los sistemas, este grupo ha desarrollado métodos matemáticos; y para determinar las medidas de prevención o mitigación y restauración en caso de daño, requiere de conocer la mecánica del sistema perturbador (origen, frecuencia en el tiempo, localización en el espacio, magnitud y daños), distinguir y entender el funcionamiento de los sistemas involucrados, y por último correlacionarlos con el fin de elaborar pronósticos confiables que permitan planear las actividades antes y después de un desastre.

IV. LA TERMINOLOGÍA DEL RIESGO

Se pueden citar numerosas definiciones de riesgos y desastres, pero sin lugar a duda cada una se encuentra orientada de acuerdo con la ciencia que la aborda o bien, la connotación puede variar según la línea teórica de la persona que la define.

Con el fin de evitar inconsistencias y confusiones, en 1972 por iniciativa de la UNESCO se llevó a cabo una reunión de expertos sobre el estudio estadístico de los riesgos naturales (Foumier, 1979). En ésta se elaboró una ecuación conceptual que incluye tres elementos: peligrosidad, valor y vulnerabilidad. La interpretación de la ecuación considera las siguientes ideas:

- la peligrosidad estudia la agresividad del proceso en términos absolutos, es decir, su magnitud física, su ocurrencia y su cobertura espacial, sin considerar aun su afectación al entorno cultural;
- el valor estima cuantitativamente la susceptibilidad al daño y/o pérdida de vidas humanas, infraestructura y capacidad productiva por los efectos destructivos del fenómeno, dándole al estudio de la peligrosidad un carácter aplicado;
- la vulnerabilidad considera las posibilidades técnicas y económicas de prever o mitigar los varios efectos destructivos del proceso y la capacidad de la propia naturaleza para absorber el avance del mismo. Por lo tanto permite evaluar los grados de exposición de las zonas ocupadas por grupos humanos susceptibles de ser afectados por el proceso.

La unión de los dos niveles (perceptivo y aplicado) se desarrolla más allá de los componentes de enlace. Es el resultado de sensibilizar las apreciaciones científicas; de convertir algo abstracto en algo intangible. Es una integración que define los límites y alcances de los estudios geográficos sobre riesgos naturales porque los ubica en un contexto real.

Algunos autores han decidido hacer estudios de riesgo desde una perspectiva integradora; por ejemplo Macías, (1994) establece que en el caso de los desastres provocados por fenómenos naturales, se puede apreciar una conexión clara entre la naturaleza y la sociedad, afirmando con esto que una situación de desastre se suscribe como una manifestación de fuerzas de la naturaleza que induce condiciones críticas de corto mediano y largo plazo hacia las estructuras sociales.

Sin embargo y a pesar de los esfuerzos orientados en el proceso de unificación de criterios, aun existen diferencias teórico-conceptuales de cómo entender el riesgo, por lo que, hoy en día se distinguen dos grupos enfocados a resolver la problemática de la terminología.

Con base en esta idea, Toscana (2006) define que el primero de ellos está integrado por la ingeniería, la geofísica, la geología, la geografía física, la economía, la medicina, la epidemiología y la psicología. Así, los objetivos de investigación, se centran en identificar los riesgos y sus causas, construir modelos de predicción de respuesta ante el riesgo, proponer medidas de mitigación y elaborar mapas; mientras que el segundo, se encuentra integrado por las ciencias políticas, la sociología, la antropología y la geografía humana; ciencias que sostienen la idea de que los riesgos son construcciones sociales que dependen de factores socioculturales vinculados a estructuras sociales.

V. PROPUESTA CONCEPTUAL

De acuerdo con las ideas anteriores y al encontramos aún en un marco conceptual que divaga entre diferentes posturas teóricas y de aplicación, se ha diseñado un

concepto de riesgo desde una perspectiva conceptual que retoma las mejores ideas propuestas hasta el momento por diferentes autores.

De esta manera, el concepto de riesgo que se integra por la suma e integración de cuatro variables básicas, las cuales son:

- Geosistema perturbador (GP)
- Vulnerabilidad espacial (VE)
- Vulnerabilidad global (VG)
- Capacidad técnico-científica (CR)
 - Cr₁ = Capacidad de respuesta ante el GP
 - Cr₂ = Capacidad de respuesta ante la VE
 - Cr₃ = Capacidad de respuesta ante la VG

La integración (R) de de estas se expresa en la siguiente ecuación:

$$R = \frac{GP}{CR_1} + \frac{VE}{CR_2} + \frac{VG}{CR_3}$$

Una de las razones que fundamentan la propuesta, corresponde al sistema complejo que multiplica los efectos encadenados del geosistema perturbador y que incide de forma directa en la resiliencia y desarrollo de efectos encadenados que a su vez generan problemáticas específicas.

La siguiente figura de cuenta de este tipo de relaciones perjudiciales en un ecosistema afectado. Se observa en ésta el geosistema disparador seguido de algunos encadenados y la serie de consecuencias que trae cada uno de ellos, considerando que éstas aún pueden multiplicarse.

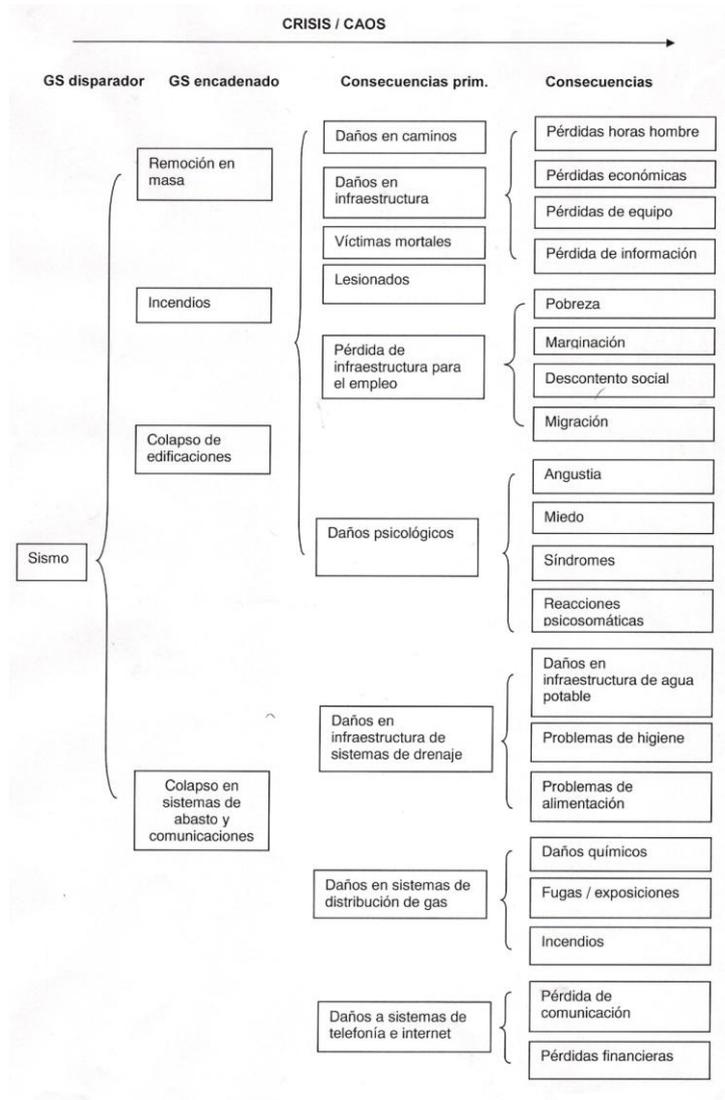
V.1. Geosistema perturbador

Palacio (1995) lo define como el estudio específico de todos los procesos de origen natural, social o mixto que generan cambios en el funcionamiento de un territorio.

Estos se definen como la ocurrencia de procesos de origen físico y antrópico que modifican al espacio en el cual se desenvuelven de forma súbita y con diferentes patrones de comportamiento temporal y espacial. Ejemplo de ellos son los procesos que se asocian con la dinámica interna y externa de la Tierra tales como los sismos, inundaciones, deslizamientos; así como, los de carácter socioorganizativo, químicos y sanitarios entre otros.

Es importante establecer que éstos de forma común encuentran entre sí, sistemas de enlace que impactan en la forma y el espacio de manifestación de los mismos, y que además, pueden ser calificados de manera cualitativa y cuantitativa.

GRÁFICO 2. GEOSISTEMA DISPARADOR Y SERIE DE CONSECUENCIAS
 (ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR)



El CUADRO 1 muestra el sistema descrito por medio del cual los geosistemas perturbadores manifiestan procesos de enlace, los cuales en ocasiones resultan más perjudiciales que aquellos que les dieron origen.

CUADRO 1. GEOSISTEMAS PERTURBADORES Y SISTEMAS DE ENCADENAMIENTO DE ORIGEN NATURAL ASOCIADOS A LOS RIESGOS (ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR)

Geosistemas perturbadores y sistemas de encadenamiento de origen natural			
Geosistema perturbador	Peligro encadenado 1	Peligro encadenado 2	Ejemplos
Sismos	Rompimiento de tuberías de agua	Aumento de infecciones	Sismo del 19 y 20 de septiembre en la ciudad de México, 1985
Fallas activas	Sismo	Caída de bloques de roca en zonas escarpadas	Movimiento de la falla de Acambay, Estado de México, 1912
Erupciones volcánicas	Lluvias torrenciales	Desarrollo de fan-glomerados	Erupción del volcán Santa Elena, 1980
Hundimientos y agrietamientos	Rompimiento de tuberías de agua y gas	Explosiones	San Pedro Totoltepec, Estado de México, 1999
Sedimentación acelerada	Sepultura de comunidades vegetales	Pérdida de biodiversidad	Llanuras de Tabasco, tiempo presente
Erosión acelerada	Pérdida de territorio	Afloramiento de tuberías y estructuras de construcciones	Delta de los ríos Balsas y San Pedro en Michoacán y Tabasco respectivamente
Remoción en masa	Destrucción de casas y caminos	Pérdidas económicas y de vidas humanas	Pijijiapan, Oaxaca, 1989
Subsidencia	Inestabilidad de suelos	Inundaciones	Curso bajo del río Lerma, tiempo presente
Inundaciones	Obturación de vías de comunicación	Pérdidas económicas	Ciudad de Villahermosa, 2007 y tiempo presente
Avenidas	Destrucción de vertientes	Inundaciones	Arroyo el Zaguán, Nevado de Toluca, en diferentes ocasiones
Ciclones	Inundaciones	Daños a equipo e infraestructura	Huracanes Paulina, Roxane y Wilma entre otros
Sequías	Incendios	Contaminación atmosférica	Bosques del Estado de México y Michoacán, 1997
Granizadas	Destrucción de cultivos	Pérdidas económicas	Campos de cultivo del Bajío
Nevadas	Obturación de vías de comunicación	Accidentes en vías de comunicación	Proceso frecuente en Europa y Canadá en la última década
Tornados	Destrucción de infraestructura	Pérdidas económicas	Proceso frecuente en Wyoming y Kansas

V.2 Vulnerabilidad espacial

Corresponde a la valoración económica, social, política y administrativa entre otras variables de un territorio susceptible a la ocurrencia de un geosistema perturbador.

Es decir, refiere a las características físicas, del espacio en el cual se manifiestan los procesos perturbadores, éste define el “sobre” o “que es lo que se afecta de manera puntual al ocurrir un proceso perturbador”; tal como: casas, campos de cultivo, bases militares y diversos espacios con un determinado uso de suelo. En este tipo de vulnerabilidad se clasifica el espacio de acuerdo con los atributos sociales y económicos que posee.

La parte social comprende al número de personas que pueden ser afectadas de manera directa o que se localizan sobre o, en las proximidades de las zonas de catástrofe y que por tanto son sujetas a ser perturbadas; mientras que parte económica refiere al valor económico de los socioespacios afectados, que se manifiesta desde el punto de vista catastral, de construcción o productivo; asimismo puede integrar el valor histórico, cultural, religioso, administrativo, arqueológico, natural o endémico entre otros.

La valoración de la complejidad tiende a ser compleja debido entre otras cosas a la diversidad conceptual y operativa de la misma, ejemplo de ello son las referencias de distintos autores como los que se presentan a continuación:

- Alexander (2000): explica un círculo vicioso, en el que interactúan procesos de diferentes tipos y escalas, en especial políticos (corrupción y negligencia) relacionados con la localización de los asentamientos;
- Bolin y Stanfrd (1999): consideran como causas: la localización de los asentamientos, el grado de exposición al peligro, la capacidad de la gente de adaptarse a su medio, preparación de la comunidad y la habilidad de las estructuras políticas para organizar y prever recursos durante el desastre;
- Cuny (1993) y Wiljkman y Timberlake (1984): notaron que la distribución de los desastres depende de la pobreza y desigualdad, de la degradación ambiental y del rápido crecimiento demográfico;
- Di John (2001): ha observado que las deficiencias institucionales en los procesos de urbanización, producen un aumento de la vulnerabilidad ante los desastres, proporcional a sus efectos devastadores;
- Ermoliev et. al. (2000): retoman las diversas perspectivas ya mencionadas sobre vulnerabilidad y propone distinguir la vulnerabilidad en ex ante y ex post- son producto de las acciones de diversos agentes, que ocupan en un entramado institucional reglas y normas que articulan y organizan la interacción de las personas en sociedad;

- Fothergrill (1996): considera que las mujeres son más vulnerables a los desastres, por varias razones entre ellas: tienen menos posibilidad de movilidad, la pobreza es mayor en hogares con jefatura femenina, y no se van de sus hogares hasta que no esté la familia completa;
- Maskrey (1994): distingue variables económicas, sociales, culturales e institucionales para medir el nivel de vulnerabilidad;
- Nilsson *et.al.*, (2001): consideran que la vulnerabilidad es la suma o resultado del riesgo y la habilidad de la comunidad para superar las situaciones emergentes, internas y externas, así como para controlar las situaciones externas que produce en un tiempo dado;
- Oliver-Smith y Bankoff (1999, 2003-2004): rescatan el valor del conocimiento del espacio que con el tiempo se va acumulando y las consecuencias que aparecen cuando se carece de este conocimiento y se subestima o ignora el potencial peligroso del espacio;
- Wilches-Chaux (1993): define diferentes ángulos: física, técnica, económica, social, cultural, política, institucional, educativa e ideológica; para facilitar su identificación y estudio.

V.3 Vulnerabilidad global

Se integra por la valoración paramétrica de los elementos propuestos por Wilches-Chaux (1993) y se encuentra constituida por elementos como la cultura, la educación, la política entre otros.

Ésta se conceptualiza este término como a todas aquellas variables que en distinta proporción coadyuvan o frenan los efectos y pérdidas que traen consigo los subsistemas perturbadores.

Este tipo de vulnerabilidad es difícil de cuantificar debido a la complejidad de las variables que la conforman y a los problemas que éstas presentan para cuantificarse; y los relacionados con la fluidez y los sistemas de comunicación de las instituciones que poseen la información.

Por último, la capacidad de respuesta refiere a la valoración de aspectos científicos, técnicos, sociales, políticos y sectoriales que pueden amortiguar o aminorar los efectos generados por los geosistemas perturbadores. Esta representa los elementos que proporcionan información, investigación y tecnología adecuada para mitigar, controlar o eliminar el origen y/o efectos de los peligros que se desarrollan sobre los espacios.

Un ejemplo de ellas se muestran en la siguiente figura que representa la concurrencia y la pertinencia de la legislación de desarrollo urbano y potación civil en el Estado de México.

**GRAFICO 3. MATRIZ DE RELACIÓN ENTRE LA LEGISLACIÓN DE DESARROLLO URBANO
 Y POTACIÓN CIVIL EN EL ESTADO DE MÉXICO (ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR)**

REGLAMENTO DEL LIBRO QUINTO DEL CÓDIGO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE MÉXICO VERSUS LEY GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL											
	Orden público	Regular el sistema de protección civil	Regula el funcionamiento de servicios y equipamiento	Participación de los 3 niveles de gobierno	Prevención para evitar impacto destructivo	Participación de dependencias	Origen de recursos económicos	Cap. IV Promoción de cultura de P. Civil	Cap. VI Grupos voluntarios	Cap. X Campañas de capacitación	Clasificación del territorio de acuerdo con riesgos
Orden público	E	C	E	E	C			C	C	C	D
Reglamento del libro 5º		A									
Servicios y equipamiento			E								
Participación de los 3 niveles de gobierno				E							
Regula aut. de construcción	A										
Intervención de la fuerza pública	A										
Participación social	A										
Participación de dependencias							E				
Elementos de los planes de desarrollo						E					
Clas. del territorio para su ocup. y ord.											E
Autorización de conjuntos urbanos	A										
Reglamentos de obras de urbanización	B										
Reglamento de obras de equipamiento	B										

Como podrá advertirse, dentro de la matriz existen superficies sin información; ello representa las lagunas legales que favorecen condiciones para el desarrollo de procesos relacionados con el riesgo; y aunque en algunos espacios existe información; ello no garantiza que las leyes coadyuven en la prevención, mitigación y recuperación.

VI. METODOLOGÍA

A continuación se presentan los criterios esenciales que se considera pertinente emplear para realizarla valoración de cada una de las variables propuestas.

VI.1. Cálculo del geosistema perturbador

De acuerdo con los conceptos vertidos por Palacio (1995), para determinarlo es necesario analizar la Génesis y comportamiento del proceso, de acuerdo a las condiciones del terreno y a la consistencia del material, basado en la consulta bibliográfica; la Magnitud física, considerada como la medida del tamaño del proceso de acuerdo a la energía que se libera; la Intensidad entendida como la fuerza con que se presenta determinado proceso natural en un sitio; el Análisis temporal de acuerdo a

las condiciones del lugar determinando así la frecuencia del proceso; el Modo de desplazamiento (movimiento y estado físico de la materia); la Expresión territorial (tránsito) y la Estructura geosistémica.

De este modo la estimación de la peligrosidad se obtiene mediante la generación de un cuadro sintético que contiene la descripción de los rubros anteriores, asignándole valores cualitativos y cuantitativos, obteniendo el promedio de los datos cuantitativos y asignando el valor a la peligrosidad.

La evaluación de cada una de las variables, en lo consecutivo, se realiza asignando valores entre los rangos de 0 a 1 entendiéndose que el valor medio es 0.5; en este sentido, el más acercado a uno (0.99) es el valor alto y el más alejado de uno (0.01) representa el valor mínimo; modificado de la metodología propuesta por el CENAPRED (2004).

El siguiente cuadro presenta un concentrado retomado del trabajo de Pérez (2008) con el cual se validó parte de la metodología propuesta.

CUADRO 2. EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD, 2004.
ELABORADO CON BASE EN LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR CENAPRED 2004

Descripción física	Condición de peligro	Valor asignado
Existen las condiciones propicias para la generación del proceso y se presentan de forma constante	Muy alto	0.99
Existen las condiciones propicias para la generación del proceso y se presentan de forma variable	Alto	0.75
Existen condiciones mínimas para la generación del proceso	Medio	0.5
Se pueden generar las condiciones propicias para la generación del proceso	Bajo	0.25
No existen las condiciones propicias para la generación del proceso	Muy bajo	0.01

A continuación se presenta una matriz de geosistemas basada en la perspectiva sistémica del geosistema perturbador. La información que se representa en éste refiere a un torrente en el Nevado de Toluca en la cuenca del río Verdiguél:

CUADRO 3. REGISTRO DE CARACTERÍSTICAS SISTÉMICAS DE UN GEOSISTEMA PERTURBADOR
 (ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR)

Características sistémicas		Evidencias
Límites		A partir del parteaguas, lecho de crecidas máximas y cono de deyección.
Entrada	Materia	Precipitación extraordinaria
	Energía	Caída de 350 mm
	Información	Tiempo de precipitación 90 minutos
Salida	Materia	Escorrentía fluvial en cauce de corta longitud
	Energía	Flujos torrenciales de alta concentración
	Información	Velocidad de salida aproximada de 3m/s
Transformación de energía	Física	Liberación de energía cinética de forma súbita
	Química	No se observa
Transformación de materia		Fragmentación de la carga
Estado homeostático		Se logra entre 16 y 48 horas después de ocurrido el evento
Autorregulación (variaciones)	Entradas y salidas	Salida violenta del flujo de agua que impide desbordamiento en cuenca alta y media
	Materia contenida	Aumento súbito del volumen de agua en el sistema; inundación en curso bajo
Rompimiento de autorregulación		No se observa

VI.2 *Cálculo de la Vulnerabilidad espacial*

La tipología del subsistema expuesto se obtiene con los siguientes elementos:

- descripción Socioeconómica de la comunidad, de forma detallada para la identificación y valuación del potencial humano;
- descripción del medio ambiente natural, obteniendo el valor biótico y valor funcional de los recursos;

- descripción del medio ambiente transformado, enfocado a conocer el valor económico y el desarrollo de actividades económicas, agrícola, ganadera, comercial entre otras.

La primera parte de la metodología consiste en realizar un diagnóstico previo de los tipos de sociosistemas afectables como se presentan en el CUADRO 4, el cual refiere al Cerro de Coatepec en Ciudad Universitaria en Toluca, Estado de México.

CUADRO 4. REGISTRO PRELIMINAR DEL SUBSISTEMA AFECTABLE
(ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR)

Subsistema socioafectable	Presencia	Porcentaje de ocupación	Valor
Agrícola	No	0.0	0.0
Forestal	No	0.0	0.0
Ganadero	No	0.0	0.0
Población	Si	70.6	0.8
Cultural	Si	30.6	1.0
Educativo	Si	70.6	0.9
Histórico	Si	12.0	0.3

Las condiciones de vulnerabilidad de los elementos considerados se definen de manera cualitativa y cuantitativa, de acuerdo con la aplicación de la metodología propuesta por el CENAPRED 2006 en la cual se utilizan diferentes tipos de indicadores como los de población, salud, educación, vivienda y empleo entre otros.

El CUADRO 5 presenta los valores establecidos para indicadores de educación.

VI.3. *Cálculo de la vulnerabilidad global*

Después de analizar y realizar ciertos balances para cada uno de los ángulos que integran la vulnerabilidad global se determina mediante una matriz sintética la condición de vulnerabilidad existente, a partir de la cual se asigna el valor promedio.

Para poder llenar el CUADRO 6, el primer paso requerido se centra en establecer las variables que generan o inhiben el impacto de un geosistema perturbador. En el CUADRO 7 se ejemplifica esta primera valoración obtenida en un estudio en el municipio de Acambay, en el Estado de México.

Por último (CUADRO 8), se realiza una estimación paramétrica en donde el valor igual o próximo a 0.0 indica que la variable a pesar de estar presente, no posee

un peso determinante que coadyuve a incrementar la vulnerabilidad; toda vez que el valor de 1.0 indica las condiciones contrarias. Los valores mostrados fueron obtenidos a través de trabajo de campo y por medio de encuestas en la población de Tixmadejé en el municipio de Acambay, Estado de México.

CUADRO 5. INDICADORES DE POBLACIÓN, MODIFICADO DE CENAPRED 2006

Indicador	Variable	Intervalos	Condición de vulnerabilidad	Valor
Educación	<i>Porcentaje de analfabetismo</i>	De 1.07 a 15.85	Muy bajo	0.01
		De 15.86 a 30.63	Bajo	0.25
		De 30.64 a 45.41	Medio	0.5
		De 45.42 a 60.19	Alto	0.75
		60.20 ó más	Muy alto	0.99
	<i>Porcentaje de la demanda en educación básica</i>	De 42.72 a 54.17	Muy alto	0.99
		De 54.18 a 65.62	Alto	0.75
		De 65.63 a 77.07	Medio	0.5
		De 77.08 a 88.52	Bajo	0.25
<i>Grado Promedio de Escolaridad</i>	88.53 ó más	Muy bajo	0.01	
	De 1 a 3.2	Muy alto	0.99	
	De 3.3 a 5.4	Alto	0.75	
	De 5.5 a 7.6	Medio	0.5	
	De 7.7 a 9.8	Bajo	0.25	
	De 9.9 a más	Muy bajo	0.01	

CUADRO 6. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD GLOBAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, CON BASE EN LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR CENAPRED 2006

Interacción de condiciones internas y externas	Condición de vulnerabilidad global	Valor asignado
Las condiciones tanto internas como externas incrementan el grado de vulnerabilidad	Muy alta	0.99
Existen condiciones que disminuyan la vulnerabilidad y otras que la incrementen	Media	0.5
Las condiciones internas y externas permiten disminuir el nivel de vulnerabilidad	Muy baja	0.01

CUADRO 7. CARACTERIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD GLOBAL
 A PARTIR DE INDICADORES GENERALES (ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR)

Factor	Variable	Agrava	Reduce	No diferenciado
Sistema preventivo	Sistemas de detección	x		
	Sistemas de alarma	x		
	Atención sanitaria			x
Legislación	Normas ambientales			
	Normas de construcción	x		
	Desarrollo urbano	x		
	Protección civil		x	
Condiciones ambientales	Desarrollo ecológicamente sostenible			x
	Explotación de los recursos	x		
Educación	Desarrollo educativo (nivel académico)	x		
	Comprensión de los riesgos	x		
	Comprensión de amenazas	x		
Procesos sociales	Edad de la población	x		
	Tipo de familias dominantes	x		
	Estructura familiar dominante			x
	Tasas de natalidad			x
Procesos económicos	Urbanización			x
	Migraciones		x	
	Industrialización		x	
	Marginación	x		
	Pobreza	x		
	Dependencia económica	x		
Tecnología	Dependencia	x		
	Construcción	x		
	Infraestructura caduca	x		
	Mantenimiento			x

CUADRO 8. CUADRO DE EVALUACIÓN PARAMÉTRICA DE LA VULNERABILIDAD GLOBAL
 (ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR)

Vulnerabilidad global	Existencia	Calificación	Sistemas de conexión o encadenamiento
De origen	Si	0.9	Se relaciona con caída de bloques
Progresiva	Si	0.1	La infraestructura es caduca
Localizacional	Si	0.9	Se relaciona con caída de bloques
Económica	Si	0.6	Se destaca la marginación y pobreza
Política	Si	1.0	Los grupos de poder adolecen de conocimientos básicos
Ideológica	No	0.0	No se encontraron evidencias
Cultural	No	0.0	No se encontraron evidencias
Educativa	Si	1.0	No existen programas ni personal docente preparado
Ecológica	Si	0.6	Se observa degradación del componente
Institucional	Si	0.3	El gobierno no considera prioridad
Religiosa	No	0.0	No se encontraron evidencias
Técnica	Si	0.3	La infraestructura no está diseñada vs. Procesos de remoción y sismicidad
Otro tipo	–	–	

VI.4 Cálculo de la capacidad de respuesta

Se consideran los programas, acciones y herramientas de mitigación, de carácter técnico y científico implementadas para la reducción o modificación de las tres variables anteriores; geosistema perturbador, vulnerabilidad espacial y vulnerabilidad global, o la preparación de una población ante un evento de desastre.

La valoración de la Cr se realiza a través de la aplicación de encuestas en donde las respuestas afirmativas eran valoradas con 0.99 puntos y las negativas con 0.01.

En el cuadro siguiente se muestra un ejemplo de aplicación desarrollado en el trabajo de Pérez (2008) y la propuesta de CENAPRED de 2006, en donde fueron encuestadas 60 viviendas de una comunidad localizada en el Volcán de Fuego de Colima que está amenazada por la ocurrencia de lahares.

CUADRO 9. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESPUESTA (ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR)

Pregunta	Respuesta
¿El estado cuenta con una institución encargada de realizar investigaciones vulcanológicas y llevar a cabo un monitoreo volcánico?	0.99
¿Cuentan con acervos de información históricos de desastres anteriores y las acciones que han llevado a cabo para atenderlos?	0.99
¿Cuentan con información actualizada sobre la actividad del volcán de fuego de Colima y con instrumentos para el monitoreo?	0.99
¿Se tiene conocimiento de la formación y origen de lahares y se realizan proyectos de investigación referentes al mismo?	0.99
¿Cuenta con mapas de peligrosidad, para los diferentes procesos que se presentan a causa de la actividad volcánica?	0.01
¿Elaboran documentos para difundir la información científica como trípticos o folletos?	0.99
¿Cuentan con un sistema de alarma para identificar el nivel de disparo del proceso de lahares?	0.01
¿Se realizan estudios específicos sobre las comunidades en estado de peligro?	0.99

El proceso de integración de resultados consiste en evaluar cada una de las variables que componen el riesgo, mediante los elementos analizados, de forma que se sustituyen los valores cuantitativos obtenidos para cada una de las variables dentro de la fórmula citada, llegando así a un sólo valor que designe la situación de riesgo que presenta la comunidad de la Becerrera en el municipio de Comala, resaltando las características que manifiestan rezago y sobre las que se recomienda enfatizar.

VII. CONCLUSIONES

La metodología propuesta y la concepción teórica conceptual utilizada para la evaluación de riesgos ha sido aplicada de manera experimental en diferentes casos de estudio en territorio perteneciente a los estados de México y Colima respectivamente.

Los resultados obtenidos hasta este momento han permitido entender y calificar de manera objetiva diferentes territorios que presentan geosistemas diferentes y condiciones de vulnerabilidad espacial y global particulares.

Cabe hacer la aclaración que la instrumentación de esta metodología solamente puede aplicarse en ámbitos locales, lo que brinda una oportunidad para el estudio sistemático del riesgo.

Con la información obtenida, además de difundirla y ponerla a disposición de las autoridades y la población, es posible acceder a las acciones que propone Gelman y Macías (1983; Rojas, 1988):

- prevención y mitigación, son acciones que requieren de una asidua evaluación geomorfológica que sienta las bases de la dinámica del relieve y de la zonificación del territorio en áreas de diferente estabilidad de vertientes;
- pronósticos de tipos, intensidades y posibles daños provocados por riesgos naturales;
- pronósticos en zonas que por sus condiciones físicas son potenciales para desarrollar riesgos naturales;
- rescate y reconstrucción, acciones posteriores al riesgo, es decir, se realizan cuando el riesgo se ha traducido a su vez en desastre natural y por lo tanto, la solución directa al problema depende de esfuerzos no geomorfológicos.

Por último, se considera que el análisis del riesgo desde la perspectiva planteada no sólo cumple con los objetivos de la metodología establecida por la legislación vigente en ordenamiento territorial, sino que ésta fundamenta la tercera fase de prospección indicando áreas con potencialidad sujetas a diferentes tipos de riesgo.

Asimismo, los resultados deben ser contrastados como parte de la problemática y caracterización de uso de suelo que fundamenta la propuesta formal de las unidades de gestión ambiental y de las políticas correspondientes al ordenamiento del territorio.

BIBLIOGRAFÍA

Alexander D., (2000), *Confronting catastrophe. New perspectives on natural disasters*, Oxford University Press, New York.

Burton y Kates, (1964), "La geografía de los riesgos", *Geocrítica Internacional*, No. 54 (noviembre), Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Barcelona, España.

Calvo F., (1984), "La geografía de los riesgos", *Geocrítica Internacional*, No. 54 (noviembre), Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Barcelona, España.

Centro Nacional de Prevención de Desastres, (2004), *Guía básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*, Serie Atlas Nacional de Riesgos, México.

Centro Nacional de Prevención de Desastres, (2006), *Guía básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. Evaluación de la vulnerabilidad física y social*. Serie Atlas Nacional de Riesgos, México.

Cuny F., (1983), *Disasters and development*, Oxford, Oxford University Press, New York.

Delgadillo Macías, J. (coordinador), (1996), *Desastres naturales, aspectos sociales para su prevención y tratamiento en México*. Universidad Nacional Autónoma de México, coordinación de humanidades, Instituto de Investigaciones Económicas, Centro de Ciencias de Sinaloa, Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Historia, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Sistema de Investigación del Mar de Cortés, México.

Di John J., (2001), *An Institutional Political Economy Perspective of risk and Vulnerability*, Joint World Bank/Columbia University Workshop, Lamont Doherty Earth Observatory, New York.

Ermoliev Y., Ermolieva T., MacDonald G. y Norkin V., (2000), *Catastrophic risk management and economic growth*, Luxemburg International Institute for Applied Systems Analyses.

Foucher, M., (1982), *Riesgo gravitacional en el Barrio de Guadalupe, Valle de Bravo*. Tesis de Licenciatura en Geografía, Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Fournier M., (1979), "Objetives of volcanic monitoring and prediction", *Journal of Geology Society*. Vol. 136. Great Britain, London.

Fothergrill A., (1996), "Gender, risk and disaster", *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, Vol. 14, No. 1.

Gelman y Sierra, (1985), "*Antología sobre riesgos geológico-geomorfológicos*" en Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, Compilación de lecturas, Diplomado en Riesgos Naturales, 1994. México.

Gobierno del Estado de México, (1994), *Ley y reglamento de protección Civil del Estado de México*, Facsimilar, México.

Luhmann N., (1996), "La modernidad 'contingente'", en Josexto Beriain (comp.), *Las consecuencias perversas de la modernidad*, Anthropos, España.

Luhmann N., (1998), *Sociología del Riesgo*, TRIANA, Universidad Iberoamericana, México.

Macías, J. M., (1994), "Perspectivas de los estudios sobre desastres en México", en García Acosta V. (coord.), *Estudios históricos sobre desastres naturales en México*, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, México, pp. 63-75.

Maskrey A. y Romero G., (1986), *Urbanización y vulnerabilidad sistémica en Lima Metropolitana*, Predes, Perú.

Maskrey A., (1994), "Comunidad y desastres en América Latina: estrategias de intervención", en Allan Lavell (comp.), *Viviendo en riesgo. Comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*, La Red-Flacso-Cepredenac, Colombia.

Nilsson J.; Mangunson S.; Hallin P. y Lepton B., (2001), *Vulnerability Analysis and Auditing of Municipalities*, Lund University, Lucram.

Observatorio vulcanológico de la Universidad de Colima (2004), http://www.ucol.mx/volcán/historia_observatorio.htm.

Oliver-Smith A., (1999), *Peru's Five Hundred Years Earthquake. Vulnerability in Historic Context. The Angry Earth. Disaster in Anthropological Perspective*, New York.

Palacio G., (1995), *Ensayo metodológico geosistémico para el estudio de los riesgos naturales*, Tesis de Maestría en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Pérez A., (2007), *Evaluación de riesgo en la comunidad La Becerrera, municipio de Comala, ante la presencia de lahares del volcán de Fuego en el Estado de Colima*, Tesis de Licenciatura, Facultad de Geografía UAEM.

Rojas I., (1988), *Proposición metodológica para el análisis de la Geografía del Riesgo*, Universidad Autónoma del Estado de México, México.

Ruiz Y., (1999), *Riesgo gravitacional en el Barrio de Guadalupe, Valle de Bravo*, Tesis de Licenciatura en Geografía, Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. México.

Toscana A., (2006), *Los paisajes del desastre*, Tesis de Doctorado en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Tricart J., (1982), *"Antología sobre riesgos geológico-geomorfológicos" en Facultad de Geografía*, Universidad Autónoma del Estado de México, compilación de lecturas, Diplomado en Riesgos Naturales, 1994, México.

White G., (1978), *"Antología sobre geológico-geomorfológicos" en Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México*, compilación de lecturas, Diplomado en Riesgos Naturales, 1994. México.

Wilches-Chaux G. (1993). "La vulnerabilidad global" en Andrew Maskrey (comp.), *Los desastres no son naturales*, Tercer Mundo Editores, Colombia.

Wiljkman A. y Timberlake L., (1984), *Natural Disasters Acts of God or Acts of Man*, Earthscan, London and Washington.