

PREVENCIÓN DE RIESGOS NATURALES EN ZONAS URBANAS: UN PROPÓSITO PARA AMÉRICA LATINA

M. Hermelin

U. EAFIT
Medellín-Colombia
hermelin@eafit.edu.co
ICSU. LAC

INTRODUCCIÓN

La geología ambiental, una rama relativamente reciente de la geología aplicada, tiene componentes éticos que no pueden dejar indiferentes a los geólogos y en general a los profesionales y estudiosos de las Ciencias de la Tierra. Al buscar una convivencia equilibrada del hombre con su entorno natural, define las amenazas de origen natural, a menudo reforzadas por la acción antrópica, de las que el hombre se tiene que proteger. Por otra parte establece los límites de explotación de los recursos que permiten sus sostenibilidad, por lo menos en cuanto a los renovables; para el aprovechamiento de los no renovables, fija pautas para su beneficio óptimo y para la preservación correspondiente del entorno natural.

Una de las divisiones de la geología ambiental es la geología urbana, que a pesar de su denominación algo paradójica (¿a quién se le ocurre hacer trabajo geológico en una ciudad?) cobra actualmente una gran importancia en América Latina por varios motivos:

- la proporción de la población de América Latina que vive en ciudades es cada vez mayor e incluye altos porcentajes de familias de muy bajos ingresos que tienden a ocupar áreas expuestas a amenazas naturales.
- el uso óptimo de las áreas urbanas y de las de crecimiento futuro sólo puede lograrse por medio de un análisis previo de las condiciones geológicas y geomorfológicas.
- igualmente la determinación de posibles recursos, como por ejemplo los materiales de construcción o las aguas subterráneas, debe ser parte de la planeación y de la gestión del uso del territorio.

Las grandes ciudades han entendido la importancia de ese tipo de ordenamiento territorial y poseen los recursos que les permiten establecer los mapas detallados especializados necesarios, en los que suelen basar los reglamentos de uso del suelo. Sin embargo las poblaciones menores no tienen dichos recursos, y aunque existan iniciativas como en Colombia los Planes de Ordenamiento Territorial, rara vez los recursos cartográficos que ofrecen los institutos nacionales de investigación tienen una escala adecuada para llevar a cabo la zonificación correspondiente.

El presente trabajo explora esas carencias y plantea la necesidad de buscar soluciones accesibles para que la planeación y el ordenamiento urbano de las poblaciones medias y pequeñas dejen de ser un ejercicio alejado de la realidad del entorno físico, en otras palabras que permita valorar e integrar los recursos y las limitaciones inherentes al suelo y al subsuelo. (Bates 1979)

RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN: LOS MAPAS BÁSICOS (ZONAS URBANAS Y CIRCUNDANTES)

Todo trabajo de planeación territorial requiere mapa. Sin embargo para ser utilizable, ese mapa debe tener una escala adecuada, la que debe fijarse desde el momento en que se levanta, pues pese a lo que todavía creen muchos funcionarios municipales acerca de las ampliadoras manuales, electrónicas o los SIG, el grado de detalle con el que se levanta el mapa se expresa en la escala con la que se elabora y no puede ampliarse arbitrariamente. (William Spengler & Associates, 1976),

FOTOS AÉREAS, IMÁGENES DE SATÉLITES

La obtención de un mapa suele iniciarse con la toma de fotografías aéreas (que ahora pueden ser digitales) o por la adquisición de imágenes de satélite. Las fotografías aéreas son además indispensables para realizar la fotointerpretación del área de estudio desde diferentes aspectos: geológico, geomorfológico, edafológico, ocupación del terreno, etc.

MAPAS TOPOGRÁFICOS

Si el mapa topográfico de una zona urbana va a servir de base para mapas de amenazas, riesgos o planeación urbana debe tener escala 1:2 000 y tener curvas de nivel cada 2 m. Puede trabajarse con mapas 1:5 000 con curvas de nivel cada 5m, con resultados menos satisfactorios. Hay que recordar que el mínimo objeto representable en un mapa con leyenda es un cuadrado de 5 mm de lado, que en un mapa 1:2 000 son 10 m (ahí caben varias fachadas de casas). Para mapas de catastro, en zonas rurales de minifundio suele usarse 1:10 000 y en otras los mapas 1:25 000.

Los métodos actuales de obtención de los mapas topográficos incluyen el levantamiento topográfico en el terreno, la restitución a partir de fotografías aéreas (que ahora pueden ser digitales) y las imágenes de satélite de gran escala. La decisión debe basarse en disponibilidad de fondos y de tiempo, así como de documentos previos.

MAPAS TEMÁTICOS PRIMARIOS PARA ZONAS URBANAS

Son mapas que se obtienen por medio de fotointerpretación y de trabajo de campo utilizando los mapas topográficos.

- **Mapa geológico:** más que un mapa geológico, lo que debe levantarse es un mapa de formaciones superficiales. Los mapas geológicos regionales que suelen publicarse a escala 1:100 000 sólo sirven de indicativo. Ahí deben figurar saprolitos, depósitos aluviales o de vertientes, depósitos volcánicos, rellenos antrópicos, etc. a partir del momento en que tengan una dimensión lineal igual o superior a 10m.

- **Mapa de estructuras:** fallas, diaclasas, buzamientos, pliegues, etc.

- **Mapa de geformas:** en muchos casos son diferentes a los anteriores y resultan ser de mucha utilidad para la clasificación y zonificación posteriores.

- **Mapa de procesos superficiales:** deslizamientos actuales o pasados, con su grado de actividad; evidencias de inundaciones o de avenidas torrenciales; etc.(Seijmonsbergen et al, 1988: Rengers, 1991).

- **Mapa de uso del suelo.**

MAPAS TEMÁTICOS SECUNDARIOS

- Mapas de pendiente

Son muy útiles para determinar la vocación de las áreas urbanizables, pues la pendiente limita el trazado de vías y la instalación de redes de alcantarillado entre otros. Si los mapas topográficos originales están digitalizados se facilita mucho su obtención con un SIG.

- Mapas de amenaza

Si se sigue la definición ya aceptada internacionalmente de amenaza (tipo, magnitud, recurrencia y área afectada), su cartografía puede significar un costo excesivo o requerir información de eventos pasados no disponible. Para cada caso se pueden utilizar métodos distintos que van desde inspección de campo hasta estudios detallados que se resumirán en cada caso.

*** Erosión superficial**

Por observación directa, comparación de fotografías aéreas, aplicación de modelos como la USLE, etc.

*** Movimientos en masa**

Observación directa, comparación de fotos aéreas, evaluación por expertos (métodos heurístico, paramétrico, análisis geomorfológicos, métodos estadísticos o enfoque basado en mecánica de suelos/rocas).

*** Inundaciones y avenidas torrenciales**

Observación directa, fotografías aéreas de distintas épocas, dataciones, datos históricos, método hidrológico-hidráulico (que implica tener registros meteorológicos y limnológicos amplios y disponer además de una cartografía topográfica detallada de la zona expuesta a la amenaza).

*** Erosión costera**

Suele determinarse por extrapolación de datos históricos

*** Huracanes, tempestades, inundaciones costeras**

Se basa en registros históricos

*** Volcanismo**

El estudio del riesgo volcánico está en manos de institutos especializados que deben haber establecido los mapas de amenaza y de riesgo correspondientes y deben hacerse presentes en caso de reactivación volcánica.

*** Sismos**

Debe existir un código sísmico que incluya los mapas de amenaza y la clasificación de todos los municipios. Las ciudades mayores cuentan con mapas de microzonificación sísmica.

*** Tsunamis**

Los mapas de amenaza suelen establecerse a escala nacional

Mapas de vulnerabilidad

Deben establecerse en función de cada amenaza y pueden incluir varios aspectos como edificaciones,, infraestructura, vulnerabilidad social, económica, etc.

Mapa de recursos aprovechables

Materiales de construcción, otros recursos minerales, zonas de recarga de acuíferos, fuentes de agua aprovechables, etc

INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN (MAPAS TERCIARIOS)

A partir del análisis de los mapas de amenaza, de vulnerabilidad y de recursos es posible armar el mapa de geopotencial urbano y periurbano, que básicamente indica los usos posibles o recomendables del terreno. Los títulos a continuación son simples indicativos del contenido:

- Áreas urbanas
 - sin problemas aparentes
 - con problemas que se pueden resolver (riesgo mitigable)
 - que deben desocuparse (áreas de riesgo)

Áreas sin urbanizar

- urbanizables sin restricción aparente
- urbanizables con adecuación
- no urbanizables

En esta última categoría pueden existir áreas con diferentes connotaciones como las que siguen, aunque la lista no sea exhaustiva:

- preservación para fines paisajísticos, ecológicos o recreativos
- destinación para explotación o prevención de recursos naturales (canteras, zonas de infiltración para recarga de acuíferos, etc).
- zonas de intervención (ni urbanizadas ni urbanizables), que requieren tratamiento porque su estado actual, inestabilidad por ejemplo, pone en peligro los habitantes de un área urbanizada cercana, o un recurso natural.

Esta última parte del proceso de cartografía debe ser especialmente cuidadoso ya que implica cierto grado de interpretación por parte del autor del mapa. El contar con mapas primarios y secundarios de buena calidad es indispensable pero no es suficiente en sí para garantizar el paso correcto al siguiente nivel, que requiere experiencia y discernimiento.

DISCUSIÓN

La lista anterior de levantamientos y de análisis parece casi interminable. Sin embargo un profesional con preparación en Ciencias de la Tierra no debería tener mucha dificultad para llevarla a cabo con un mínimo de entrenamiento previo. Para que pueda cumplir su función a cabalidad, la metodología debe sin embargo llenar varios requisitos como los siguientes (Hermelin 1990).

- **Ser confiable.** Eso significa que debe indicarse en cada paso las operaciones realizadas y los métodos empleados. Es una costumbre desafortunada no detallar el proceso de obtención y de análisis de información, a veces con el fin de que no se cuestionen los resultados. Si se reconocen los posibles limitantes encontrados en cada paso se fortalece la validez del documento y su aprovechamiento posterior, y se abre la posibilidad de una crítica positiva.

Sería importante que los servicios geológicos o entidades equivalentes en cada país de América Latina se propusieran establecer las normas para cartografía geológica y geomorfológica detallada. Se obviaría así la ocurrencia de omisiones o confusiones a menudo incurridas de buena fe por parte de los cartógrafos.

Los mapas topográficos detallados siguen siendo la base indispensable para cualquier tipo de la clasificación del terreno. Se debe mantener una vigilancia activa sobre la aparición de nuevas tecnologías que permitan abaratar los costos del método tradicional, la aerofotogrametría, para poner esos documentos al alcance de los usuarios con pocos recursos: fotografía digital, uso del GPS, sistemas de información geográfica, imágenes de radar LIDAR, etc.

- **Ser de obtención rápida y de costos razonables**

La rapidez y los bajos costos deben ser una preocupación permanente en el proceso de mapas de geopotencial. No es indispensable buscar desde un principio métodos refinados para la obtención del mapa de amenazas. Aún si se usan métodos sencillos de inferencia, se puede con base en ellos construir mapas preliminares de riesgos - o simplemente de geopotencial simplificados - que podrán ser refinados a medida que se vayan teniendo recursos para mejorar la evaluación, pero que seguramente permitirán identificar áreas de alto riesgo o de fácil explotación que podrán ser integrados inmediatamente al proceso ordenamiento territorial.

CONCLUSIÓN

El método, aún preliminar, propuesto en este trabajo no pretende ser la panacea para la planificación física urbana en América Latina. Lo novedoso sería que fuera reconocido, reglamentado y utilizado por los servicios geológicos latinoamericanos. Sin embargo experiencias previas realizadas en Colombia en los últimos 25 años muestran que su utilización razonable puede llevar a soluciones válidas susceptibles de mejora con el tiempo. (Hermelin, 1992). Las críticas y aportes que suscite este documento serán bienvenidas por parte del autor.

BIBLIOGRAFÍA

- Bates, Th. F., 1979. Transferring Earth Science Information to Decisionmakers. U S Geological Survey Circular 813, p. 30.
- Hermelin, M., 1992. Medio ambiente y plan de desarrollo municipal. Cámara de Comercio de Medellín, p. 38.
- Hermelin, M., 1990. Bases físicas para los planes de desarrollo de los municipios de Risaralda. *In* AGID Report No 13: Environmental Geology and natural hazards in the Andean Region, p. 269-274.
- Rengers, N., 1991. Large scale engineering geologic mapping in the central Spanish Pyrennees, I T C Journal v. 47 p. 262-268.
- Seijmonsbergen, A. C., van Westen, C. J., Rupke, J. & Krieg, W. 1988. Explanatory notes to the geomorphological, geotechnical and natural hazards maps of the Hintere Bregenzewald (Vlbg. Austria). Alpine

Geomorphology Research Group, Institute for Physical Geography and Soil Science, University of Amsterdam, Voralberger Naturschau (Dornbirn), p. 68.

William Spangler and Associates, F. Beach Leighton and Associates & Baxter, McDonald and Company, 1976. Earth-Science Information in Land-Use Planning _ Guidelines for Earth Scientists and Planners. U S Geological Survey Circular 721, p. 29.