

# Propuesta de zonificación del suelo

para la gestión del riesgo enfocada al ordenamiento territorial

## A proposal for terrain zoning

for risk management focusing on land use definition

Recibido para evaluación: 11 de Octubre de 2010  
Aceptación: 04 de Noviembre de 2010  
Recibido versión final: 10 de Noviembre de 2010

Edier Aristizabal<sup>1</sup>  
Michel Hermelin<sup>2</sup>

### Resumen

El ordenamiento territorial es una herramienta fundamental para una adecuada gestión del riesgo: permite reducir sus escenarios actuales y evitar la construcción de escenarios futuros expuestos a amenazas; debe enfocarse a partir de un conocimiento del riesgo como elemento asociado con el desarrollo de las comunidades y en particular, con la forma como se ocupa y se administra el territorio y sus recursos. La relación desarrollo- desastre es clave y su solución necesariamente requiere una consideración en los esquemas de planificación del desarrollo sectorial, territorial y ambiental. Aunque en los últimos 10 años se ha avanzado considerablemente en esta dirección, existen aún dificultades para una adecuada incorporación de los mapas de amenaza y/o susceptibilidad como elementos estructurales de los planes de ordenamiento, y de aptitud del suelo para el desarrollo de asentamientos humanos y para la determinación de las medidas para reducir, mitigar o prevenir los riesgos en las áreas urbanizadas, rurales y de expansión, así como para orientar los usos o tratamientos más adecuados que se le pueden dar en función de sus características de susceptibilidad ante fenómenos de origen natural. El presente artículo propone dividir el territorio en áreas urbanizadas, entre las cuales están zonas estables para consolidación, zonas potencialmente inestables para intervención y zonas inestables para recuperación; áreas no urbanizadas- urbanizables, las cuales se dividen en zonas con restricciones mínimas y zonas con restricciones considerables, y finalmente áreas no urbanizadas no urbanizables que comprenden zonas estables para la consolidación rural, zonas potencialmente inestables para intervención, y zonas inestables para recuperación y conservación.

**Palabras clave:** ordenamiento territorial, gestión del riesgo, zonificación.

### Abstract

Land use planning is an essential tool for adequate risk management, which reduce its current scenarios and avoids the construction of future ones exposed to hazards; it should be approached from a knowledge of the risk as an element associated with communities development and in particular how they occupy and how they manage territory and their resources. The disaster-development relationship is critical, and its solution requires considering planning schemes of sectorial, environmental and territories development. Although in the past 10 years considerable progress has been made in this direction, there are still difficulties for a proper incorporation of hazard and/or susceptibility maps as structural elements of land use planning and of land use suitability for development of human settlements. It is fundamental to identify measures to reduce, mitigate or eliminate hazards in urbanized, rural and expansion areas, as well as to guide the uses and appropriate treatments which can be given according to their characteristics of susceptibility to natural phenomena. This paper proposes to divide the territory in urbanized areas which are themselves divided into stable areas for building, potentially unstable areas for intervention and unstable areas for recovery; undeveloped areas which could be urbanized, are divided into areas with minimal restrictions and areas with significant restrictions; and finally undeveloped areas not to be used for urbanization, which are divided into stable areas for rural consolidation, potentially instable areas for intervention, and instable areas for recovery and conservation.

**Keywords:** land use planning, risk management, zoning.

---

1. MSc. Equipo Ambiental, Gerencia Producción de Energía, ISAGEN S.A., evaristizabal@isagen.com.co

2. Dr. Profesor Departamento de Geología de la Universidad EAFIT, hermelin@eafit.edu.co

## 1. INTRODUCCIÓN

El ordenamiento territorial es una herramienta fundamental para una adecuada gestión del riesgo, que permite reducir sus escenarios actuales y evitar la generación de escenarios futuros expuestos a amenazas; debe enfocarse a partir de un conocimiento del riesgo como elemento asociado con el desarrollo de las comunidades y en particular con la forma como se ocupa y se administra el territorio y sus recursos (MAVDT, 2005). Considerando la relación entre el desarrollo, la degradación ambiental, la construcción del riesgo y la materialización de los desastres en los países en vía de desarrollo, se ha considerado que el desarrollo sostenible sólo puede lograrse si la prevención y reducción del riesgo son componentes inherentes de la planificación del desarrollo (Lavell, 1999)

La incorporación de los mapas de amenaza y riesgo en la planificación no sólo evita ocupar terrenos inapropiados para la urbanización y definir áreas de conservación y protección, sino que además determina los tratamientos urbanísticos que se deben implementar para reducir las condiciones de riesgo en aquellas zonas determinadas como peligrosas. Estos elementos constituyen determinantes y normas de superior jerarquía para el ordenamiento territorial.

El riesgo se define como los daños y pérdidas potenciales de una sociedad causados por la ocurrencia de un fenómeno determinado. Lo componen dos elementos: la amenaza y la vulnerabilidad. La amenaza se refiere a la probabilidad de ocurrencia en el tiempo y en el espacio de un evento potencialmente dañino, en tanto que la vulnerabilidad se refiere al grado de exposición, fragilidad social, y capacidad de respuesta y recuperación de dicho elemento ante un evento desastroso (Cardona et al., 2005). A su vez los desastres se definen como la materialización del riesgo, es decir que corresponden a las consecuencias de la no intervención oportuna ante las condiciones de riesgo; constituyen el hecho cumplido o producto, en el que se causan efectivamente los daños y las pérdidas esperadas (MAVDT, 2005).

Trabajos recientes reconocen que los desastres no sólo afectan negativamente las opciones y el potencial de desarrollo de los países, sino que, en forma más importante, son las mismas modalidades de desarrollo de los países las que ayudan a explicar el crecimiento de las condiciones de riesgo. Por lo tanto, la relación desarrollo- desastre es clave y su solución necesariamente requiere consideración en los esquemas de planificación del desarrollo sectorial, territorial y ambiental (CEPREDENAC, 2004).

El Programa Regional para la Gestión del Riesgo en América Central (CEPREDENAC) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) definen la gestión del riesgo como un proceso social complejo cuyo fin último es la reducción o prevención y control permanente de la ocurrencia de desastres en la sociedad, en consonancia con el logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial sostenibles, con distintos niveles de coordinación e intervención desde lo global, lo integral, lo sectorial, y desde lo macro- territorial hasta lo local, desde lo comunitario hasta la unidad familiar.

La gestión del riesgo debe considerar el riesgo en forma actual y futura, por medio de la gestión correctiva y prospectiva respectivamente. La primera se realiza mediante la zonificación y reglamentación de las áreas ocupadas y consideradas problemáticas, determinando los tratamientos necesarios de acuerdo con las posibilidades técnicas, económicas y sociales de intervención o de mitigación, tales como la recuperación urbanística, el mejoramiento integral y el reasentamiento de familias. La segunda considera el riesgo que puede generarse, y está dirigida a las áreas no desarrolladas, con el fin de determinar formas de ocupación seguras, en el sentido de que se evite o se regule el uso de áreas susceptibles a la ocurrencia de fenómenos amenazantes (MAVDT, 2005). La gestión del riesgo es por lo tanto un componente integral de la planeación del desarrollo, de la gestión de proyectos de inversión y de la gestión ambiental (CEPREDENAC, 2004).

Esfuerzos recientes se han realizado por parte del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial para la incorporación del riesgo en el ordenamiento territorial. Estos trabajos buscan reducir las condiciones actuales de riesgo en los municipios, incorporando la zonificación de la susceptibilidad en los planes de ordenamiento territorial (MAVDT, 2005).

El presente trabajo revisa y actualiza la metodología propuesta por Hermelin (1990a, 1990b, 1992, 1999) para zonificar el territorio, identificando la aptitud del suelo para el desarrollo de asentamientos humanos, y determinar las medidas para reducir, mitigar o prevenir los riesgos en

las áreas urbanizadas, rurales y de expansión, así como para orientar los usos o tratamientos más adecuados que se le pueden dar en función de sus características de susceptibilidad ante fenómenos de origen natural.

La metodología propuesta ofrece una herramienta práctica para los responsables que intervienen en el ordenamiento del territorio, aportando criterios para la clasificación, el uso y los tratamientos del suelo, sin necesidad de entender en detalle los mapas de susceptibilidad y de procesos morfodinámicos elaborados por los profesionales de las ciencias de la tierra. Esta herramienta pretende orientar las restricciones para la ocupación del territorio, sugerir las acciones para intervenir las áreas degradadas o expuestas a amenazas, priorizar acciones para reducir el riesgo en zonas urbanizadas y no urbanizadas, establecer las áreas de expansión y de protección, e identificar las principales necesidades de estudios o información complementarios.

## 2. INCORPORACIÓN DE LA AMENAZA Y EL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Los desastres sufridos por el país en la década de 1980 (el sismo de Popayán, 1985; el lahar de Armero, 1987; el deslizamiento de Villa Tina, Medellín, 1988, entre otros) lograron sustraer a los legisladores colombianos de la visión idílica del entorno del país en la que los tenía sumergidos el Código de Recursos Naturales y del Medio Ambiente (1974) y enfrentar una naturaleza real: un país de montañas, con lluvias abundantes, movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales, erupciones volcánicas, sismos y tsunamis. Así nació, en 1989, la Ley 9ª de Reforma Urbana, que dicta normas sobre planes de desarrollo municipal y determina acciones concretas sobre asentamientos humanos en zonas de riesgo. Posteriormente, el Decreto 919 de 1989 ordenó incorporar el componente de prevención de desastres en los procesos de planificación territorial, sectorial y de desarrollo, y específicamente mantener actualizado el inventario de las zonas de riesgo; también recaló la obligatoriedad de adelantar programas de reubicación de los habitantes localizados en zonas de riesgo.

Sin embargo sólo con la promulgación de la Ley 388 de 1997 sobre ordenamiento territorial se planteó realmente la gestión del riesgo como un tema del planeación física de territorio. Esta ley determina que los municipios están obligados a formular Planes de Ordenamiento Territorial incluyendo como determinantes el señalamiento y la localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y a riesgos naturales. Finalmente el Decreto 93 de 1998 (Plan Nacional de Prevención y Atención de Desastres) definió como una de sus cuatro estrategias la incorporación de la prevención de desastres y la reducción del riesgo por medio de la planificación.

El caso del valle de Aburrá es un ejemplo de la problemática generada por la ocupación del territorio sin considerar las condiciones de amenaza y las restricciones que impone dicho territorio a su ocupación. El acelerado crecimiento urbano sobre las laderas ha generado y propiciado escenarios de riesgo, los cuales le han costado considerables pérdidas económicas y humanas a la región y al país. Basta recordar los movimientos en masa de Villatina (1987), El Socorro (2008) y Alto Verde (2008): todos ellos se presentaron en el límite urbano- rural, como consecuencia de la presión del crecimiento urbano sobre el borde de ciudad o hacia áreas que deberían ser suelos de protección.

El valle de Aburrá tiene una extensión de 1152 km<sup>2</sup>, de los cuales 340 km<sup>2</sup> son suelo urbano (AMVA, 2007). Sobre esta región se asienta una población creciente de 3.3 millones de habitantes, que representa el 59.4% de todo el departamento de Antioquia y el 8% de la población del país. En el periodo 1964- 1973, la población del valle aumentó en un 51%, y en el periodo 1993- 2005 el aumento fue nuevamente drástico, con un 49%. La población urbana crece a una tasa anual de 1.8%, mientras la población rural disminuye a una tasa del 3% según datos del DANE. Con respecto a la calidad de vida, el 14% de la población del valle de Aburrá vive en la miseria y 26.2% en condición de pobreza. El índice de espacio público verde urbano de derecho público y uso público es de 5.68 m<sup>2</sup>/hab; contabilizando el espacio privado, se alcanza un 7.9 m<sup>2</sup>/hab, por debajo del referente de 9 m<sup>2</sup>/hab definido por el BID y la OMS. Estos índices expresan, en gran medida, la presión urbana sobre el territorio, resultado de un modelo de ocupación inadecuado que data de la segunda mitad del siglo XX, el cual no apuntaba hacia un desarrollo sostenible, y como consecuencia generó un incremento continuo de los escenarios de riesgo (AMVA, 2007). Un reflejo de dicho modelo es que, en el año 2005, se contaban 1515 hectáreas de expansión en el valle de Aburrá, de las cuales aproximadamente el 40% se localizaba en áreas de desarrollo restringido por presentar pendientes mayores de 25%.

Hoy en día, casi 10 años después de la formulación de los primeros Planes de Ordenamiento Territorial en el valle de Aburrá, se ha avanzado considerablemente en la inclusión del riesgo; sin

embargo existen aún conflictos importantes para su adecuada incorporación y su aprovechamiento para la clasificación, uso y tratamiento del suelo; aún falta definir herramientas de intervención que permitan racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenibles. Estos mismos problemas son comunes en cientos de municipios y ciudades del país.

Lo anterior se debe en parte a las confusiones generadas por la Ley 388 de 1997, en la cual no se diferencian conceptualmente los términos amenaza y riesgo, a lo que se agrega una categoría de zonas de alto riesgo no recuperable, la cual confunde más aún a los planificadores. Estos problemas dificultan acordar unos criterios mínimos que permitan una base adecuada para el ordenamiento territorial. En general, hoy se cuenta para las ciudades y áreas metropolitanas con mapas temáticos y de susceptibilidad relativamente adecuados; sin embargo dichos mapas no han sido debidamente incorporados en el ordenamiento del territorio. Indudablemente uno de los motivos es su difícil lectura para profesionales de disciplinas diferentes a la geología o a la ingeniería. Por otra parte, la carencia de mapas topográficos a escalas adecuadas para la gran mayoría de las poblaciones del país ha impedido la preparación de mapas temáticos y secundarios necesarios.

En general en estos ejercicios se confunden los términos de susceptibilidad, amenaza y riesgo, y se utilizan indistintamente para el ordenamiento. Los términos susceptibilidad y amenaza se refieren a lo estructurante, al territorio, sin considerar lo construido. La susceptibilidad de un terreno ante un fenómeno destructor determinado es función de condiciones como la geología, la pendiente, el uso del suelo, etc. La amenaza considera el factor detonante tal como un sismo o la precipitación; en otras palabras, la amenaza define la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno sobre un área susceptible ante un factor detonante. Por otra parte, el riesgo se refiere a lo estructurado y construido sobre un determinado territorio con unas condiciones de susceptibilidad y amenaza específicas, y su connotación no debe incluir el territorio sobre el cual dicha infraestructura está localizada. Estas confusiones hacen que sea posible observar en mapas temáticos zonas de riesgo en las cuales no hay elementos expuestos a sufrir pérdidas potenciales.

Otro problema importante es la información cartográfica escasa o a escalas inadecuadas con que cuentan los municipios. Este problema es mucho más acentuado para las cabeceras municipales. La escala ideal para ordenar el territorio de una cabecera municipal es 1:5.000 (curvas de nivel cada 5 m), y en el peor de los casos 1:10.000 (curvas de nivel cada 10 m). Si no se dispone de cartografía topográfica a esta escala, es difícil pensar en elaborar mapas temáticos que tengan validez. No debe perderse de vista que la representación gráfica de mínimo tamaño en un mapa es un cuadrado de 5x5 mm (para que se le pueda agregar un símbolo). Eso significa que en un mapa a escala 1:10 000, ese cuadrado mínimo medirá en el campo 50x50 m, un poco menos de una manzana, definiendo la resolución máxima que se puede alcanzar. Para los mapas rurales, donde se siguen utilizando mapas a escala 1:25 000, en muchos casos con 30 o 40 años de edad, la escala adecuada es 1:10 000 en la mayoría de los casos. A título de ejemplo, la oficina de Catastro del Departamento de Antioquia posee gran parte de la superficie del departamento cubierta a escala 1:10 000, pero en forma planimétrica; tanto la decisión de hacer estos mapas como su posible aprovechamiento posterior en otros campos, en general son ignorados por las otras dependencias del departamento.

### **3. PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DE LA APTITUD DEL SUELO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO**

La zonificación del territorio en términos de aptitud del suelo para la gestión correctiva y prospectiva del riesgo se puede definir como una herramienta de gestión que permite identificar los escenarios de riesgos actuales y potenciales, para la definición del uso, tratamiento y de acciones concretas que permitan reducir las condiciones de riesgo o prevenir la ocurrencia de desastres.

Hermelin (1990a) propuso una metodología para la zonificación de la aptitud del suelo que se aplicó para la planificación ambiental en el departamento de Risaralda, la cual se caracteriza por su fácil y rápida lectura para los planificadores; utilizando criterios geológico- geotécnicos y ambientales a partir de mapas temáticos elaborados por especialistas; dicha metodología ha sido propuesta por el MAVDT en la guía metodológica para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial, y se aplicó para varios de los municipios del departamento de Antioquia y del valle de Aburrá. De acuerdo con los recientes avances en Colombia sobre ordenamiento territorial y la

experiencia de los planes de ordenamiento territorial en el valle de Aburrá, el presente trabajo pretende inicialmente exponer en detalle dicha metodología, ampliar su aplicación para áreas rurales, y proponer modificaciones y ajustes de los criterios para la definición de cada una de las zonas.

### **Mapas temáticos e información base requerida**

La zonificación de la aptitud del suelo para la gestión del riesgo requiere mapas temáticos y criterios claros que permitan caracterizar el territorio en diferentes categorías. Los mapas temáticos fundamentales son: geología, geomorfología, procesos morfodinámicos, pendientes, clasificación edafológica del suelo, vegetación y uso actual del suelo. Estos mapas contienen información que debe provenir directamente del trabajo de campo y que caracteriza las condiciones básicas del territorio en términos físicos y ambientales, que son generalmente elaborados por especialistas en ciencias de la tierra y representan la línea base para cualquier planificación o caracterización del territorio. Es importante recalcar que, de la misma manera en que un mapa topográfico a escala 1:5.000 no es una simple ampliación de un mapa 1:25.000, un mapa geológico o geomorfológico a escala 1:5.000 no puede ser una simple extrapolación de un mapa y de una columna estratigráfica regional.

A su vez los mapas de susceptibilidad son productos secundarios de los mapas base, utilizando metodologías estadísticas o heurísticas. Son éstos la herramienta principal para la definición de la aptitud, ya que definen las áreas del territorio más propensas, por sus características naturales, a la ocurrencia de eventos. El mapa de susceptibilidad define esencialmente el grado de restricción que imponen las condiciones naturales del territorio al uso. Por lo tanto, debe ser utilizado de acuerdo con el grado de intensidad/recurrencia de los procesos y con el uso propuesto, especificando las restricciones que se deben imponer. Es importante tener en cuenta que la elaboración de mapas de amenaza es un proceso bastante más complejo, pues no sólo zonifica las probabilidades de ocurrencia de eventos potencialmente dañinos, sino que además involucra la magnitud y frecuencia del factor detonante, es decir que responde a preguntas fundamentales como dónde (área) y cuándo (frecuencia).

En este trabajo se propone hablar de restricciones y no de prohibiciones tajantes, que impiden en muchos casos el mejoramiento o la recuperación de ciertas áreas. Técnicamente, cualquier área del territorio es potencialmente utilizable aún ante la presencia de una amenaza. Ejemplos clásicos son las construcciones de edificios en zonas de pendientes inestables en El Poblado (Medellín) o en la carretera a La Calera (Bogotá). En ambos casos, los propietarios están dispuestos a asumir un sobrecosto de estabilización que garantice la seguridad de sus viviendas.

En este sentido y en términos estrictos, debe elaborarse un mapa multi-amenaza, considerando cada evento de posible ocurrencia en la región de estudio. En Colombia deben tenerse en cuenta principalmente las siguientes amenazas: volcanismo, sismicidad, tsunamis, movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales. Sin embargo no todas se presentan en los mismos territorios, lo cual exige una evaluación del marco geológico y geomorfológico, al igual que reportes y bases de datos extensas que permitan definir con precisión el tipo de amenaza al que está expuesto un territorio en particular.

La amenaza por volcanismo es cartografiada y monitoreada por Ingeominas, que elabora los mapas y da las recomendaciones pertinentes. La sismicidad se determina a partir del Código de Construcciones Sismoresistentes (NSR- 98) al que hay que adicionar la microzonificación sísmica en ciudades donde existe. La amenaza por tsunamis es establecida por el Observatorio Sismológico del Sur Occidente Colombiano (OSSO) y se puede consultar a través del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y de la Dirección de Gestión del Riesgo.

Para determinar la amenaza por movimientos en masa, inundaciones y avenidas torrenciales, se debe consultar fuentes nacionales (Ingeominas) y locales (Universidades, Corporaciones Regionales, etc.). Parte fundamental en dicho ejercicio de evaluación de la amenaza se encuentra en la elaboración de mapas correspondientes de procesos morfodinámicos, los cuales identifican y caracterizan los antiguos y actuales procesos de erosión y remoción en masa sobre el territorio. Generalmente se caracterizan como activos e inactivos, o con mayor detalle de acuerdo a los términos propuestos por Cruden & Varnes (1996). El mapa de proceso morfodinámico permite actualizar el mapa de amenaza, el cual por sus características es muy cambiante.

Otro elemento importante es el mapa de uso actual del suelo. Esta variable permite en algunos casos comprender, en conjunto con el mapa morfodinámico, la dinámica y las causas del mapa de

amenazas y de acuerdo a la experiencia del experto, generar un mapa de aptitud que considere dicha dinámica. Adicionalmente permite considerar o proponer usos potenciales de acuerdo con las condiciones actuales de intervención.

Es importante también considerar criterios de tipo ambiental, que pueden en un momento dado llevar a preferir para una cuenca su vocación productora de agua o de reserva natural en lugar de dedicarla a la urbanización.

Finalmente existe una variable fundamental para este tipo de análisis: los inventarios de desastres. Estas bases de datos, en algunos casos con representación espacial, son fundamentales para identificar áreas susceptibles caracterizadas por la recurrencia de eventos. Por esta razón dicho criterio se incluyó en la presente zonificación, al igual que la existencia de estudios en detalle de la zona. Ambos criterios se complementan para definir la aptitud del suelo.

Con los mapas temáticos anteriormente propuestos y descritos, se propone entonces definir las siguientes categorías de aptitud del uso del suelo para la gestión correctiva y prospectiva del riesgo:

## **A. ÁREAS URBANIZADAS**

A.1. Estables, para consolidación: Son áreas con restricciones mínimas que requieren intervenciones sólo en casos particulares, sin problemas detectados. Se caracterizan en los mapas de susceptibilidad y/o amenaza por ser de baja probabilidad de ocurrencia de eventos potencialmente destructivos, de acuerdo con los estudios de susceptibilidad existentes. Las intervenciones actuales se han realizado en forma adecuada; sin embargo pueden existir problemas locales, asociados con suelos de condiciones geomecánicas limitadas. En general, estas áreas no presentan procesos morfodinámicos activos, ni registro de eventos en la historia reciente, aunque es posible encontrar problemas puntuales, los cuales deben ser identificados y mitigados, ya que dichas condiciones pueden extenderse y comprometer áreas mayores.

Estas zonas son propicias para ser consolidadas. Sin embargo es indispensable realizar para este fin estudios de suelos que permitan evaluar la capacidad portante y el comportamiento mecánico y dinámico del suelo que impone restricciones estructurales, por lo cual es indispensable consultar y aplicar las recomendaciones señaladas en los estudios de microzonificación sísmica. En dichas áreas, debido a las condiciones de estabilidad reinantes, la percepción del riesgo ante fenómenos como sismos o movimientos en masa es muy baja, lo que tiende a subestimar y no acatar las restricciones mínimas requeridas, incrementando las condiciones de vulnerabilidad.

En general, en dichas áreas, se debe exigir, para la realización de cortes y taludes, estudios de suelos y análisis de estabilidad puntuales en los cuales se evalúen el factor de seguridad para condiciones críticas. Hay que tener en cuenta que si bien no existen problemas aparentes bajo las circunstancias actuales, la implantación de usos diferentes o intervenciones más profundas deberán requerir estudios puntuales que evalúen su impacto en la estabilidad local y global del área. Por lo tanto la definición del uso requiere medidas no estructurales prospectivas con restricciones que impidan una ocupación inadecuada.

A.2. Potencialmente inestables, para intervención: Son áreas con restricciones moderadas que requieren tratamiento. Se caracterizan en los mapas de susceptibilidad y/o amenaza por presentar probabilidad media en cuanto a la ocurrencia de eventos potencialmente desastrosos. En esta categoría, se incluyen áreas con evidencias de problemas menores y procesos morfodinámicos incipientes o inactivos, como cicatrices de deslizamientos y/o que aparecen con registros de eventos esporádicos; para este último caso, se recomienda realizar estudios de susceptibilidad más amplios que determinen la causa y la dinámica de los problemas evidenciados y de los eventos reportados. Como parte de esta categoría también se incluyen áreas con problemas potenciales debido a sus características geomorfológicas, tales como pendientes moderadas, o terrenos localizados en áreas con registros muy antiguos de eventos tales como inundaciones o avenidas torrenciales.

También se debe incluir dentro de esta categoría áreas que no presentan problemas aparentes y no poseen registros de eventos, pero en las cuales no se han realizado estudios de susceptibilidad.

Estas zonas son propicias para acciones de mejoramiento o redesarrollo que permitan reducir las condiciones de riesgo actuales, y en las cuales estudios complementarios permitan eventualmente

tomar acciones para reducir las condiciones de riesgo futuras. Aunque en su mayoría, las medidas de mitigación requeridas son de carácter puntual, es importante que su intervención se realice de forma articulada; en muchos casos, medidas puntuales desarticuladas trasladan la problemática y en algunos casos, disminuyen la estabilidad sobre la ladera o el área potencialmente expuesta. Finalmente las medidas no estructurales son fundamentales, ya que restringen el tipo de intervención reduciendo las condiciones de riesgo futuras.

Para el desarrollo urbanístico de estas áreas, se debe exigir la elaboración de estudios de amenaza en mayor detalle, que permitan identificar con precisión las áreas de mayor estabilidad y grado de amenaza, por lo que las intervenciones propuestas deben ajustarse a las restricciones interpuestas. Adicionalmente, se requiere la ejecución de obras que mitiguen las condiciones de amenaza identificadas.

A.3. Inestables, para recuperación: Son áreas con restricciones considerables que requieren tratamientos integrales. En los estudios de susceptibilidad y/o amenaza, se caracterizan por alta probabilidad de ocurrencia de eventos destructivos. Presentan evidencias de procesos antiguos y recientes o activos detectados en los mapas de procesos morfodinámicos y registros de un número considerable de eventos.

En esta categoría, se debe incluir aquellas zonas sin estudios de susceptibilidad, pero con problemas detectados o registros de eventos. La susceptibilidad del terreno se ve intensificada por procesos como deforestación, corte de taludes, manejo inadecuado de aguas servidas y de escorrentía, arrojo de residuos y escombros, etc.

En algunos casos, los procesos de inestabilidad están estrictamente relacionados con las formas de ocupación del territorio, casos en los cuales un programa de intervención adecuado permite mejorar las condiciones en términos de riesgo aceptable. En dichos casos, el uso actual es una de las principales causas de la degradación del suelo y de la ocurrencia de eventos, por lo cual deben ser intervenidas de forma inmediata y debe ser totalmente reorientada en cuanto a su uso.

Sin embargo, existen áreas de este tipo en las cuales las condiciones de amenaza están relacionadas con la dinámica propia de la ladera, y las condiciones de inestabilidad inherentes, tales como aquellas áreas localizadas sobre llanuras de inundación o el retiro mínimo a las corrientes de agua; en este caso, se requieren programas de reasentamiento, acciones de mitigación sobre el terreno y finalmente la definición de dichas áreas como suelos de protección y conservación.

En general son áreas en las cuales se debe adelantar programas de recuperación integral que permitan alcanzar niveles de riesgo aceptable tanto para las áreas mismas como para sus áreas circundantes. Dichas medidas, por su envergadura, deben ser orientadas por políticas públicas, con el fin de asegurar una recuperación adecuada considerando criterios geotécnicos y ambientales, recuperando los retiros a los drenajes y áreas de fuerte pendiente como suelos de protección entre otros. También es importante asegurar su monitoreo permanente después de la intervención.

## **B. ÁREAS NO URBANIZADAS URBANIZABLES**

B.1. Con restricciones mínimas: Son áreas sin problemas aparentes, potencialmente urbanizables y sin registro de eventos potencialmente desastrosos; cuentan con estudios de susceptibilidad y/o amenaza que las caracterizan como de baja probabilidad de ocurrencia de eventos. Estas áreas deben someterse a estudios detallados que caractericen las condiciones del terreno como geología, geomorfología y morfodinámica, y a partir de dicha información, es posible elaborar los estudios de susceptibilidad y/o amenaza.

Dichas áreas se pueden desarrollar con restricciones mínimas, en general determinadas por posteriores estudios de suelo. Aunque las restricciones sean mínimas, es indispensable tener en cuenta los resultados de microzonificación sísmica, o en caso de no existir dichos resultados, la NSR/98 y sus decretos reglamentarios en todo lo relacionado con el espectro de diseño. Aunque no se observen problemas aparentes ni registros de eventos, es importante resaltar la necesidad de estudios detallados que evalúen las condiciones de susceptibilidad y/o amenaza. Es posible que dichas áreas presenten grados de susceptibilidad altos que, ante una determinada ocupación, se puedan detonar.

Para la realización de cortes y taludes, se debe realizar estudios puntuales en los cuales se evalúe el factor de seguridad para condiciones críticas como sismos o precipitaciones intensas, y tener

en cuenta que son áreas que no presentan problemas aparentes bajo las circunstancias actuales; sin embargo para usos diferentes o intervenciones más profundas, se necesitan estudios de mayor detalle que evalúen el impacto de dichas intervenciones sobre la estabilidad local y global.

B.2. Con restricciones considerables: Estas áreas corresponden a sectores caracterizados como de amenaza media o alta en estudios de susceptibilidad, o también a áreas con procesos de inestabilidad manifiesta o registro de múltiples eventos recientes. También se recomienda incluir en esta categoría áreas sin evidencias manifiestas o registros de eventos, en las cuales no existan estudios de amenaza y/o susceptibilidad.

Son áreas cuyo desarrollo está condicionado y restringido por el cumplimiento de acciones concretas definidas por estudios de suelos y análisis de estabilidad regional y puntual. Allí un análisis de costo/beneficio indica baja posibilidad para ser desarrolladas y por lo tanto, no son aptas para el uso urbano por parte de particulares, ya que se requieren grandes inversiones en términos de infraestructura y obras de mitigación, por lo cual se recomienda su desarrollo por medio de planes integrales liderados por las administraciones municipales, en el marco de proyectos marcos e integrales considerando las condiciones geológico- geotécnicas y sociales.

No todas las zonas de amenaza o susceptibilidad alta tienen que ser utilizadas como suelos de protección; para ello, otros criterios de análisis se deben incorporar, como la localización, la importancia ambiental, entre otros, y su uso se puede condicionar a la realización de estudios en detalle que aseguren la estabilidad de las obras necesarias.

### **C. ÁREAS NO URBANIZADAS Y NO URBANIZABLES**

C.1. Estables, para consolidación rural: Son áreas con estudios de amenaza que las caracterizan como de baja probabilidad de ocurrencia y sin problemas aparentes, pero que, por sus características ambientales, uso rural actual u otros criterios ambientales, no deben ser urbanizadas. Los tratamientos y usos deben tender a consolidar los usos actuales enfocados a actividades agropecuarias o forestales.

En dichas áreas, no se encuentran registros de eventos en la historia reciente; en caso de observarse evidencias geomorfológicas de procesos antiguos, éstas ya no presentan ninguna actividad y los usos actuales no tienden a activar los procesos.

Es posible encontrar, sobre dichas áreas, procesos de erosión incipiente o concentrada. Estos procesos indican un uso del suelo inapropiado. Es importante identificar dichos procesos incipientes y emprender acciones encaminadas al cambio de uso; en casos en los cuales existan evidencias de erosión concentrada, se debe adelantar obras de mitigación y establecer restricciones severas al uso del suelo. Las intervenciones sobre estas zonas deben ser mínimas de acuerdo con el grado de asimilación del territorio, controlando estrictamente las densidades.

C.2. Potencialmente Inestables, para intervención: Son áreas con problemas potenciales que requieren tratamientos menores. Estas áreas corresponden a sectores clasificados como de amenaza alta o media. Se observan procesos erosivos activos y registros de eventos bajo condiciones extremas como fuertes precipitaciones. En esta categoría, se debe incluir aquellas zonas sin evidencias de inestabilidad o registro de eventos, pero que no tienen estudios de amenaza detallados; se incluyen particularmente las áreas colindantes con áreas urbanizadas, donde se pueden originar eventos potencialmente destructores para éstas.

Estas zonas son propicias para intervención por medio de obras de mitigación menores y su clasificación, de acuerdo con las condiciones ambientales, corresponde a suelos de protección y/o conservación, o a uso agrícola, agropecuario o forestal bajo restricciones que no permitan la ocupación de viviendas o intervenciones agresivas.

C.3. Inestables, para recuperación y conservación: Son terrenos en suelos de uso rural clasificados como de amenaza alta y/o problemas detectados y registro de eventos, probablemente con recurrencia mucha mayor que la que aparece en las bases de datos, ya que es muy posible que los eventos de estas zonas no hayan sido registrados ya que no generaron daños importantes a la población. Por lo tanto, es muy importante un mapa morfodinámico detallado que produzca un inventario de procesos recientes y antiguos y su grado de actividad.



En esta categoría, se deben incluir además aquellas zonas sin estudios, pero con evidencias de problemas o registro de eventos. Son áreas en ocasiones degradadas en las cuales los eventos que ocurran, pueden resultar en daños en las zonas pobladas aledañas o aguas abajo, como tipo avenidas torrenciales, y por lo tanto, puede ser necesario intervenirlas con programas de monitoreo o de recuperación ingenieril ambiental.

Estas zonas, en caso de pertenecer a cuencas cuya parte inferior está densamente poblada, requieren una intervención inmediata por medio de obras de mitigación, al igual que medidas no estructurales como restricciones en el uso o clasificación. En estos casos, se recomienda definir las como suelos de protección. En caso de no existir en las zonas aledañas riesgo potencial por generación de eventos en dicho sector, se recomiendan acciones encaminadas a la restricción del uso del suelo y clasificación como suelos de protección.

El cuadro No 1 resume las consideraciones anteriores.

**Cuadro No 1**  
Clasificación de las áreas para un uso adecuado del suelo

Categoría	Clasificación	Criterios de chequeo
Áreas Urbanizadas	Estables, para consolidación	Susceptibilidad baja Sin evidencias de problemas Sin registros
	Potencialmente inestables, para intervención	Susceptibilidad media Con evidencias de problemas Con registros de eventos Sin estudios / sin evidencias
	Inestables, para recuperación	Susceptibilidad alta Problemas detectados Con registro de eventos Sin estudios / con evidencias y/o registros
Áreas No Urbanizadas pero Urbanizables	Restricciones mínimas	Susceptibilidad baja Sin problemas aparentes Sin registro de eventos
	Restricciones considerables	Susceptibilidad media o alta Con evidencias de problemas Con registros de eventos Sin estudios
No Urbanizadas - No Urbanizables	Estables, para consolidación rural	Susceptibilidad baja Sin problemas aparentes Sin registro de eventos
	Potencialmente inestables, para intervención	Susceptibilidad media Con evidencias de problemas Con registros de eventos Sin estudios / sin evidencias
	Inestables para recuperación y conservación	Susceptibilidad alta Problemas detectados Con registro de eventos Sin estudios / con evidencias y/o registros

## 4. CONCLUSIONES

El ordenamiento territorial es una herramienta fundamental para una adecuada gestión del riesgo. Esta incorporación debe realizarse considerando acciones correctivas y prospectivas de acuerdo con las condiciones de riesgo actuales y futuras. Aunque en los últimos 10 años se ha avanzado considerablemente en esta dirección, existen aun dificultades para una adecuada incorporación de los mapas de amenaza y/o susceptibilidad como elementos estructurales de los planes de ordenamiento, y de la evaluación del riesgo para la definición de planes de intervención o tratamientos.

El presente artículo, con base en trabajos previos de Hermelin (1990a, 1990b, 1992, 1999), presenta una propuesta de zonificación del suelo para la gestión del riesgo enfocada al ordenamiento territorial. La metodología propuesta tiene como alcance ofrecer una herramienta práctica para los profesionales que intervienen en el ordenamiento del territorio, sin necesidad de entender en detalle los mapas de susceptibilidad y amenaza elaborados por profesionales de otras disciplinas.

La metodología propone dividir el territorio en áreas urbanizadas, que se subdividen en zonas estables para consolidación, zonas potencialmente inestables para intervención y zonas inestables para

recuperación; áreas no urbanizadas- urbanizables, las cuales se dividen en zonas con restricciones mínimas y zonas con restricciones considerables, y finalmente áreas no urbanizadas no urbanizables que comprenden zonas estables para consolidación rural, zonas potencialmente inestables para intervención, y zonas inestables para recuperación y conservación.

Con base en dicha clasificación, es posible definir las restricciones para la ocupación del territorio, sugerir acciones para intervenir áreas degradadas o expuestas a amenazas, priorizar acciones para reducir el riesgo en zonas urbanizadas y no urbanizadas, establecer las áreas de expansión y de protección, e identificar las principales necesidades de estudios o información complementarias.

## REFERENCIAS

- Cruden & Varnes, D. J., 1996. Landslides types and processes In Landslides Investigations and mitigation, Special Report 247. Transportation Research Board, Turner & Schuster. Editors, 675 p.
- González, G. A., 1990. Metodología de estudios de riesgo por deslizamientos a escala intermedia. VI Jornadas Geotécnicas. Octubre 10 al 13, Bogotá "Normalización e Investigación en Geotecnia" Sociedad Colombiana de Ingenieros, p. 200- 235.
- Hermelin, M., 1990a. Bases físicas para los planes de desarrollo de los municipios de Risaralda. 3ª Conferencia de Riesgos Geológicos del Valle de Aburrá. AGID Report N° 13. p. 269- 274.
- Hermelin, M., 1990b. Un método de zonificación geotécnica para poblaciones. Sociedad Colombiana de Ingenieros, VI Jornadas Geotécnicas, Oct. 10 al 13 de 1990, Bogotá, Tomo II, p. 246- 270.
- Hermelin, M., 1992. Medio Ambiente y Plan de Desarrollo Municipal. Cámara de Comercio de Medellín, 38p (II Edición de 5000 ejemplares por la Oficina Nacional de Prevención y Atención de Desastres), Bogotá 1993.
- Hermelin, M., 1999. Cómo convivir con la tierra: Bases simplificadas para preparar un plan de ordenamiento territorial con énfasis en la incorporación de amenazas y riesgos naturales (publicado por la Dirección Nacional de Prevención y Atención de Desastres, Bogotá).
- Lavell, A. 1999. Desastres en América Latina: avances teóricos y prácticos: 1990- 1999. Anuario Social y Político de América Latina y el Caribe. FLACSO- Nueva Sociedad.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). 2005. Guía Metodológica 1, incorporación de la prevención y la reducción de riesgos en los procesos de ordenamiento territorial, Serie Ambiente y Ordenamiento Territorial. Bogotá 102 p.
- Programa Regional para la Gestión del Riesgo en América Central –CEPRENAC- y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- 2003. La gestión local del riesgo, nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica 72 p.
- República de Colombia, 1974. Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente, Decreto 2811 de 1974.
- República de Colombia, 1998. Ministerio de Desarrollo Económico. Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes, NSR- 98.