



METODOLOGÍA PARA LA DELIMITACIÓN DIGITAL DE LAS ÁREAS DE PROTECCIÓN DE RÍOS, QUEBRADAS Y ARROYOS

De conformidad con el artículo 33 inciso b) de la Ley Forestal No. 7575



Paisajes
Productivos



METODOLOGÍA PARA LA DELIMITACIÓN DIGITAL DE LAS ÁREAS DE PROTECCIÓN DE RÍOS, QUEBRADAS Y ARROYOS

De conformidad con el artículo 33 inciso b) de la Ley Forestal No. 7575

CRÉDITOS

Elaborado por:

Ana María Lobo Calderón, especialista en derecho ambiental. PNUD.

Ana María Soto Vega, ingeniera topógrafa. PNUD.

Revisión:

Tomás Martínez Baldares, presidente ejecutivo. INVU.

Erick Calderón, director de urbanismo. INVU.

Juan Jorge Delgado, ingeniero topógrafo. INVU.

Erika Calderón, asesora legal. INVU

Emiler Segura López, geógrafo. INVU

Comité editorial del PNUD

Kryssia Brade, Representante Residente Adjunta

Jose Daniel Estrada, Especialista en monitoreo y evaluación

Rafaella Sánchez, Asesora especialista en género

Ingrid Hernández Sánchez, Asesora de Comunicación

Diseño y diagramación:

Marvin Rojas, comunicador visual. PNUD

Selección de fotografía e ilustración:

Ana María Soto Vega, ingeniera topógrafa. PNUD.

Francini Acuña Piedra, geógrafa. PNUD.

CONTENIDO

Presentación	4
Introducción	7
Insumos utilizados	10
Acrónimos	10
Glosario técnico	11
Metodología	12
Pasos preliminares	12
a) Determinar si la zona es urbana o rural.....	12
b) Ubicación del radio.....	12
c) Ubicar el río, quebrada o arroyo a delimitar.....	12
Paso 1. Generación de líneas base.....	16
Paso 2. Determinación de puntos máximos y mínimos de altura a partir de curvas de nivel.....	17
Ejemplo 1. Terreno quebrado.....	18
Paso 3. Aplicación de la fórmula.....	18
Paso 4. Proyección del área de protección.....	19
Ejemplo 2. Terreno plano en zona urbana.....	21
Ejemplo 3. Terreno plano en zona rural.....	23
Aplicación de la metodología en un sitio piloto: el caso del río María Aguilar y sus afluentes	25
Resultados	25
Hallazgos y recomendaciones	29
Referencias	31

PRESENTACIÓN

Las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos son áreas clave para el correcto funcionamiento de los regímenes hidrográficos de estos cuerpos de agua y cuya gestión está contemplada en la normativa ambiental costarricense. Además, constituyen espacios de retiro necesarios para la prevención de desastres ante posibles crecidas y cambios en el cauce, producto tanto de dinámicas naturales como de intervenciones antrópicas que puedan acelerar los procesos de sedimentación y de erosión.

Ante la necesidad de contar con instrumentos modernos para la delimitación ágil y eficiente de estos importantes sitios, el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU), en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a través del Proyecto *“Conservando la biodiversidad a través de la gestión sostenible en los paisajes de producción en Costa Rica (Paisajes Productivos)”* financiado con fondos GEF, desarrolló la presente *“Metodología para la delimitación digital las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos”* y ensayó su aplicación piloto a lo largo de los 104 kilómetros de la subcuenca del río María Aguilar y sus afluentes, con resultados muy satisfactorios. Para lograr el resultado deseado, se utilizaron insumos facilitados por el Registro Nacional y la cartografía oficial disponible en el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

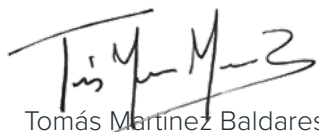
El desarrollo de una metodología ágil, estandarizada y económica para delimitar las áreas de protección, como la que aquí presentamos, es parte de los esfuerzos que realiza el INVU, con apoyo de PNUD/GEF/MINAE, para dar cumplimiento a las disposiciones de la Contraloría General de la República, en el *“Informe DFOE-AE-IF-14-2014 Informe de la Auditoría de carácter especial acerca del cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Ley Forestal No. 7575, para el resguardo de las áreas de protección de los ríos ubicados en la Gran Área Metropolitana”*, que ordena:

“Establecer e implementar acciones que permitan la precisión de los alineamientos que emite la Dirección de Urbanismo, relativos a las áreas de protección de los ríos. Estas acciones incluirán la actualización de la cartografía y las capacidades tecnológicas que brinden mayor eficacia y eficiencia al ejercicio de las competencias otorgadas al Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo en el artículo 34 de la Ley Forestal, y reiteradas en el dictamen C-042-99 de la Procuraduría General de la República”.

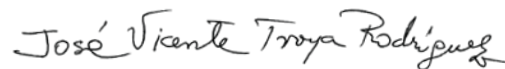
El presente instrumento técnico-jurídico significará un avance importante para el país en materia de la planificación local con enfoque de cuenca, así como para el mejoramiento de la seguridad jurídica con respecto al régimen aplicable a propiedades privadas colindantes con cuerpos de agua superficiales, la recuperación de áreas de uso público, la organización de iniciativas colectivas de rehabilitación ecológica y reforestación, valoración y estudio paisajístico, incorporación efectiva de los ríos y sus riberas en los planes reguladores y otros instrumentos de gestión del territorio. Esta herramienta también es clave para fortalecer la resiliencia antes los efectos del cambio climático, proteger hábitats para la flora y fauna, conservar y aumentar los reservorios de carbono en las ciudades, fomentar el turismo urbano, potenciar un uso residencial integrado a nuestros ríos, planificar e implementar modelos de movilidad y transporte que contemplen a los ríos como ecosistemas que contribuyen al desarrollo.

Estos son avances para que el país progrese hacia el logro de la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular, el ODS 6 sobre agua y saneamiento, el ODS 11 sobre ciudades y comunidades sostenibles, el ODS 13 de acción por el clima, el ODS 15 sobre vida de ecosistemas terrestres y el ODS 17 alianzas para lograr los objetivos.

Confiamos en que este nuevo instrumento permita que, mediante alianzas estratégicas públicas y público-privadas, Costa Rica cuente en el futuro cercano, con la delimitación de todas sus áreas de protección, que posibilite hacer una mejor gestión de estos espacios indispensables para la salud de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de las personas que dependemos de ellos.



Tomás Martínez Baldares
Presidente Ejecutivo
INVU



José Vicente Troya
Representante Residente
PNUD Costa Rica



Foto: Río Ocloro, PNUD, 2019.

INTRODUCCIÓN

Las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos están reguladas en la Ley Forestal No. 7575, publicada en el Alcance 21 de La Gaceta N° 72 del 16 de abril de 1996, específicamente en el artículo 33 inciso b), que las define como *“b) Una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado”*. Mientras tanto, el inciso v) del artículo 2 del Reglamento a la Ley Forestal, Decreto Ejecutivo N°25721, define terreno quebrado como aquel con una pendiente superior al 40%.

La misma Ley Forestal No. 7575, puntualiza en su artículo 34, que la institución competente para el establecimiento de los alineamientos de las áreas de protección es el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU).

Conocer la delimitación y ubicación exacta de las áreas de protección es clave para el ordenamiento territorial, la protección ambiental y la gestión de riesgos. Los bosques ribereños, contienen espacios con un alto valor ecológico y paisajístico. Son la columna vertebral de los Corredores Biológicos, especialmente de aquellos constituidos bajo la modalidad de Corredores Biológicos Interurbanos, proporcionando conectividad con otros sitios clave para la biodiversidad, como parques, avenidas arborizadas y otras modalidades de trama verde urbana y/o con Áreas Silvestres Protegidas (ASP), bajo sus diferentes categorías de manejo.

A la vez, las áreas de protección son sitios con limitaciones de uso que tienen implicaciones en el ejercicio del derecho de propiedad, tanto pública como privada. Estas limitaciones están fundamentadas en el principio de la función social y ambiental de la propiedad, contenido en el Artículo 45 de la Constitución Política, y ha sido ampliamente desarrollado por la jurisprudencia constitucional.

La “Metodología para la delimitación digital las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos” permite contar por primera vez en el país, con alineamientos completos, bajo un método estandarizado, por microcuenca, subcuenca y cuenca, facilitando la coordinación interinstitucional e

intermunicipal, para la toma de decisiones y la ejecución de acciones con mayor impacto, así como para planificar y gestionar con más información, la participación de la ciudadanía en la protección del recurso hídrico de fuentes superficiales y sus ecosistemas asociados.

Dicho todo lo anterior, cabe aclarar que el alineamiento digital de las áreas de protección, a partir de la aplicación de la presente metodología, es una herramienta de referencia para mejorar la información disponible para la toma de decisiones. Sin embargo, no sustituye la necesidad de cumplir con el requisito de solicitar el alineamiento fluvial al INVU, predio por predio, para construcción, ampliación o ejecución de cualquier tipo de actividad o infraestructura, en terrenos colindantes con ríos, quebradas o arroyos, esto por un tema de precisión, escala y especificidad, así como de competencia establecida con rango de ley, como se indicó anteriormente.

Finalmente, la metodología descrita utiliza la información técnica más actualizada disponible al momento de su aplicación piloto en el río María Aguilar y sus afluentes. Sin embargo, su diseño permite sustituir los insumos conforme se generen nuevos y mejores datos georeferenciados, logrando, a la vez, mantener un formato estandarizado y una mejora constante en la confiabilidad de la información.



Foto: Río María Aguilar, PNUD, 2019.

INSUMOS UTILIZADOS ¹

- **Curvas de nivel, generadas en 2017.** Son líneas que unen los puntos de un mapa, que tienen una misma altura, la cuales describen el terreno y las pendientes que podemos encontrar a lo largo del territorio analizado. Para efectos de la aplicación de la presente metodología, se utilizaron curvas de nivel cada 2 metros.
- **División política administrativa y poblados.** Divisiones oficiales de provincias, cantones y distritos, además se sobrepuso la capa de ubicación de poblados. Se encuentra disponible en el SNIT (Sistema Nacional de Información Territorial).
- **Modelos digitales de terreno, generados en 2017.** Representan características de la superficie terrestre, derivadas de una capa de elevaciones, a partir de un modelo digital de elevaciones.
- **Ortofotos, generadas en el año 2017.** Fotografías aéreas generadas con drones especializados, en escala 1:1000.
- **Red hídrica 2005 y Red Hídrica 2017.** Serie de mapas donde es posible verificar la ubicación y trayectoria de los ríos, quebradas y arroyos del territorio nacional.

ACRÓNIMOS.

AP. Área de Protección

CGR. Contraloría General de la República.

GEF. Fondo para el Medio Ambiente Mundial

HA. Hectárea.

INEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos.

INVU. Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo.

MINAE. Ministerio de Ambiente y Energía.

PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

SNIT. Sistema Nacional de Información Territorial.

¹ Los insumos citados, corresponden a la mejor información técnica disponible y/o a la información oficial, publicitada en el SNIT, al momento de aplicación de la Metodología para la delimitación digital las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos, en el piloto realizado en el río María Aguilar y sus afluentes, en el año 2019. Para futuras aplicaciones de la Metodología, se recomienda consultar con las instituciones competentes, para obtener la información más actualizada existente.

GLOSARIO TÉCNICO

1) Área de protección de ríos, quebradas y arroyos: Franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.

2) Invasión de áreas de protección de los ríos: Se considera invasión el despojo del terreno y todos aquellos actos - aunque sean cometidos por la persona dueña del terreno - que impliquen construcción de cualquier tipo de edificaciones sobre las áreas de protección, como por ejemplo cercas, tanques o casas. Igualmente, se considera invasión colocar una cantidad considerable de piedras, desechos, basura, materiales de construcción, árboles caídos o tierra; ello, aunque no produzca efectos negativos como vegetación destruida, impedir el libre crecimiento de árboles y vegetación, interrumpir los flujos de agua o la alteración de su libre curso, en función del bien jurídico protegido como es el recurso hídrico y los ecosistemas asociados a este².

3) Pendiente: Es una forma de medir el grado de inclinación del terreno. A mayor inclinación mayor valor de pendiente.

4) Terreno quebrado: Son aquellos terrenos con una pendiente promedio superior o igual al 40%.

5) Terreno plano: Son aquellos terrenos con una pendiente promedio menor al 40%.

6) Zona Rural: Aquella que se encuentra fuera de las áreas definidas como urbanas, en lo que se denomina periferia urbana, rural concentrado y rural disperso.

7) Zona Urbana: Aquella ubicada en los centros administrativos de los cantones del país, o sea, parte o todo el distrito primero, además de otras áreas adyacentes. Estas áreas son demarcadas con criterio físico y funcional, tomando en cuenta elementos tangibles tales como cuadrantes, calles, aceras, servicios básicos (electricidad, agua potable, alcantarillado sanitario), entre otros.

² Circular administrativa 02-PPP-2010, Política de persecución de los delitos ambientales, Fiscalía General de la República, Ministerio Público.

METODOLOGÍA

PASOS PRELIMINARES

El marco legal que establece la distancia de retiro de las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos, contenido en el artículo 33 inciso b) de la Ley Forestal No. 7575, publicada en el Alcance 21 de La Gaceta N° 72 del 16 de abril de 1996, distingue entre la distancia de retiro aplicable, según se trate de zona urbana o de zona rural y de la pendiente. Es por esta razón que, como paso preliminar a la aplicación de la metodología de alineamiento digital, es indispensable determinar técnicamente si nos encontramos en un sitio que clasifica como urbano o rural.

Para esto se deben aplicar los siguientes pasos preliminares:

A) DETERMINAR SI LA ZONA ES URBANA O RURAL.

Para determinar si se trata de una zona urbana o rural, el primer paso es identificar la centralidad de los poblados más cercanos. Se entenderá poblados como aquellos compuestos por al menos una escuela pública, un templo católico, plaza de deportes y áreas de mayor concentración de construcciones. En algunos casos, la plaza de deportes se ha convertido en parque y la escuela pública en colegio de secundaria. También es posible sustentar el criterio de identificación de zona urbana, añadiendo otra información actualizada generada por el INEC, por ejemplo, el estudio reciente denominado "Clasificación de distritos según grado de urbanización" (2018).



B) UBICACIÓN DEL RADIO.

Colocar un punto en el centro de las estructuras mencionadas en el paso preliminar a), estos puntos formaran un triángulo al cual se le buscara el centro y a partir de ahí se traza un círculo con un radio de 1000 metros.



C) UBICAR EL RÍO, QUEBRADA O ARROYO A DELIMITAR.

Determinar si el cuerpo de agua superficial de interés se encuentra dentro del radio de 1000 metros o fuera de este. Si se encuentra dentro del círculo, se cataloga como zona urbana y se le asignaría un retiro de 10 o de 50 metros, según el porcentaje de pendiente. Por el contrario, si se encuentra fuera de este radio, se cataloga como rural y se le asignará 15 o 50 metros de AP, según la pendiente.



PASO PRELIMINAR: DETERMINAR SI LA ZONA ES

URBANA

RURAL



PASO 4:

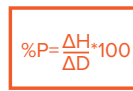
Proyección del área de protección, que a partir de los resultados de la aplicación de la fórmula puede ser de 10, 15 o 50 metros, según corresponda.



PASO 1:
Generar una línea base, a partir de la red hídrica oficial.



PASO 2:
Determinar los puntos máximos y mínimos de altura sobre el nivel del mar, a partir de curvas de nivel.



PASO 3:
Aplicación de una fórmula matemática que permite determinar la pendiente, con los datos generados en el paso 2.

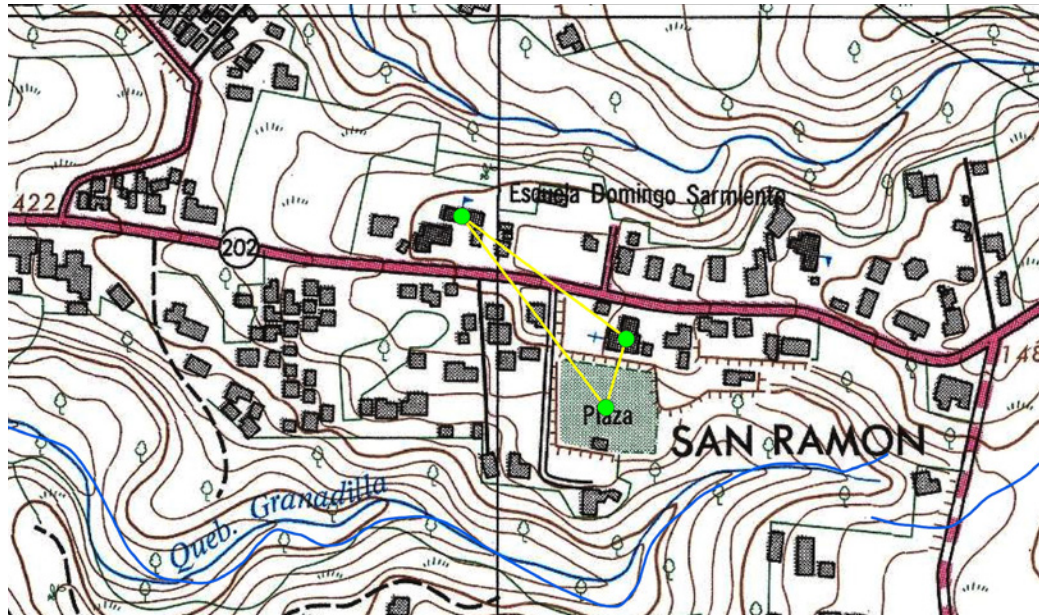


Imagen 1: Ejemplo de ubicación de poblado, a partir de su plaza, escuela y templo católico.

SIMBOLOGÍA

● Puntos de referencia

— Triángulo generado

— Red hídrica

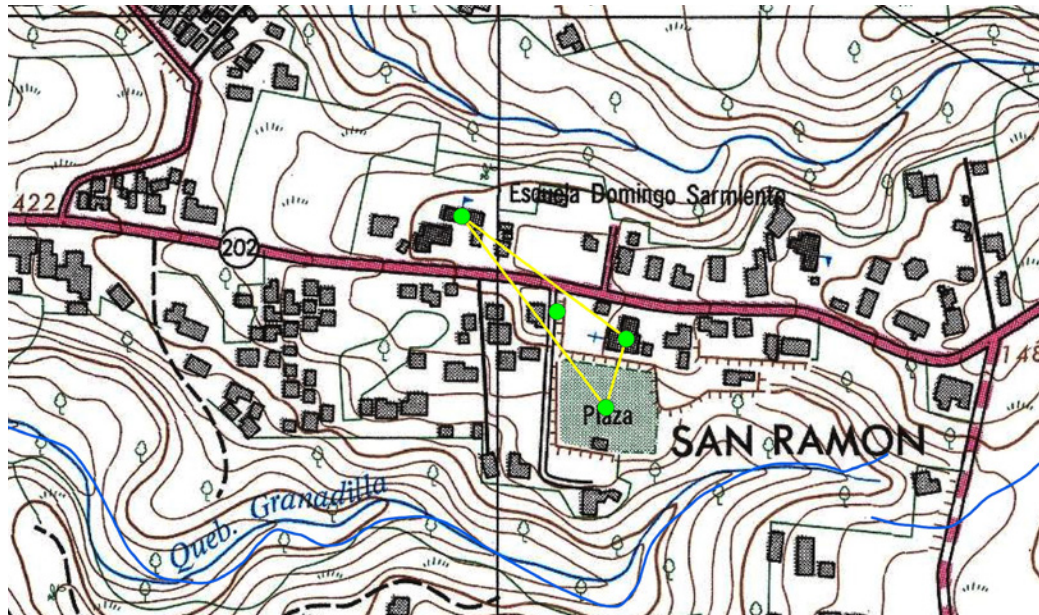


Imagen 2: Ubicación del centro del círculo los más cerca posible de la plaza, escuela y templo católico.

SIMBOLOGÍA

● Puntos de referencia

— Triángulo generado

— Red hídrica

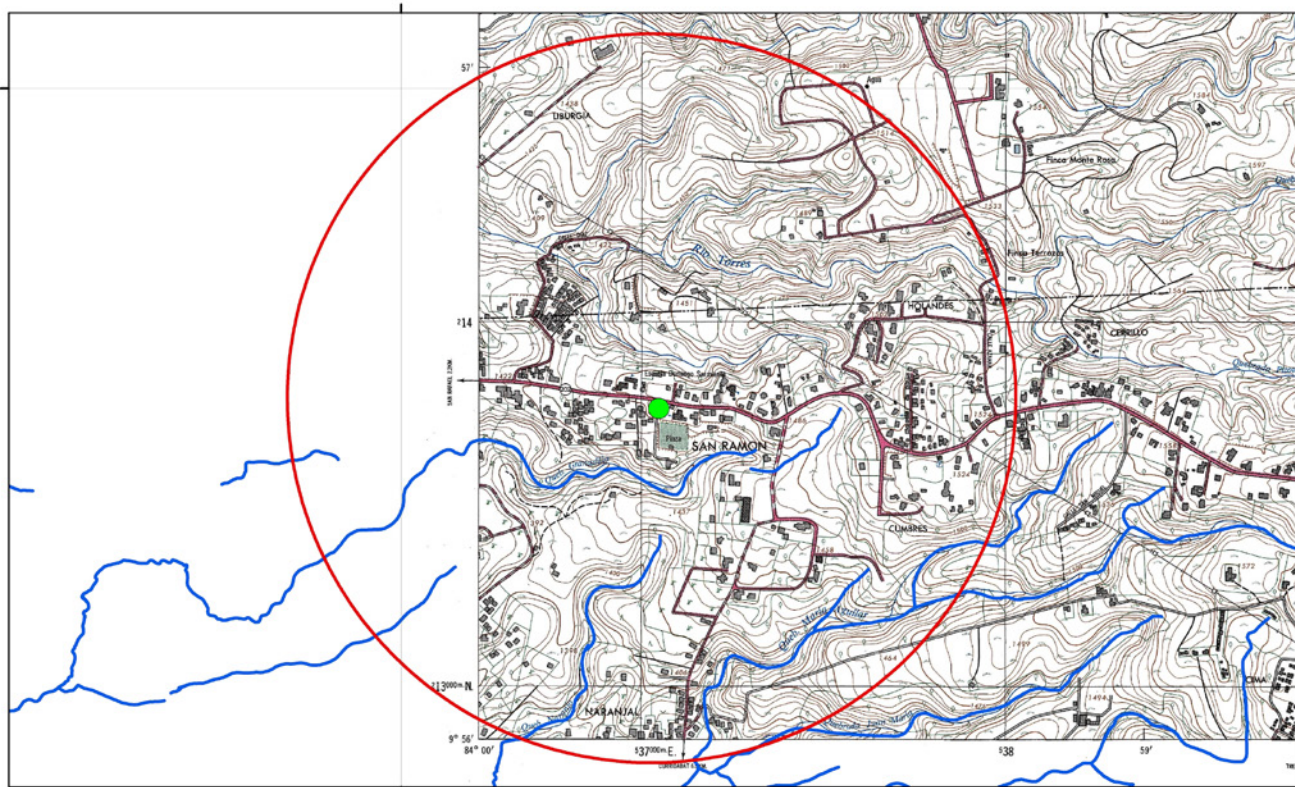


Imagen 3: Trazo de círculo con un radio de 1000 metros, sobre el poblado.

SIMBOLOGÍA

- Puntos de referencia
- Círculo 1km
- Red hídrica

Una vez determinado si el río, quebrada o arroyo a delimitar digitalmente, se encuentra en una zona urbana o rural, es posible aplicar el paso a paso la delimitación del área de protección, a partir del porcentaje de pendiente.

PASO 1. GENERACIÓN DE LÍNEAS BASE.

Realizar una proyección o buffer, a partir de la red hídrica 2005 y de la red hídrica 2017, sobre las ortofotos 2017, a 10 metros y a 50 metros (ver imagen 4) para tener una línea base. A partir de ahí, se generaron líneas perpendiculares, desde el margen del río (de 50 metros, según lo estipulado por el INVU) en lugares estratégicos en donde se podían observar cambios de pendiente, con respecto a las curvas de nivel (ver imagen 5).

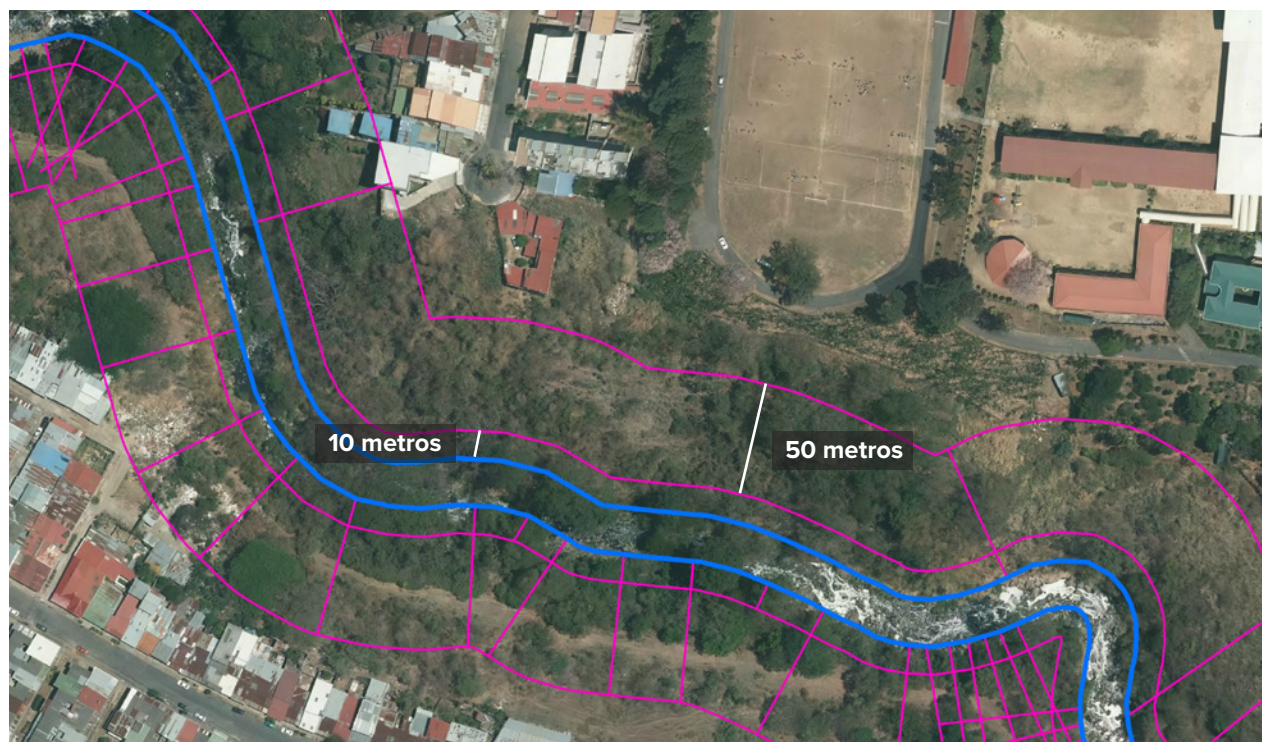


Imagen 4: Líneas guía del área de protección, con proyección de la red hídrica a 10 metros y a 50 metros del margen del río.





SIMBOLOGÍA

	Red Hídrica
	Guía de área de protección



Imagen 5: Demostración de capa de curvas de nivel cada 2 metros.

SIMBOLOGÍA

-  Curvas intermedias
-  Curvas madre
-  Red hídrica
-  Guía de área de protección

PASO 2. DETERMINACIÓN DE PUNTOS MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE ALTURA A PARTIR DE CURVAS DE NIVEL.

Una vez identificados los lugares estratégicos para corroborar la pendiente, se tomó la altura del punto máximo y del punto mínimo sobre el nivel del mar, en la línea de 50 metros de longitud, que se generó en el Paso 1, con la ayuda de un modelo digital del terreno (MDT) basado en las curvas de nivel, cada 2 metros, para determinar el área de protección que corresponda, según su pendiente (10 metros en terreno plano urbano, 15 en terreno plano rural o 50 metros en terreno quebrado).

EJEMPLO 1. TERRENO QUEBRADO

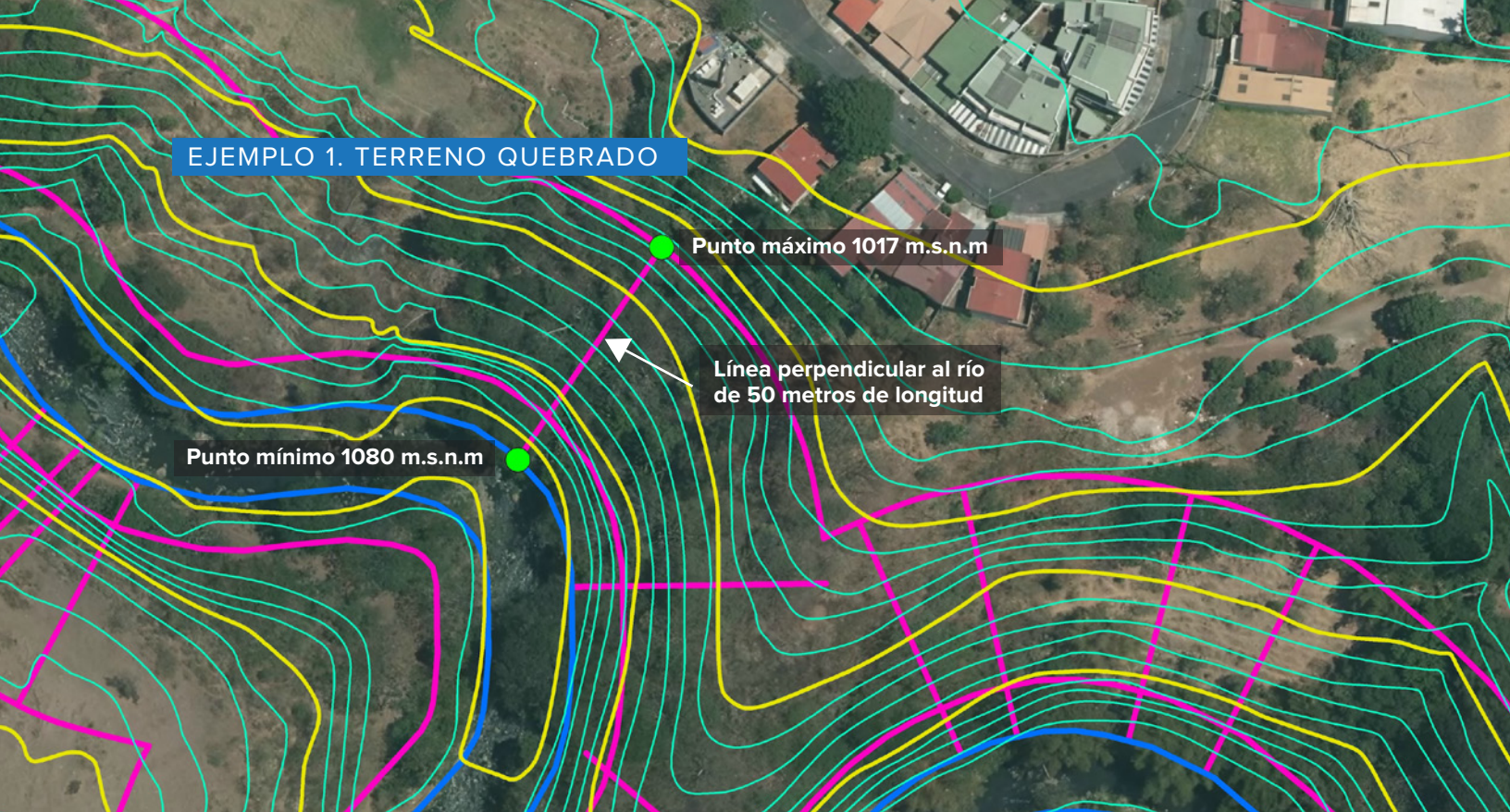


Imagen 6: Determinación del punto máximo y mínimo sobre el nivel del mar, a partir de las curvas de nivel, generadas cada 2 metros, en una línea de 50 metros de longitud.

SIMBOLOGÍA

- Puntos de referencia
- Curvas intermedias
- Curvas madre
- Red hídrica
- Guía de área de protección

PASO 3. APLICACIÓN DE LA FÓRMULA.

Para lograr la determinación del porcentaje de la pendiente, se aplica la siguiente fórmula:

$$\%Pendiente = \frac{\Delta H}{\Delta D} * 100$$

En donde “ ΔH ” corresponde a la diferencia de altura entre el punto de altura máxima y el punto de altura mínimo de cada una de las líneas, que van desde el margen del río hasta la línea de 50 metros de longitud, colocada como base y “ ΔD ” corresponde a

50 metros que son los estipulados por el INVU, los cuales corresponden a la distancia máxima a la que se puede extenderse el área de protección. Con base en lo anterior, completamos la fórmula, utilizando los datos obtenidos en el tramo de área de protección, analizada en el **Ejemplo 1**, de la siguiente manera:

$$\%Pendiente = \frac{(1107 - 1080)}{50m} * 100 = 54\%$$

El resultado obtenido, indica que la pendiente del área de protección, en el tramo analizado, es de 54%. Una vez obtenido el porcentaje de pendiente, podemos determinar el área de protección que le corresponde, aplicando el marco legal vigente. Así, de conformidad con el inciso v) del artículo 2 del Reglamento a la Ley Forestal (Decreto Ejecutivo N°25721), que define terrenos quebrados como **“aquellos con una pendiente promedio superior al 40%”**, en concordancia con el artículo 33 inciso b) de la Ley Forestal N°7575, que señala que **“(…) Se declaran áreas de protección (…) una franja de 50 metros horizontales, si el terreno es quebrado”**.

Podemos concluir que, en la sección de terreno analizada en el **Ejemplo 1**, el área de protección corresponde a 50 metros.

PASO 4. PROYECCIÓN DEL ÁREA DE PROTECCIÓN.

Siguiendo las líneas base y aplicando los artículos de la Ley Forestal y su reglamento, previamente señalados, se realizó un polígono a lo largo del río, el cual corresponde a la delimitación del área de protección, que en el caso del **Ejemplo 1**, corresponde a 50 metros.

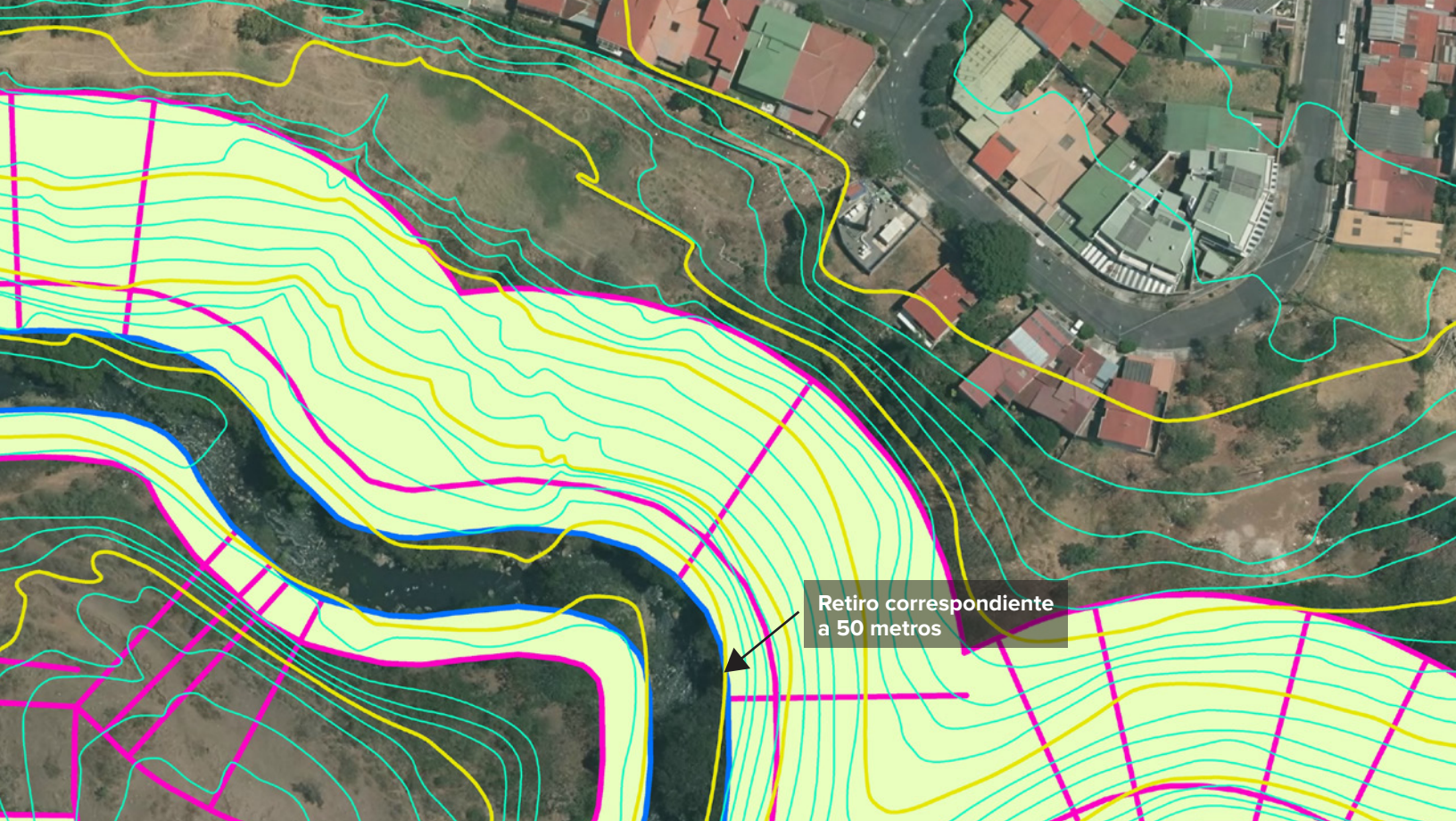


Imagen 7: Área de protección de 50 metros.

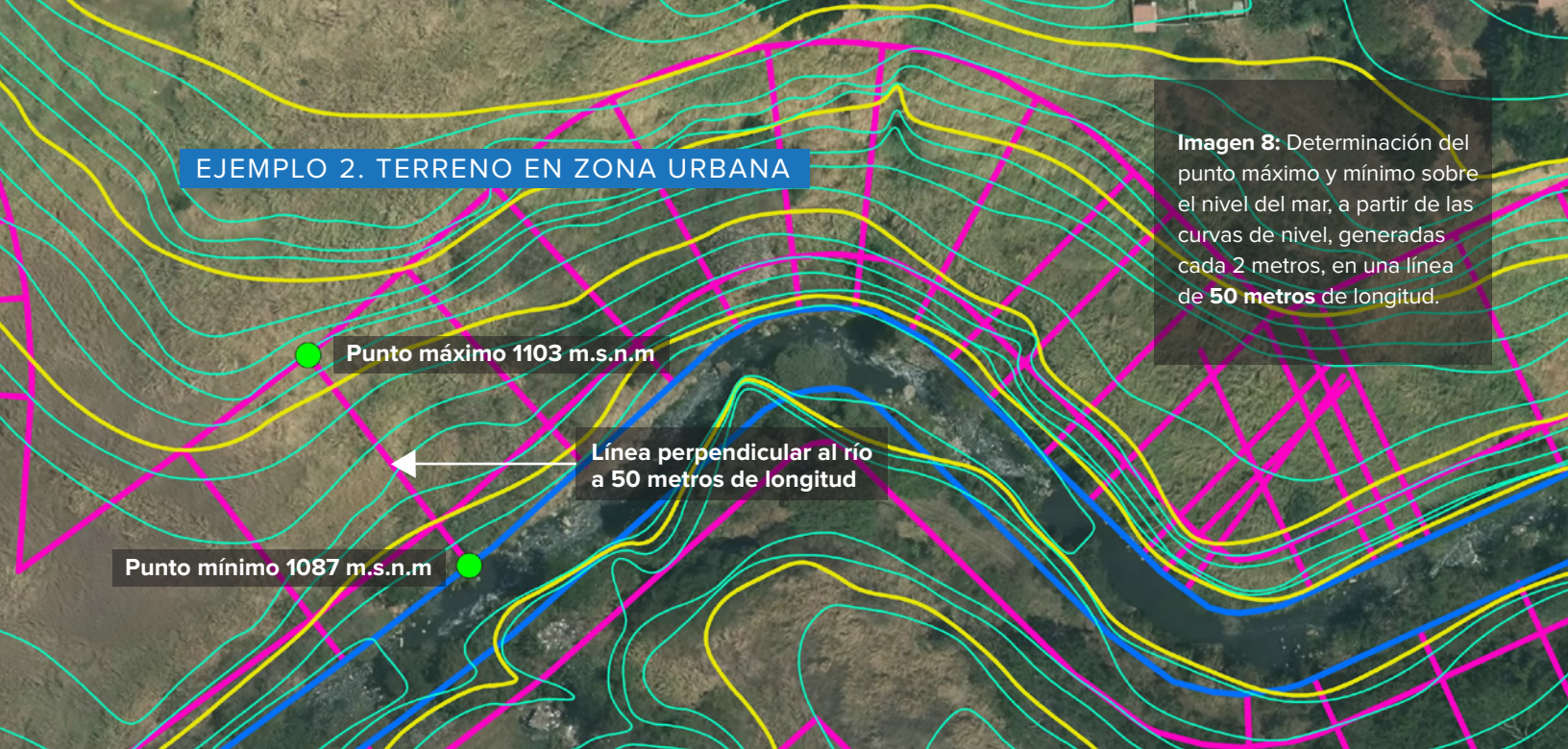
SIMBOLOGÍA

- Curvas intermedias
- Curvas madre
- Red hídrica
- Guía de área de protección
- Polígono área de protección

Para el caso de los terrenos planos en zonas urbanas tenemos que estar seguros de que la zona a estudiar se encuentre dentro del radio de 1000 metros estipulado en los pasos preliminares y seguimos los mismos pasos 1, 2 y 3 anteriormente descritos, para obtener la altura máxima y la altura mínima sobre el nivel del mar, a partir de las curvas de nivel cada 2 metros y la aplicación de la fórmula de determinación del porcentaje de pendiente.

EJEMPLO 2. TERRENO EN ZONA URBANA

Imagen 8: Determinación del punto máximo y mínimo sobre el nivel del mar, a partir de las curvas de nivel, generadas cada 2 metros, en una línea de **50 metros** de longitud.



SIMBOLOGÍA

- Puntos de referencia
- Curvas intermedias
- Curvas madre
- Red hídrica
- Guía de área de protección

Utilizando los datos obtenidos en el **Ejemplo 2** para terrenos plano, aplicamos la fórmula de la siguiente manera:

$$\%Pendiente = \frac{(1103 - 1087)}{50m} * 100 = 32\%$$

El resultado obtenido, indica que la pendiente del área de protección, en el tramo analizado, es de 32%. Una vez obtenido el porcentaje de pendiente, podemos determinar el área de protección que le corresponde, aplicando el marco legal vigente. Así, de conformidad con el inciso v) del artículo 2 del Reglamento a la Ley Forestal (Decreto Ejecutivo N°25721), que define terrenos quebrados como **“aquellos con una pendiente promedio superior al 40%”**, en concordancia con el artículo 33 inciso b) de la Ley Forestal N°7575, que señala que **“se declaran áreas de protección (...) una franja de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano (...)”**.

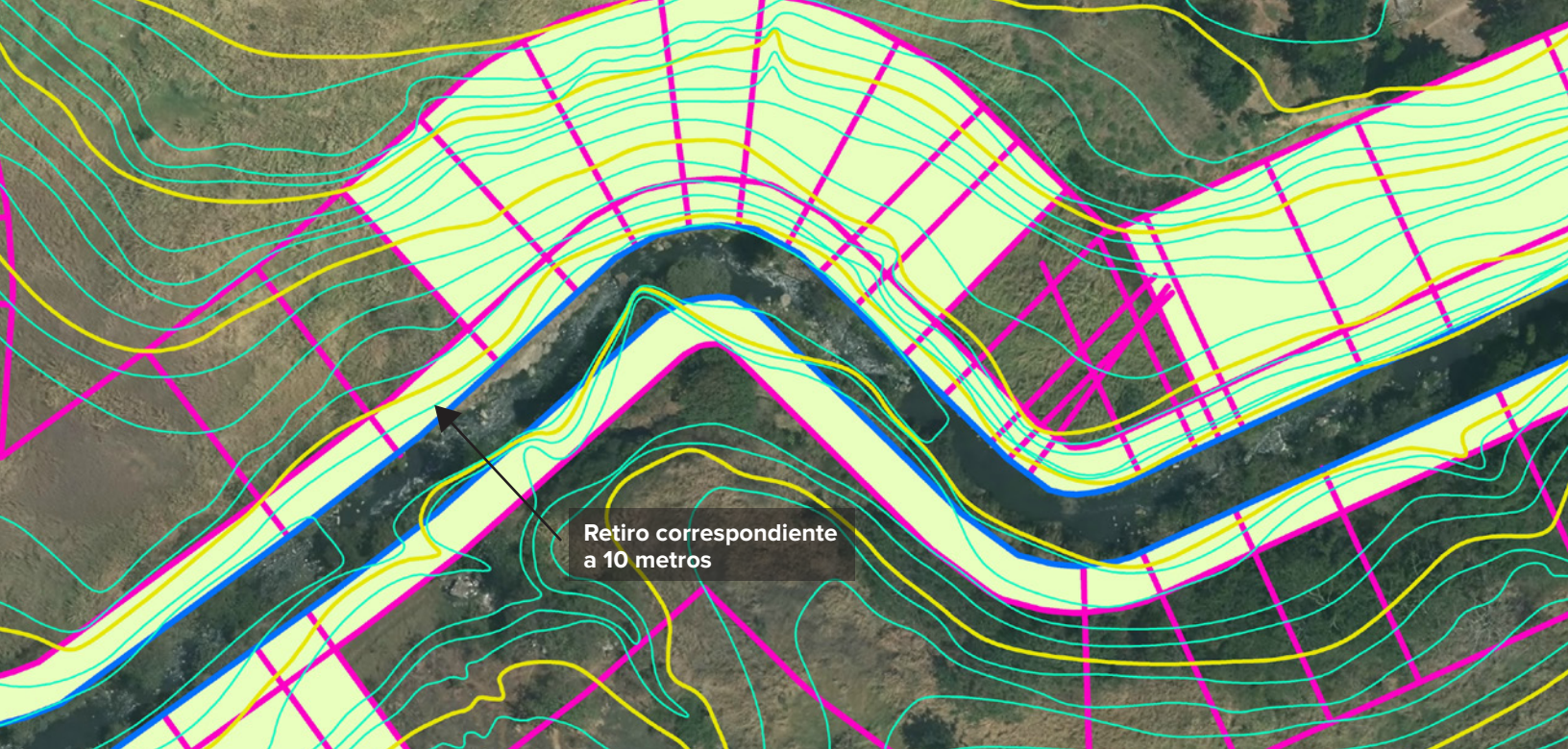







Imagen 9: Área de protección de 10 metros.

SIMBOLOGÍA

	Curvas intermedias
	Curvas madre
	Red hídrica
	Guía de área de protección
	Polígono área de protección

Al tratarse de un territorio definido como **urbano** según los criterios del INVU, podemos concluir que, en la sección de terreno analizada en el **Ejemplo 2**, el área de protección corresponde a **10 metros**.

Para el caso de los terrenos planos en zonas rural, así definidos a partir de la aplicación de los “Pasos Preliminares” descritos en la presente metodología, se aplican los mismos Pasos 1, 2 y 3 anteriormente descritos, para obtener la altura máxima y la altura mínima sobre el nivel del mar, a partir de las curvas de nivel cada 2 metros y la aplicación de la fórmula de determinación del porcentaje de pendiente.

EJEMPLO 3. TERRENO EN ZONA RURAL

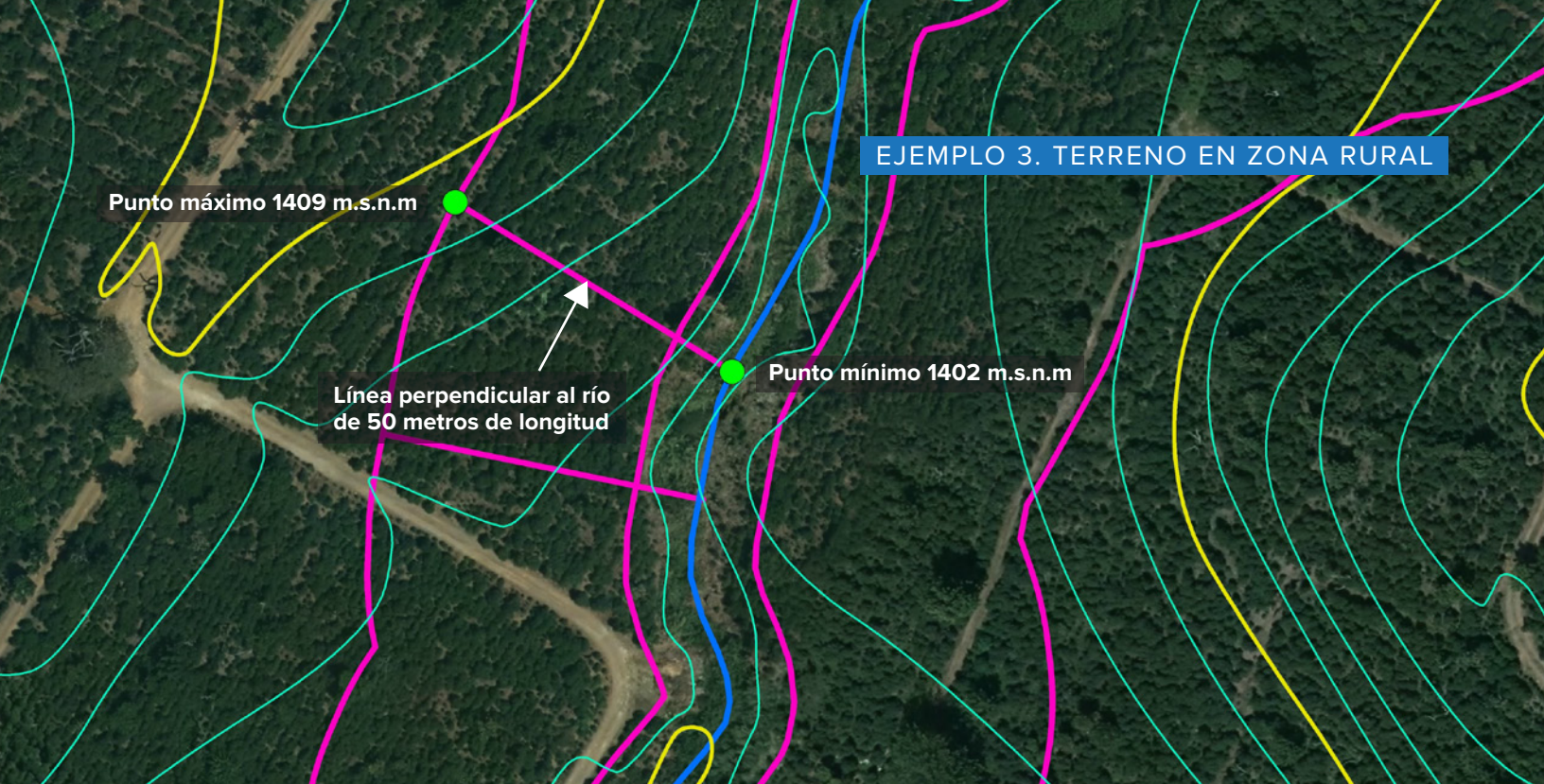







Imagen 10: Determinación del punto máximo y mínimo sobre el nivel del mar, a partir de las curvas de nivel, generadas cada 2 metros, en una línea de 50 metros de longitud.

SIMBOLOGÍA

-  Puntos de referencia
-  Curvas intermedias
-  Curvas madre
-  Red hídrica
-  Guía de área de protección

Utilizando los datos obtenidos en el Ejemplo 3 para terrenos plano, aplicamos la fórmula de la siguiente manera:

$$\%Pendiente = \frac{(1409 - 1402)}{50m} * 100 = 14\%$$

El resultado obtenido, indica que la pendiente del área de protección, en el tramo analizado, es de 14%. Una vez obtenido el porcentaje de pendiente, podemos determinar el área de protección que le corresponde, aplicando el marco legal vigente. Así, de conformidad con el inciso v) del artículo 2 del Reglamento a la Ley Forestal (Decreto Ejecutivo N°25721), que define terrenos quebrados como

“aquellos con una pendiente promedio superior al 40%”, en concordancia con el artículo 33 inciso b) de la Ley Forestal N°7575, que señala que “se declaran áreas de protección (...) una franja de quince (15) metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano (...)”.

Al tratarse de un territorio definido como rural según los criterios del INVU, descritos en la sección de Pasos Preliminares de la presente metodología, podemos concluir que, en la sección de terreno analizada en el **Ejemplo 3**, el área de protección corresponde a **15 metros**.

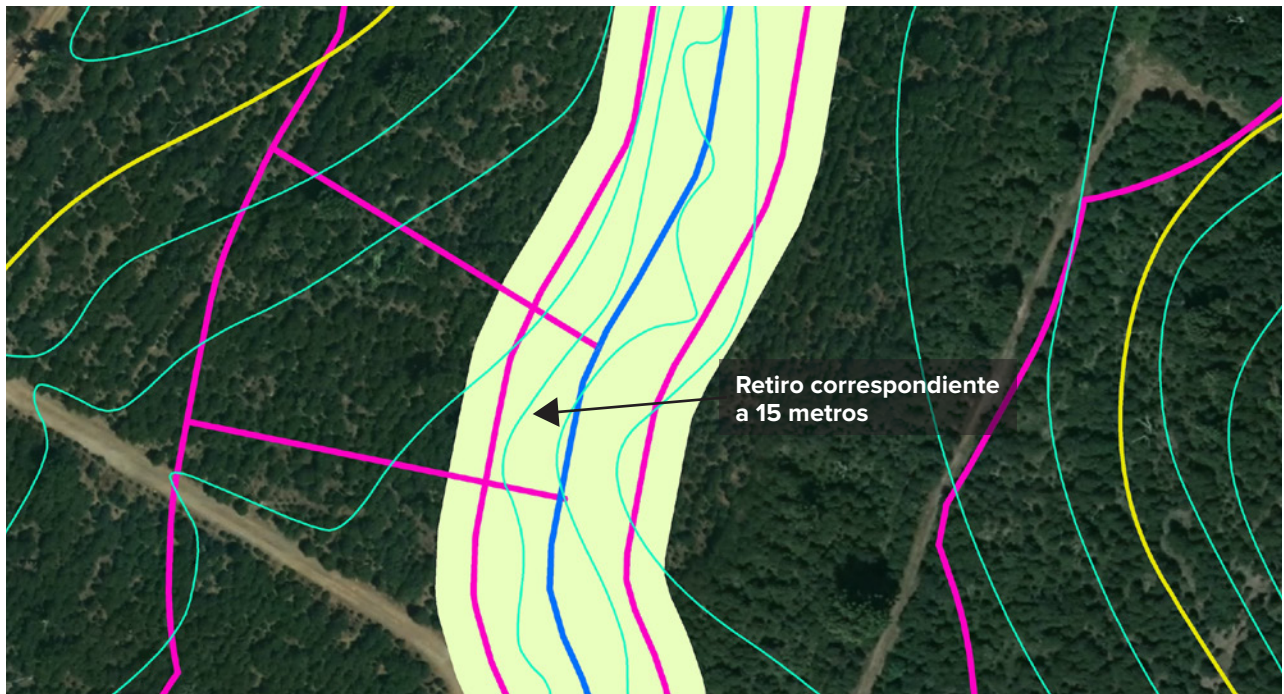


Imagen 11: Área de protección de 15 metros correspondiente a un predio plano ubicado en zona rural.

SIMBOLOGÍA

- Curvas intermedias
- Curvas madre
- Red hídrica
- Guía de área de protección
- Polígono área de protección

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN UN SITIO PILOTO: EL CASO DEL RÍO MARÍA AGUILAR Y SUS AFLUENTES

RESULTADOS.

- Mediante la aplicación de la “*Metodología para la delimitación digital las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos*”, en el río María Aguilar y sus afluentes, se logró determinar con precisión, los tramos cuya área de proyección corresponde a 10, 15 o a 50 metros, proporcionando insumos técnicos para ordenar el cumplimiento del artículo 33 inciso b) de la Ley Forestal No. 7575.



Imagen 12: Área de protección de 10 metros o 50 metros, según la pendiente del terreno.

SIMBOLOGÍA

Red hídrica



Polígono área de protección

- La aplicación de la *“Metodología para la delimitación digital las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos”* permite identificar, a partir de fotointerpretación, sitios aparentemente invadidos por infraestructura gris, dentro del área de protección. En el caso piloto desarrollado en el río María Aguilar y sus afluentes, en el año 2019, se logró identificar que existen 18 ha aproximadamente, con esta condición.



Imagen 13: Capa de aparentes invasiones, sobrepuesta con capa del área de protección.

SIMBOLOGÍA

- Red hídrica
- Aparente invasión
- Polígono área de protección

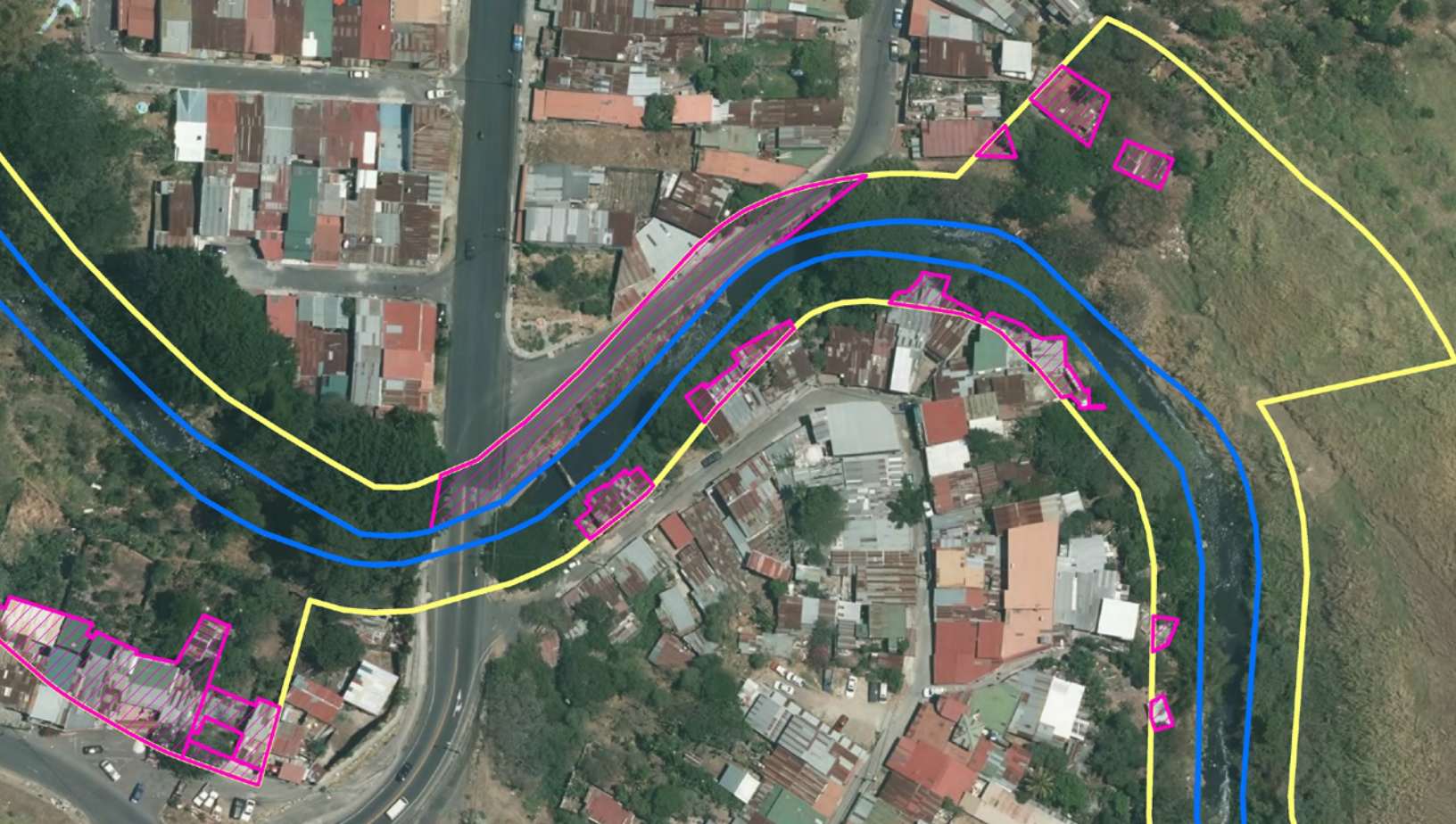


Imagen 14: Capa de aparentes invasiones, sobrepuesta con capa del área de protección.

SIMBOLOGÍA

- Red Hídrica
- Polígono área de protección
- ▨ Aparente invasión

CORREDOR BIOLÓGICO INTERURBANO RÍO MARÍA AGUILAR
 CBIMA: ÁREA DE PROTECCIÓN

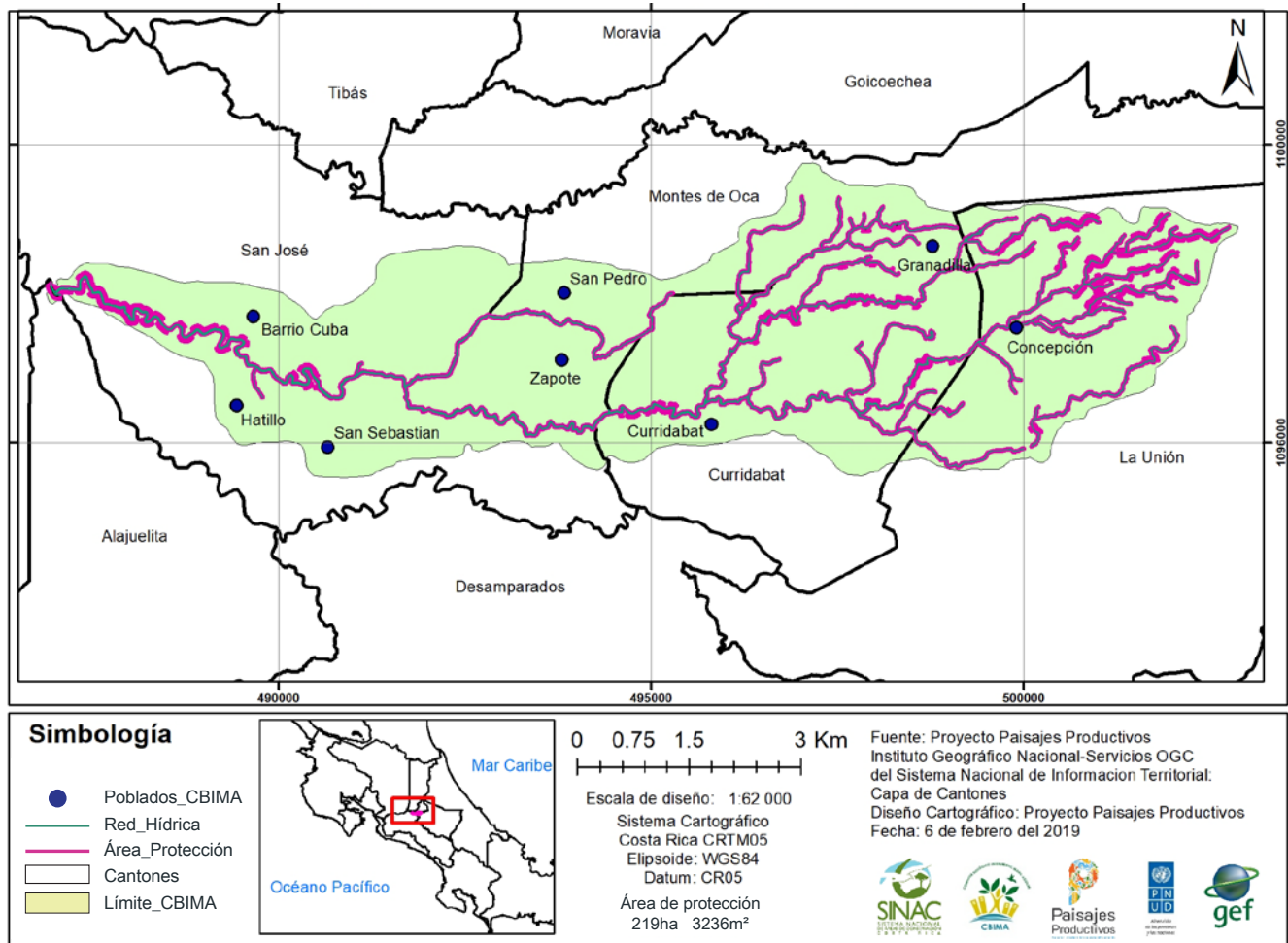


Imagen 15: Mapa de áreas de protección de ríos y quebradas que conforman el Corredor Biológico Interurbano María Aguilar (CBIMA), donde se aplicó la “Metodología para la delimitación digital las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos”.

HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES.

I. La primera experiencia piloto de aplicación de la ***“Metodología para la delimitación digital las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos”*** realizada a lo largo de los 104 kilómetros de la subcuenca río María Aguilar y sus afluentes, brindó resultados muy satisfactorios, por lo que se recomienda la oficialización de dicha metodología por parte del INVU, para su aplicación en otras cuencas prioritarias.

II. Según los criterios del INVU, el territorio donde se aplicó la metodología como plan piloto (río María Aguilar y sus afluentes), clasifica mayoritariamente como zona urbana, con algunos afluentes en zonas clasificables como rurales, en las partes altas de la subcuenca.

III. Al aplicar ***“Metodología para la delimitación digital las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos”***, se logró identificar que existen al menos 18 ha que se encuentran aparentemente invadidas por construcciones de algún tipo, según la fotointerpretación del área estudiada, sin embargo, para determinar con certeza el porcentaje de área de protección que se encuentra invadida, según los términos de los artículos 33, 34 y 58 de la Ley Forestal No. 7575, es necesario apoyarse de otras herramientas complementarias a la “Metodología”, como por ejemplo, un mapeo de uso de suelo, el monitoreo permanente de pérdida y ganancia de cobertura forestal e inspecciones de campo, tanto para la localización de posibles invasiones que no es posible identificar a través de fotointerpretación, como para evaluar la calidad de la cobertura arbórea existente y del suelo bajo dicha cobertura.

IV. Los datos proporcionados a partir de la aplicación de la ***“Metodología para la delimitación digital las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos”***, son insumos clave para uso de las instituciones en la toma de decisiones y para referencia de la ciudadanía en general. Sin embargo, no sustituye la necesidad de cumplir con el requisito de solicitar el alineamiento fluvial al INVU, para cada construcción, ampliación o desarrollo inmobiliario, en un predio específico, esto tanto por un tema de precisión, escala y especificidad, como de competencia institucional, otorgada con rango de ley.

V. La información generada aplicando la *“Metodología para la delimitación digital las áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos”* debe estar disponible para las instituciones y personas particulares interesadas, puedan acceder a ella, de forma ágil, económica y transparente. Para lo cual se recomienda su inclusión en el SNIT.



Foto: Río María Aguilar, PNUD, 2019.

REFERENCIAS

Contraloría General de la República. (2014). Informe DFOE-AE-IF-14-2014 Auditoría de carácter especial acerca del cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Ley Forestal No. 7575, para el resguardo de las áreas de protección de los ríos ubicados en la Gran Área Metropolitana.

Decreto Ejecutivo N°25721 Reglamento a la Ley Forestal. Diario Oficial La Gaceta N° 16, San José, Costa Rica, 23 de enero de 1997.

Instituto Geográfico Nacional & Registro Nacional. (2017). Curvas de nivel cada 2 metros 1:1000 (Costa Rica). Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

Instituto Geográfico Nacional & Registro Nacional. (2017). División política administrativa y poblados 1:50.000 (Costa Rica). Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

Instituto Geográfico Nacional & Registro Nacional. (2017). Modelos digitales de terreno. Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

Instituto Geográfico Nacional & Registro Nacional. (2017). Mosaico de Ortofotos 1:1000 (Costa Rica). Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

Instituto Geográfico Nacional & Registro Nacional. (2017). Red Hídrica 1:1000 (Costa Rica). Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

Fiscalía General de la República de Costa Rica. (2010). Circular administrativa 02-PPP-2010, Política de persecución de los delitos ambientales.

Ley N° 7575. Diario Oficial La Gaceta N° 72 Alcance 21, San José, Costa Rica, 14 de abril de 1996.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

