

## DEFINICIÓN DE RETIROS EN CUENCAS URBANAS

Jaime I. Vélez

Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos

Crr 80 No 65 – 223, BI M2, 3er piso. Facultad de Minas. Medellín.

[jivelezu@unalmed.edu.co](mailto:jivelezu@unalmed.edu.co)

Claudia C. Rave, Humberto Caballero, Luis Fernando Montes y Dimas Escobar

Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos

Escuela de Geociencias y Medio Ambiente

Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

Aurelio Arango A. y Amilkar Cuadrado A.

Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

Ricardo A. Smith

Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos

Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

Preparado para presentación en el  
XVI Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología  
Sociedad Colombiana de Ingenieros  
Sociedad de Ingenieros del Quindío  
Universidad del Quindío  
Corporación Autónoma Regional del Quindío  
Armenia 29, 30 y 31 de octubre de 2004

**Resumen:** Los retiros a las corrientes de agua se refieren a zonas alrededor de los cauces que los contiene y en las que se imponen restricciones sobre el uso del suelo y algunas intervenciones antrópicas. Tradicionalmente se ha normatizado la zona de retiro como una franja definida por líneas paralelas a ambos lados de la corriente y a una distancia predefinida de los bordes del cauce en condiciones de máxima inundación. Para las corrientes naturales, la definición adoptada tiene grandes problemas desde el punto de vista práctico y operativo para la determinación, reglamentación y vigilancia de las áreas de retiro debido a la dinámica de los cauces y su continua transformación, la asimetría de las secciones de los cauces, y a que el alineamiento es de carácter bidimensional. Se propone en este trabajo una metodología para la definición de los retiros en cuencas urbanas altamente intervenidas, en función de elementos tales como: capacidad hidráulica del río, estabilidad de márgenes y taludes del cauce, franjas para zonas ornamentales y recreación pasiva, franjas de terreno para la extensión de redes de servicios públicos, zonas para la circulación, vías vehiculares o peatonales, zonas de amortiguación para la protección de los ecosistemas en los cauces y las riberas y acceso al cauce y a las zonas de amortiguación para su mantenimiento.

## 1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente se ha relacionado la zona de retiro como una franja definida por líneas paralelas a ambos lados de la corriente y a una distancia predefinida de los bordes del cauce en condiciones de máxima inundación. “Se entiende por zona de retiro la faja de terreno paralela a las líneas de máxima inundación o al borde superior del canal natural o artificial” (Normatividad para los retiros a quebradas en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Medellín, 2000)

En la actual legislación colombiana la zona de retiro tienen restricciones de ocupación y deben incluir entre otros elementos: la zona del cauce, el lecho y las márgenes evidentes de la corriente para el flujo de aguas máximas promedias, el área donde la dinámica del cauce y su flujo constituyen factores de riesgo, la zona donde la estabilidad de las márgenes y las riberas constituyen amenaza geotécnica alta, la zona para la conservación y mantenimiento de las quebradas y las áreas forestales protectoras. La norma específica para el caso de la ciudad de Medellín (POT, 2001) establece la distancia de retiro como la suma de los retiros hidrológicos (*R1*) y geológico (*R2*) asociados a la dinámica de las corrientes, y de otros retiros por consideraciones de tipo urbanístico. También pueden hacer parte de estos retiros las zonas de servicio regional (*R3*), los parques lineales a lo largo de la quebrada (*R4*) y las zonas de circulación (*R5*). La distancia de retiro es el resultado de la suma de todos esos retiros y zonas.

Para las corrientes naturales, la definición adoptada por la normas anteriores tiene grandes problemas desde el punto de vista práctico y operativo. No existe una referencia física, objetiva y permanente del eje imaginario de las quebradas en el tiempo. Los cauces naturales están en continua transformación, su alineamiento es variable en el tiempo. La sección del cauce es asimétrica y en consecuencia no es posible definir una única línea media del cauce como la mitad del ancho. Referenciar los retiros como distancias simétricas a una sola línea imaginaria, no representa adecuadamente las características geométricas y del flujo en los tramos curvos.

Lo que debe establecerse como retiros es una porción de terreno aledaña al cauce y que lo contenga completamente. Esta zona debe determinarse mediante la superposición de una serie de parámetros asociados a la dinámica del río y a las necesidades del hombre frente al mismo y las zonas aledañas. La zona de retiro y las restricciones de uso del suelo deben determinarse considerando los siguientes elementos: capacidad hidráulica del río (*R1*), estabilidad de márgenes y taludes del cauce (*R2*), fajas para zonas ornamentales y recreación pasiva (*R4*), fajas de terreno para la extensión de redes de servicios públicos (*R3*), zonas para la circulación, vías vehiculares o peatonales (*R5*), zonas de amortiguación para la protección de los ecosistemas en los cauces y las riberas (incluidas en *R1*, *R2* y *R4*), y acceso al cauce y a las demás zonas de retiro para su mantenimiento (incluido en todas las componentes).

## 2. RETIRO HIDROLÓGICO (*R1*)

La determinación del retiro hidrológico *R1* a los cauces está determinado por existencia de amenaza alta de inundación que por efecto del tránsito de las crecientes se tenga en las inmediaciones del cauce. La

definición de la crecida de referencia en la delimitación del retiro, es en este punto, una reflexión interesante cuando las cuencas objetivo del estudio, comprenden grandes zonas urbanas en las cuales la prioridad será la protección de la vida humana.

El concepto de período de retorno involucra tanto la frecuencia como la magnitud del evento. Así, se pueden relacionar la magnitud de la crecida a la que se está dispuesto a exponerse con el periodo de recurrencia de los eventos de esta magnitud. Así, la mancha de inundación para la crecida con período de retorno de 100 años, producto del modelamiento hidrológico - hidráulico definirá el retiro hidrológico a la corriente en estudio. Con base en ello se determina la amenaza de inundación en la cuenca, la cual sirve como base para la delimitación del retiro.

La estimación de los caudales máximos para los distintos períodos de retorno se hace con metodologías adecuadas de la práctica de la hidrología. En todo momento se debe tener en cuenta la incertidumbre derivada de la calidad y la precisión de la información disponible, la pertinencia y la aplicabilidad de los modelos hidrológicos, la representatividad en la cuenca de los elementos considerados para la determinación de los parámetros de los modelos, etc. Con base a la valoración de la incertidumbre y con objetividad y prudencia se deben incluir márgenes y factores de seguridad en la cuantificación de los caudales. Adicionalmente, y mientras no se incorpore al análisis el tránsito de sedimentos, es recomendable incrementar el caudal obtenido con un volumen derivado del aumento del nivel por presencia de sedimentos y escombros en el flujo.

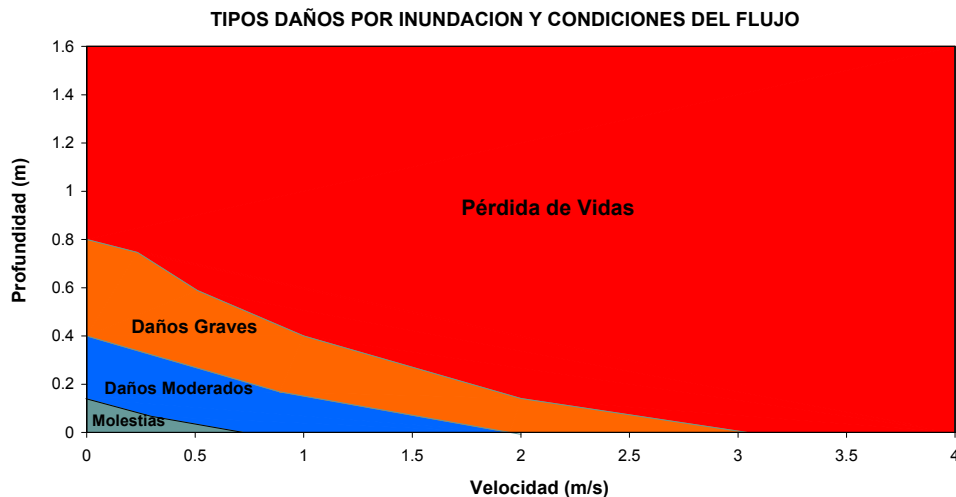
El modelamiento hidráulico y en consecuencia la determinación de las manchas de inundación se hará considerando condiciones de flujo gradualmente variado. El modelamiento hidráulico se realizará respondiendo a las características geomorfológicas de la cuenca y del cauce, las cuales modifican y condicionan el régimen de flujo y la estabilidad misma del cauce. Se proponen entonces diferentes consideraciones para definir la amenaza en las zonas geomorfológicamente diferenciables de la cuenca: zona de montaña, zona de transición o abanico aluvial, y llanura de inundación.

Para la llanura de inundación, las características geomorfológicas del cauce y la planicie y por tanto la interacción de estos con el flujo, permiten tener ciertos niveles de tolerancia, con la inundación. La amenaza será alta si en la mancha de inundación de la crecida de 100 años de periodo de retorno se presentan condiciones para daños severos o graves, lo que ocurre cuando se superan ciertos umbrales para el nivel o para la velocidad del flujo como se muestra en la figura 1 (Universidad Nacional, 2001). La zona de retiro en la corriente en la zona de transición o en la zona de montaña de la cuenca, coincide con las zonas de amenaza alta definidas por la mancha de inundación de la crecida de 100 años, es decir, no se acepta ninguna tolerancia para los niveles y velocidades del flujo obtenidos.

El terreno cubierto por la mancha de inundación para 10 años de período de retorno será definido como cauce activo y por tanto de dominio del flujo, así las únicas intervenciones posibles serán tareas de mantenimiento del estado del cauce y capacidad hidráulica adecuada. La franja comprendida entre la mancha de inundación para 10 años y el retiro hidrológico R1, y que además esté exenta de amenaza o retiro geológico, puede ser utilizable para actividades recreativas o paisajísticas, pero queda restringida para

el uso residencial o de servicios. Los usos permitidos en estas zonas aledañas al cauce mayor serán tales que los daños potenciales producidos por una creciente sean bajos sin obstruir el flujo de la creciente.

La incertidumbre asociada a la definición del retiro hidrológico esta asociada a dos aspectos: la escala de los mapas en la que fue definido el retiro y los procedimientos metodológicos para el cálculo de los caudales y otras variables necesarias. La reducción de la incertidumbre por cualquiera de los factores mencionados, estará ligada al mejoramiento de la información base. Los procedimientos metodológicos asumidos en el cálculo hidrológico – hidráulico requerirán, para la disminución de la incertidumbre, de mayor y mejor información hidrológica de las variables de interés en cuanto a densidad de información y longitud de los registros.



**Figura 1. Relación profundidad - velocidad del flujo durante la crecida y el riesgo involucrado para las planicies de inundación.**

Una inundación muy prolongada puede poner en riesgo la salud humana y, en general, la infraestructura sanitaria en la zona, lo cual redundará nuevamente en la afección de la salud y la calidad de vida de la comunidad asentada en la zona. La consideración de la amenaza sanitaria asociada a la inundación, como una parte fundamental para la definición del riesgo está sustentada en la búsqueda del bienestar para los habitantes de las comunidades, sin embargo, y a la luz del ordenamiento, gravar el territorio con un retiro sanitario no es consistente con las políticas de sostenibilidad y desarrollo, pues el problema debe enfrentarse reduciendo la contaminación, y no limitando el desarrollo sobre las zonas aledañas al cauce.

### **3. RETIRO GEOLÓGICO (R2)**

En la presente metodología se propone asociar a la determinación del ancho de la franja de retiro R2, la zonificación de la amenaza por movimientos en masa la cual asignará valores cualitativos (amenaza alta, media o baja) a porciones del terreno evaluadas con base en las características intrínsecas de las mismas. El procedimiento para dicha zonificación contempla un reconocimiento de campo en la zona de estudio de los diferentes procesos que actúan, tanto en sus laderas como en las quebradas que la drenan.

En las zonas en las que la amenaza por movimientos en masa sea baja, no se considerará retiro por estabilidad de las laderas. Para las zonas de amenaza media se establecerá un retiro dado por una superficie de falla teórica de los taludes adyacentes al cauce con una inclinación respecto de la horizontal de 50° a 70° trazada a partir del nivel de flujo para un período de retorno de 2,33 años. Para las zonas de amenaza alta, se establecerá un retiro de la misma manera, con una inclinación respecto a la horizontal de 45°, para la misma crecida considerada. Cuando las quebradas sean el límite entre zonas con diferentes niveles de amenaza, a cada una de sus laderas se les debe hacer el análisis correspondiente según lo expuesto anteriormente. Los ajustes mencionados deben ser hechos con base en la observación directa y el conocimiento de los diferentes y posibles procesos asociados a los cauces.

#### **4. CRITERIOS URBANÍSTICOS Y ARQUITECTÓNICOS (R3, R4 Y R5)**

Criterios urbanísticos y arquitectónicos tienen competencia en tres diferentes componentes del retiro, concernientes con lo urbano – arquitectónico: retiro para servicios públicos o *R3*, retiro destinado a la reforestación y que hará parte de los parques lineales de las fuentes de agua o *R4* y retiro destinado a la construcción de vías y senderos peatonales y paso de redes para el suministro de servicios públicos a las poblaciones vecinas, *R5*.

La norma fija una franja de tres (3) metros para la instalación de colectores de aguas residuales. Se propone mantener este retiro a ambos lados de las diferentes fuentes de agua. Se reservan estas franjas por fuera de las áreas de amenaza alta inundación y por movimientos en masa. Cualquier tipo de infraestructura física o elemento de vegetación que se localice dentro de esta margen estará afectada ante la posibilidad de una intervención.

A fin de garantizar la subsistencia de las redes, estas franjas deberán tener en cuenta el paso de otras redes de servicios tales como acueducto, energía, telecomunicaciones, oleoductos, gasoductos o poliductos. Es necesario analizar el nivel de interferencia que puedan llegar a presentar estas redes con respecto al retiro planteado. Se hace necesario evaluar los impactos que esta ocupación parcial puedan generar sobre los colectores en caso de ocurrir cualquier evento. Aunque no se considera incompatible el paso transversal de la red vial, se requiere evaluar los impactos que se produce sobre la circulación, ante el atravesamiento de esta franja de retiro.

El retiro destinado a la reforestación y que conforma los parques lineales de las fuentes de agua se considera a partir del límite exterior dejado por la franja de retiros para la instalación de servicios públicos, en una franja de terreno no inferior a diez (10) metros de ancho a ambos lados de cada una de las fuentes de agua. Las áreas localizadas entre las manchas de inundación de 10 y 100 años y que estén exentas de amenaza geológica, pueden ser usadas como zona complementaria en usos paisajísticos.

La norma sobre protección y conservación de los bosques (Decreto 1449, 1997) establece los bosques como áreas protegidas y obliga los propietarios a mantener en cobertura boscosa dentro del predio, especialmente en las siguientes zonas: los nacimientos de fuentes de agua (en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda medidos a partir de su periferia), a cada lado de los cauces de los ríos,

quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua (una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas del nivel máximo medio del agua). Estos retiros se consideran fundamentales, pues es a partir de ellos que se construye una opción de calidad ambiental que ayuda a disminuir los impactos generados por la contaminación de la ciudad, mejora la calidad de vida de los pobladores y colabora en la reducción del estrés de la población. Esta área de retiro debe entonces cumplir con los siguientes objetivos: servir de amortiguación a la circulación vehicular, servir de área de protección de la quebrada, complementar el desarrollo de parques lineales de las quebradas, como sistema estructurante del área urbana y generar áreas de disfrute visual y paisajístico

Los aspectos a analizar para definir esta franja de retiros son los siguientes: pendientes del terreno, valoración ambiental y paisajística, incluyendo las unidades de conservación adscritas al Sistema de Parques Nacionales (Reservas, Parques Nacionales, Santuarios de Fauna y Flora, Área Natural Única), áreas naturales que por su importancia han sido catalogadas como ecosistemas estratégicos, los elementos de valor arqueológico existentes en el área, las edificaciones de valor patrimonial y cultural, y los lugares reconocidos por la comunidad o determinados por expertos como balcones o miradores tanto del paisaje urbano como natural.

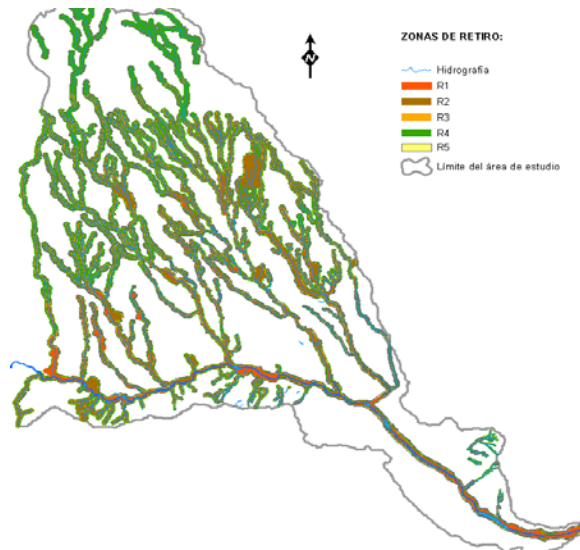
La baja oferta de suelos para la construcción y los índices de crecimiento de la ciudad por efectos de la migración hacen que las áreas de retiro de las fuentes de las quebradas se conviertan en áreas óptimas para la invasión, actual o futura. El análisis de las franjas y muy especialmente las áreas destinadas a la conformación del paisaje urbano deberán ser sometidas a estudios preliminares tendientes a revisar la potencialidad del suelo para ser ocupado. Deberá trazarse sobre la cartografía existente las áreas más susceptibles a ser ocupadas por cualquier tipo de urbanización y plantear medidas educadoras que garanticen el óptimo aprovechamiento de los parques lineales como lugares de esparcimiento de la ciudad, donde por sus condiciones espaciales y ambientales no se convierta en atractivo para ser ocupadas o invadidas por vivienda.

Finalmente los retiros consideran un área destinada a la construcción de vías y senderos peatonales y paso de redes para el suministro de servicios públicos domiciliarios. Estos retiros se sitúan por fuera de las áreas de amenaza geológica, hidrológica y las áreas destinadas a paso de infraestructura de servicios públicos y parques lineales (Retiros R1, R2, R3 y R4). El dimensionamiento de estas franjas deberá ser proporcional al tipo de vía que se proyecte.

A fin de evitar extracostos en la instalación, reparación y/o reposición de redes de servicios, es recomendable que estas franjas permitan el paso de las redes. Así, mientras más cerca se encuentren las redes de abastecimiento de las zonas urbanizables, menor es el costo de instalación. Con respecto al ancho de las vías se propone manejar los dimensionamientos según la pendiente del terreno (Universidad Nacional, 2003).

## 5. APLICACIÓN

La metodología propuesta se aplicó a la parte baja de la microcuenca de la quebrada La Iguana ubicada en la zona urbana de la ciudad de Medellín. Se definieron los retiros para esta microcuenca tal como se muestra en las figuras 2 y 3. En las figuras 4 y 5 se pueden ver, respectivamente, los detalles de las manchas de inundación para diferentes periodos de retorno y los retiros derivados, para un tramo de la quebrada

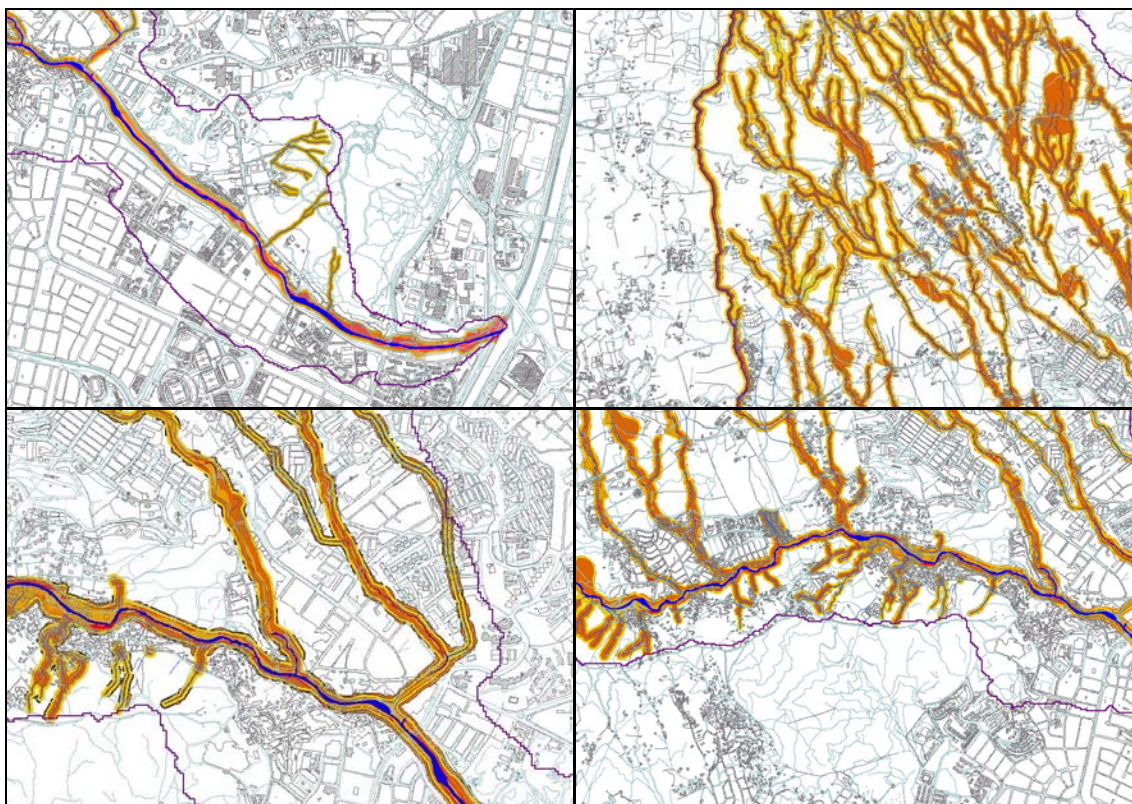


**Figura 2. Zonas de retiro para la parte baja de la microcuenca de la quebrada La Iguana, zona urbana de la ciudad de Medellín, Colombia.**

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se establecieron las razones por las cuales las hipótesis base de la reglamentación vigente en la mayoría de las ciudades de Colombia para la delimitación y definición de retiros de corrientes de agua no son adecuadas. Para corregir las falencias en dicha reglamentación se realiza una propuesta metodológica que integra algunos elementos muy importantes relacionados con las dinámicas naturales de las corrientes, y que en general son más consistentes con la visión de sostenibilidad, base del ordenamiento territorial. Se enumeran algunos de estos aspectos y se enuncian algunas reglamentaciones internacionales en las cuales se distinguen los mismos rasgos o algunas líneas metodológicas que pueden ser discutidas e implementadas en el futuro haciendo las particularidades requeridas para su aplicación a nuestro medio. Algunos de los aspectos incluidos en la metodología propuesta incluyen: la necesidad de hacer un estudio integral de toda la cuenca considerando la geomorfología de la cuenca y los procesos dinámicos más relevantes, la definición de retiros por las manchas de inundación producto del modelamiento hidráulico del flujo y el establecimiento de la frecuencia de los eventos de inundación para delimitar y definir el área de retiro y las zonas con restricción al uso de acuerdo al riesgo tolerable, la zonificación de la amenaza de inundación en función de la velocidad y profundidad del flujo estimadas sobre la planicie de inundación y el

modelamiento del flujo considerando las obstrucciones (edificaciones, obras de infraestructura, puentes, etc.) ya existentes sobre la planicie para determinar su incidencia sobre los niveles de inundación esperados.



**Figura 3. Acercamientos a las zonas de retiro para la parte baja de la microcuenca de la quebrada La Iguaña. Arriba izquierda: Llanura de inundación de la cuenca zona urbana. Arriba derecha: Zona de montaña de la cuenca, área rural. Abajo: zona de montaña de la cuenca. Izquierda: Barrios el pesebre, Robledo. Derecha: Barrios Santa Margarita, Olaya Herrera, Blanquizal, Vallejuelos**

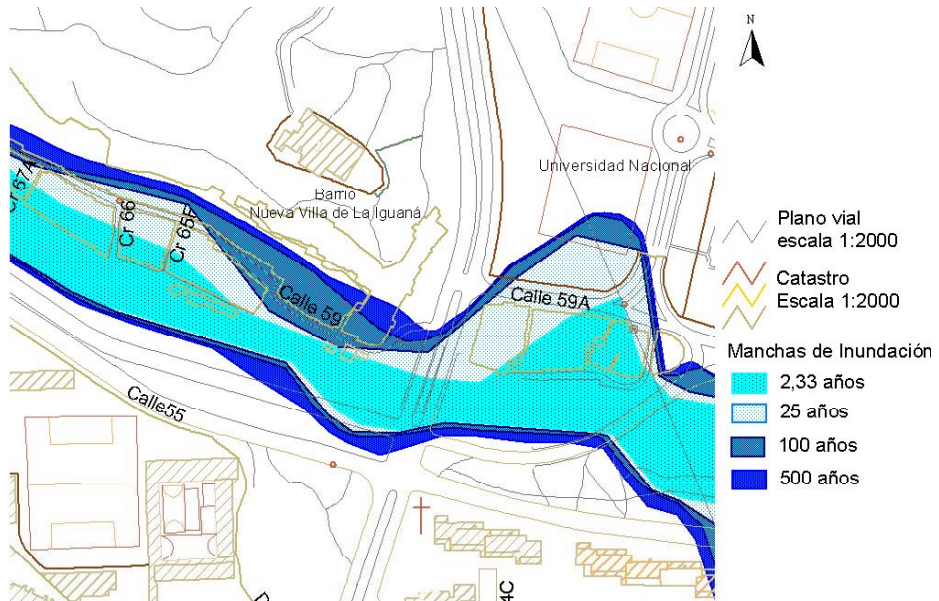
## **7. AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen al Instituto Mi Río y a la Secretaría del Medio Ambiente de la ciudad de Medellín y a la corporación autónoma regional CORANTIOQUIA por el apoyo brindado en el análisis y propuesta metodológica para la definición de retiros en cuencas altamente intervenidas, dentro del proyecto Metodología para los Planes Integrales de Ordenamiento y Manejo - PIOM – y su aplicación a la parte baja de la Microcuenca de la quebrada La Iguaña.

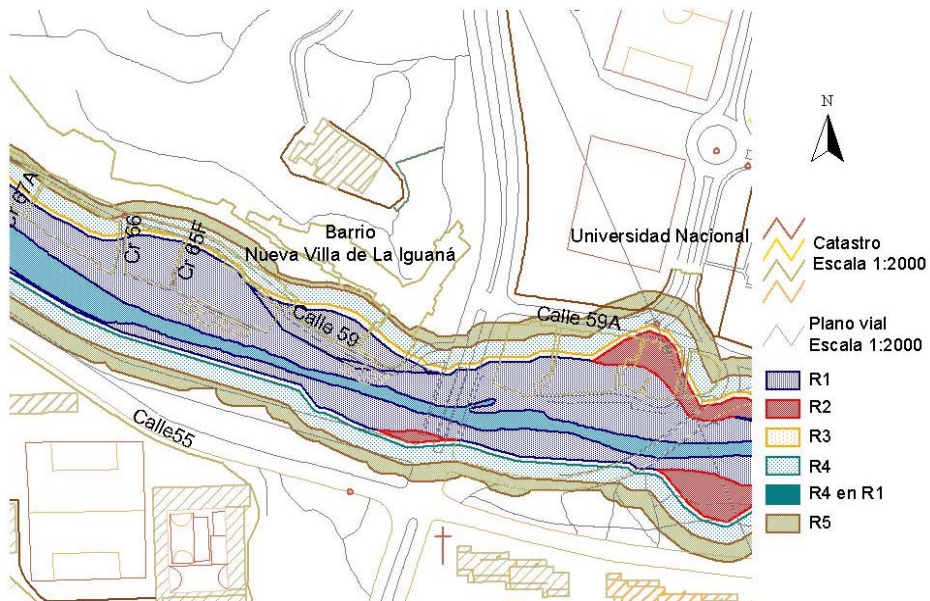
## **8. BIBLIOGRAFÍA**

Velez, J. I., Rave, C., Smith, R. Et al, 2003. **“Definición de Retiros en Cuencas Urbanas del Valle de Aburrá”**. Revista “Avances en Recursos Hidráulicos” No 10. Septiembre de 2003. ISSN 0121-5701. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.. pp 7 – 16





**Figura 4. Manchas de inundación para periodos de retorno de 2.33, 25, 100 y 500 años en la parte baja de la microcuenca de la quebrada La Iguana, zona urbana de la ciudad de Medellín, Colombia. Convenciones indicadas.**



**Figura 5 Detalle de la definición de los retiros en la parte baja de la microcuenca de la quebrada La Iguana, zona urbana de la ciudad de Medellín, Colombia. Retiros al cauce. Convenciones indicadas.**