

Metodología multi-escala para la zonificación de amenaza por inundaciones

Verónica Botero Fernández, M.Sc., Ph.D.
Directora Departamento de Geociencias y Medio Ambiente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MINAS

Seminario Internacional de Geomática
Octubre 2013

Objetivos

- Evaluar antecedentes de inundación en Colombia
- Definir una tipología por la clasificación de las inundaciones
- Definir metodologías y criterios para la elaboración de cartografía de amenaza por inundación en escala 1:500.000.
- Definir criterios metodológicos para la elaboración de cartografía de amenaza por inundación para escalas medias y finas 1:100000, 1:25000.
- Ofrecer una referencia para las personas interesadas en la elaboración, interpretación o revisión de mapas de amenaza por inundaciones.

Antecedentes

- No hay reglamentación clara
- Código de los Recursos Naturales (Decreto Ley 2811 de 1974):
 - Normas para adjudicar la propiedad
 - No presenta la definición de las zonas inundables
 - Vacíos en las normas existentes
- El Decreto Ley 919 de 1989 establece la necesidad de formular un Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres – PNPAD
- El documento CONPES 3318 del 29 de noviembre de 2004, autorizó a la Nación a contratar empréstitos externos con la Banca Multilateral destinado a financiar el Programa de Reducción de la Vulnerabilidad Fiscal del Estado frente a los Desastres Naturales (denominado Programa APL)

Introducción

- Emergencia invernal 2010-2011
- Declaración de emergencia nacional
- **Proyecto de mapeo nacional de la amenaza.**
- Tres escalas: nacional (1:500000); regional (1:100000) y local (1:25000 o mayor).



Tipificación de inundaciones

Características:

- Tiempo de arribo:
 - Subito: minutos
 - Moderado: Horas
 - Lento: Días
- Duración:
 - Horas
 - Días
 - Semanas
- Magnitud:
 - Metros
 - Decámetros
 - Hectómetros
 - Kilómetros
- Tipo de Flujo
 - Avenidas de Agua
 - Flujo de Lodos
 - Flujo de Escombros



Tipificación de inundaciones (Cont.)

Variables físicas:

- Entorno Geomorfológico

- Zona Litoral
- Deltas y Estuarios
- Ciénagas interiores y llanuras aluviales con control del mar
- Ciénagas interiores y llanuras aluviales con control Fluvial
- Piedemontes:
 - Piedemonte Abierto
 - Piedemonte Confinado
- Cañones
- Vertiente
- Terrazas y Colinas

- Mecanismo de Generación

- Marejadas (astronómicas y meteorológicas)
- Tsunamis
- Liberación súbita de grandes masas de agua provenientes de embalses o de grandes cuerpos de agua
- Pluviales
- Fluviales:
 - Fluviales hidrológicas
 - Fluviales geomorfológicas
- Seiches (Lagos y Embalses)
- Represamientos no intencionales de agua
 - Represamientos naturales
 - Represamientos antropogénicos
- Rompimiento de obras de protección
- Terremotos
- Erupciones volcánicas
- Desprendimiento de masa glaciar

Tipificación de inundaciones (Cont.)

Cobertura:

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Territorios Artificializados	Zonas Urbanizadas	Tejido urbano continuo
		Tejido urbano discontinuo
	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	Zonas industriales o comerciales
		Red vial, ferroviarias y terrenos asociados
		Zonas portuarias
		Aeropuertos
		Obras hidráulicas
	Zonas de extracción minera y escombreras	Zonas de extracción minera
		Escombreras y vertederos
	Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	Zonas verdes urbanas
		Instalaciones recreativas

Tipificación de inundaciones (Cont.)

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Territorios Agrícolas	Cultivos anuales o transitorios	Otros cultivos anuales o transitorios
		Algodón
		Arroz
	Papa	
	Cultivos permanentes	Otros cultivos permanentes
		Caña de azúcar
		Caña panelera
		Banano y plátano
		Café
		Cacao
		Palma africana
		Frutales
	Pastos	Cultivos confinados
		Pastos limpios
		Pastos arbolados
	Áreas agrícolas heterogéneas	Pastos enmalezados o enrastrojados
Mosaico de cultivos		
Mosaico de pastos y cultivos		
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales		
Mosaico de pastos con espacios naturales		

Tipificación de inundaciones (Cont.)

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Bosques y Áreas Seminaturales	Bosques	Bosque natural denso
		Bosque natural fragmentado
		Bosque de galería y/o ripario
		Bosque de mangle
		Bosque Plantado
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Pastos naturales y sabanas
		Arbustos y matorrales
		Vegetación esclerófila y/o espinosa
		Vegetación de páramo y subpáramo
		Vegetación rupícola
	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	Playas, arenales y dunas
		Afloramientos rocosos
		Tierras desnudas o degradadas
		Zonas quemadas
		Zonas glaciares y nivales

Tipificación de inundaciones (Cont.)

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Áreas Húmedas	Áreas húmedas continentales	Ríos
		Lagunas, lagos y ciénagas naturales
		Canales
		Embalses y cuerpos de agua
	Aguas marítimas	Lagunas costeras
		Estuarios
		Mares y océanos
		Estanques para acuicultura

Tipificación de inundaciones (Cont.)

Evaluación:

- Fuerte influencia de la geomorfología en la respuesta y en los mecanismos generadores de las inundaciones.
- La ocupación juega un papel importante en el tiempo de ascenso, la duración y la magnitud de las inundaciones, no tiene influencia en el tipo de flujo.
- Las unidades que tienen asociadas la menor cantidad de mecanismos generadores de inundaciones son las terrazas y colinas.
- La unidad geomorfológica con el mayor número de mecanismos generadores de inundaciones son las unidades de piedemonte.

Tipificación de inundaciones (Cont.)

Evaluación (cont.)

- Piedemontes abiertos y confinados:
 - Diferencia: Inundaciones causadas por erupciones volcánicas
 - Mayor cantidad de mecanismos asociados a inundaciones
 - Combinaciones más amenazantes:
 - Tiempos de ascenso súbitos
 - Duraciones de semanas
 - Magnitudes de metros, decámetros y hectómetros
 - Flujos de escombros
 - Deben ser considerados en todo momento como zonas de amenaza alta.
- Los terrenos artificializados generan nuevos mecanismos en vertientes y cañones
- Efecto mitigante que tienen los bosques y áreas seminaturales y los terrenos agrícolas en las tablas de caracterización.
- Terrenos artificializados:
 - Dimensiones de metros “M”
 - En áreas urbanas se pueden tener inundaciones que solamente se ven en escala métrica.
 - Se necesita información muy detallada

- Mapa de Sistemas Morfogénicos del Territorio Colombiano (IDEAM 2010)
 - Escala 1:500.000,
 - Proporcionado por el IDEAM
- Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos (IDEAM, IGAC et al. 2007)
 - escala 1:500.000
 - Proporcionado por el IDEAM.

Metodología 1:500.000 (cont)

- **Método geomorfológico:**

- 1. **Delimitación del entorno físico:**

- **Elementos geomorfológicos:**

- Zona Litoral
 - Deltas y Estuarios
 - Ciénagas interiores y llanuras aluviales con control del mar
 - Ciénagas interiores y llanuras aluviales con control Fluvial
 - Piedemonte Abierto
 - Piedemonte Confinado
 - Cañones
 - Vertientes
 - Terrazas y Colinas

- **Cobertura del suelo:**

- Según nivel 1 de Clasificación

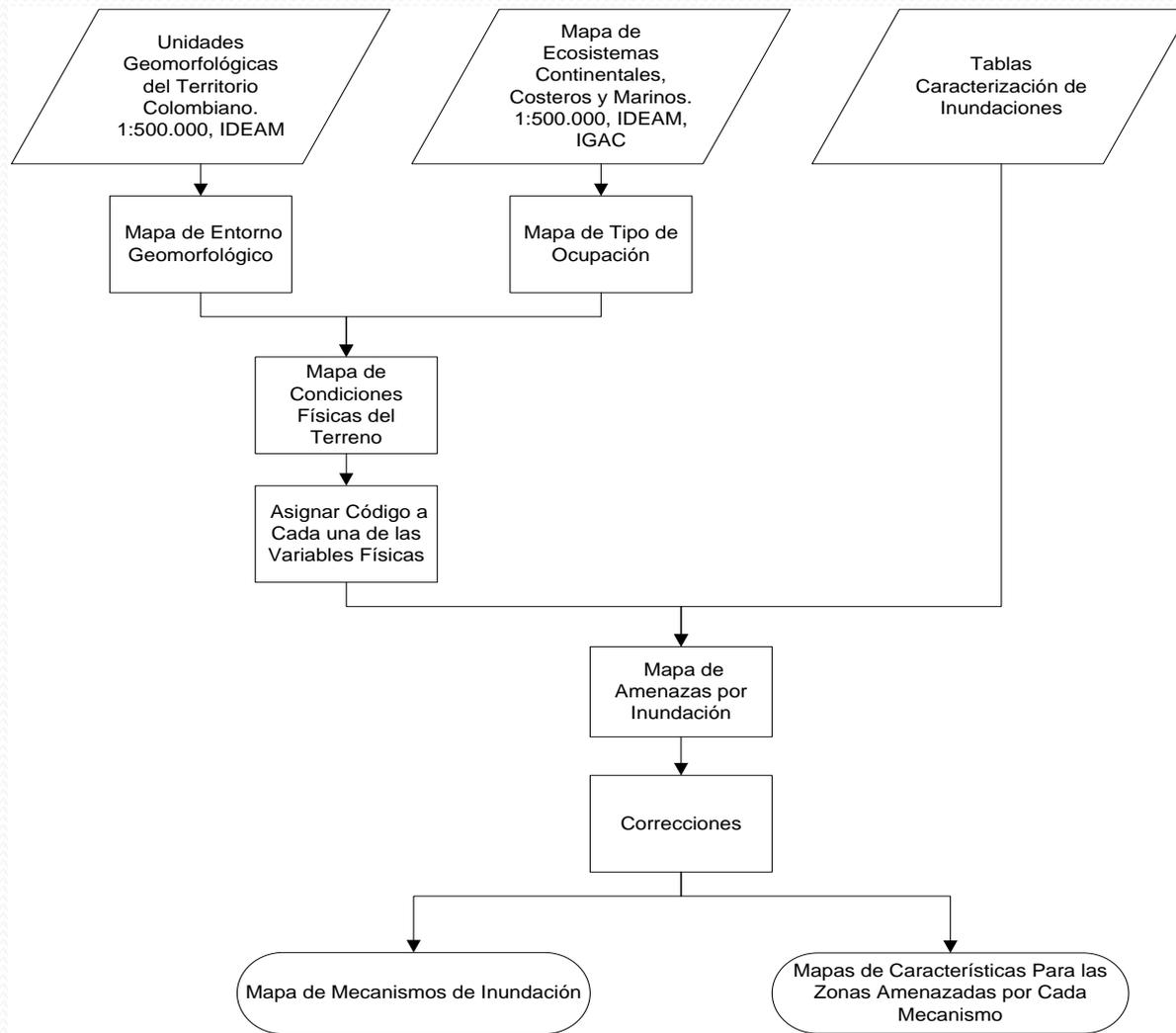
del Corine Land Cover:

- Territorios Artificializados
- Territorios Agrícolas
- Bosques y Áreas Seminaturales
- Áreas abiertas, sin o con poca vegetación

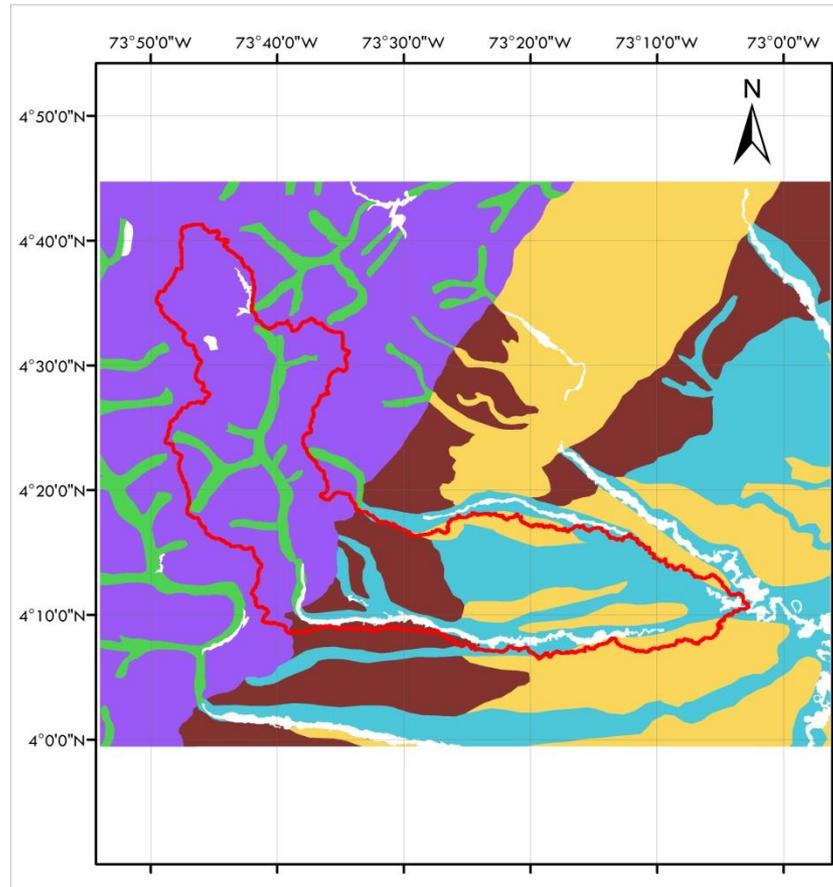
Metodología 1:500.000 (cont)

- Método geomorfológico (cont.):
 2. Asignación de amenaza al entorno físico:
 - Fijar valores a los parámetros que definen la amenaza:
 - Dimensión
 - Tiempos de ascenso
 - Tiempos de duración del evento
 - Mecanismos de generación
 - Tipo de flujo

Metodología 1:500.000



Resultados y Análisis de Resultados



CRITERIOS METODOLÓGICOS MÍNIMOS PARA LA ELABORACIÓN
E INTERPRETACIÓN CARTOGRÁFICA DE ZONIFICACIONES
DE AMENAZA POR INUNDACIONES FLUVIALES PARA EL TERRITORIO
COLOMBIANO CON UNA APLICACIÓN PRÁCTICA DE DOS ÁREAS PILOTO
(INUNDACIONES LENTAS Y SÚBITAS) FASE I

CUENCA: RÍO GUATIQUÍA

Entorno Geomorfológico

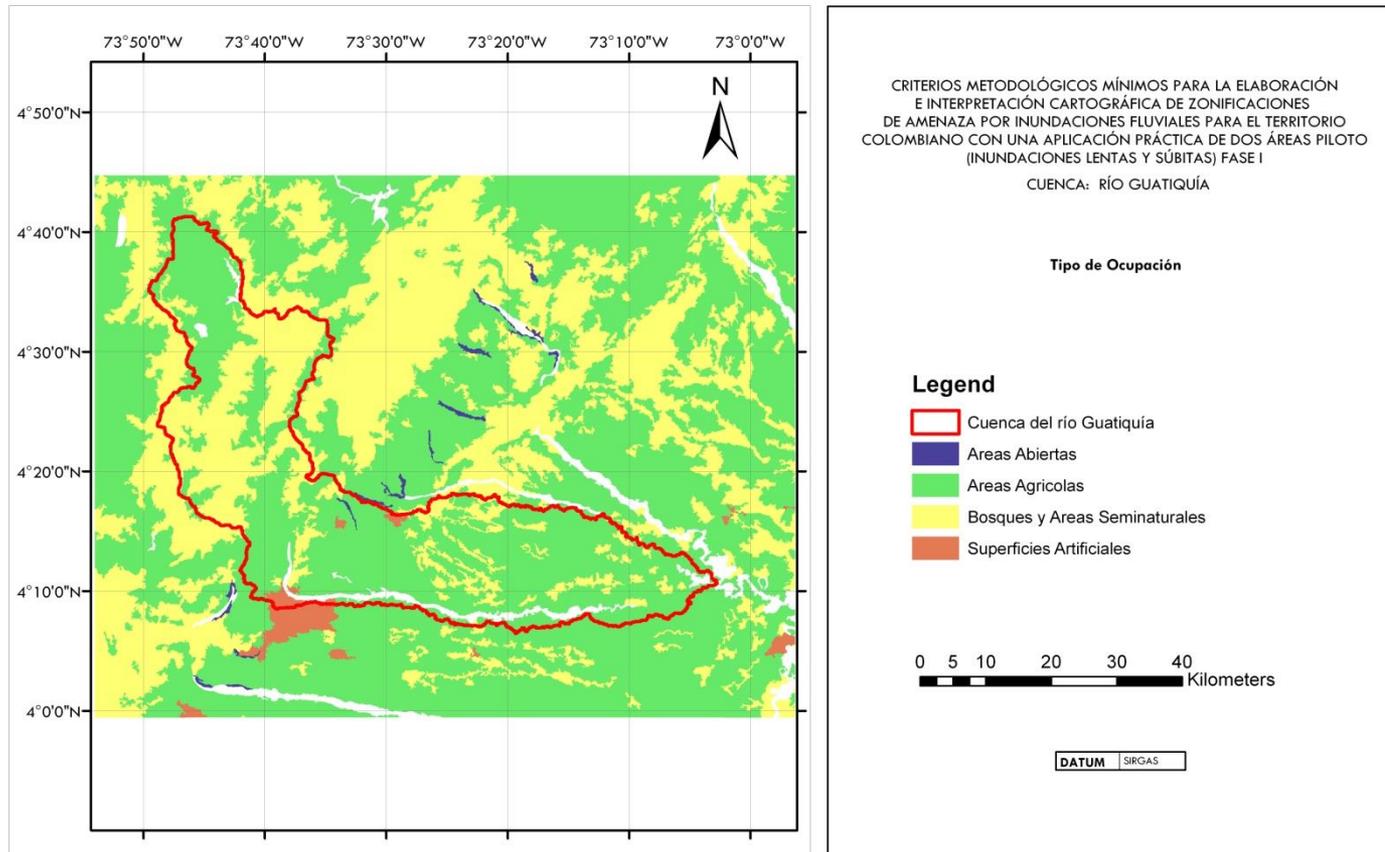
Legend

-  Cuenca del río Guatiquía
-  Cañones
-  Ciénagas y Llanuras Aluviales con Control Fluvial
-  Piedemonte Abierto
-  Terrazas y Colinas
-  Vertientes

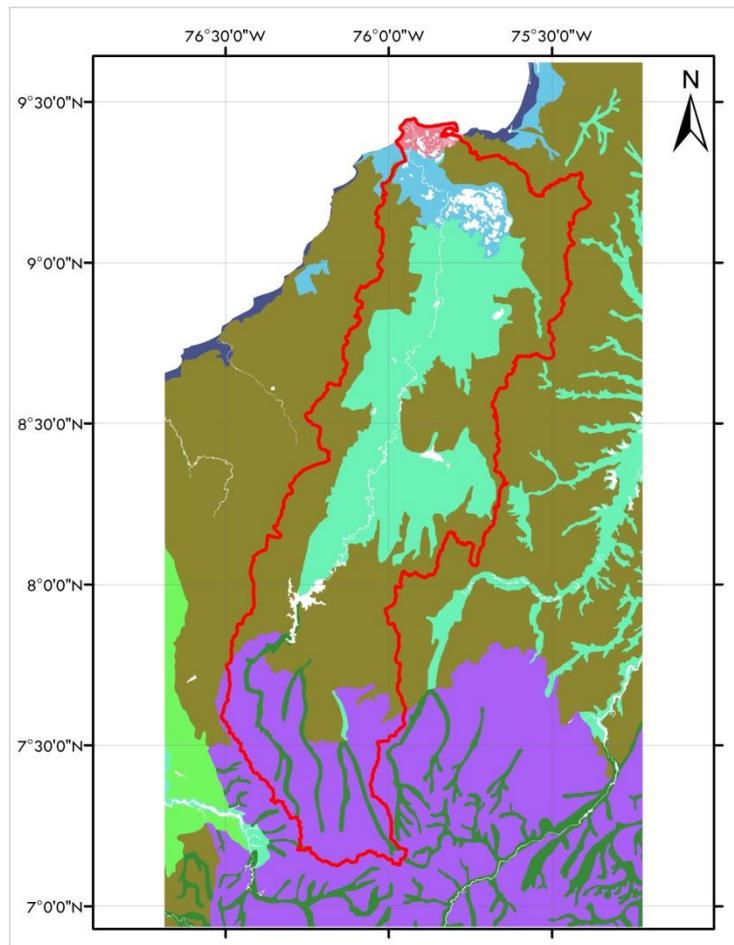
0 5 10 20 30 40
Kilometers

DATUM SIRGAS

Resultados y Análisis de Resultados



Resultados y Análisis de Resultados



CRITERIOS METODOLÓGICOS MÍNIMOS PARA LA ELABORACIÓN
E INTERPRETACIÓN CARTOGRÁFICA DE ZONIFICACIONES
DE AMENAZA POR INUNDACIONES FLUVIALES PARA EL TERRITORIO
COLOMBIANO CON UNA APLICACIÓN PRÁCTICA DE DOS ÁREAS PILOTO
(INUNDACIONES LENTAS Y SÚBITAS) FASE I

CUENCA: RÍO SINÚ

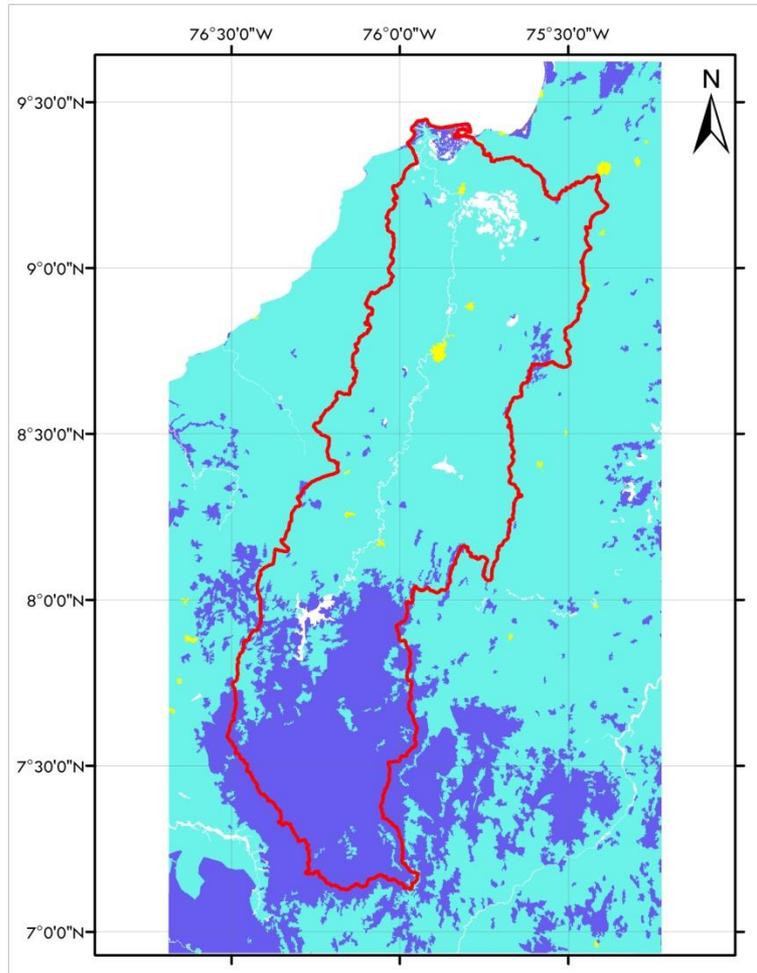
Entorno Geomorfológico

Legend

-  Cuenca_Sinu
-  Cañones
-  Ciénagas y llanuras aluviales con control del mar
-  Ciénagas y llanuras aluviales con control fluvial
-  Deltas y Estuarios
-  Piedemonte Abierto
-  Terrazas y Colinas
-  Vertiente
-  Zona Litoral

0 15 30 60 90 120
Kilometers

Resultados y Análisis de Resultados (cont)



CRITERIOS METODOLÓGICOS MÍNIMOS PARA LA ELABORACIÓN
E INTERPRETACIÓN CARTOGRÁFICA DE ZONIFICACIONES
DE AMENAZA POR INUNDACIONES FLUVIALES PARA EL TERRITORIO
COLOMBIANO CON UNA APLICACIÓN PRÁCTICA DE DOS ÁREAS PILOTO
(INUNDACIONES LENTAS Y SÚBITAS) FASE I

CUENCA: RÍO SINÚ

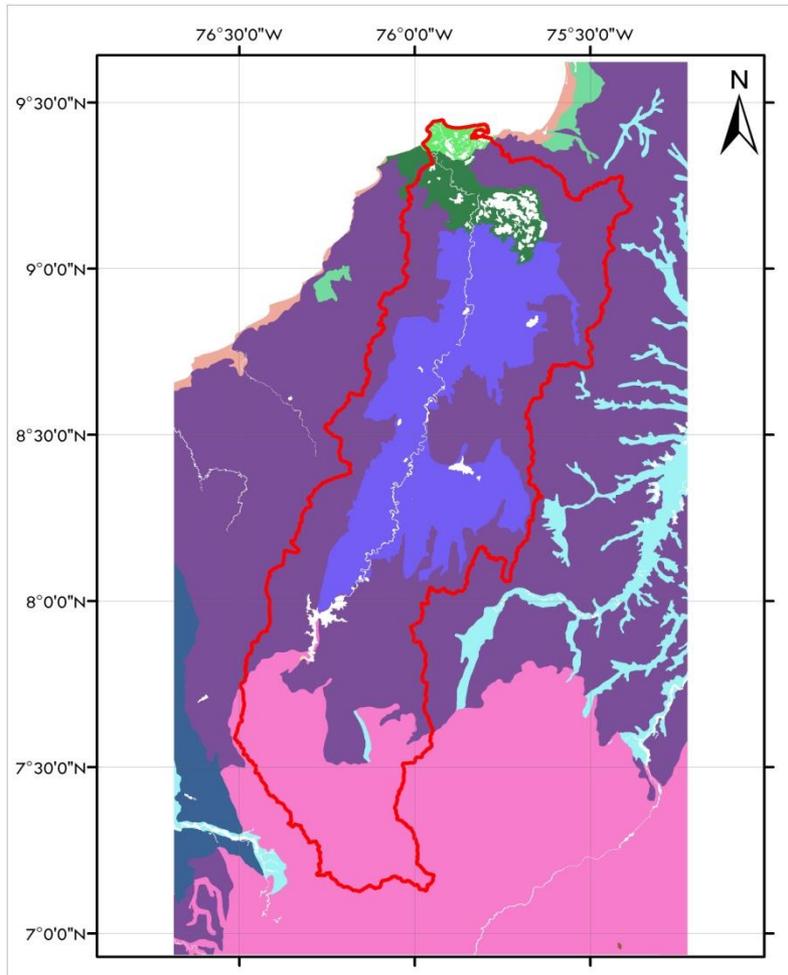
Tipo de ocupación

Convenciones

-  Cuenca_Sinu
-  Areas abiertas
-  Areas agricolas
-  Bosques y areas seminaturales
-  Superficies artificiales

0 15 30 60 90 120
Kilometers

Resultados y Análisis de Resultados (cont)



CRITERIOS METODOLÓGICOS MÍNIMOS PARA LA ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN CARTOGRÁFICA DE ZONIFICACIONES DE AMENAZA POR INUNDACIONES FLUVIALES PARA EL TERRITORIO COLOMBIANO CON UNA APLICACIÓN PRÁCTICA DE DOS ÁREAS PILOTO (INUNDACIONES LENTAS Y SÚBITAS) FASE I

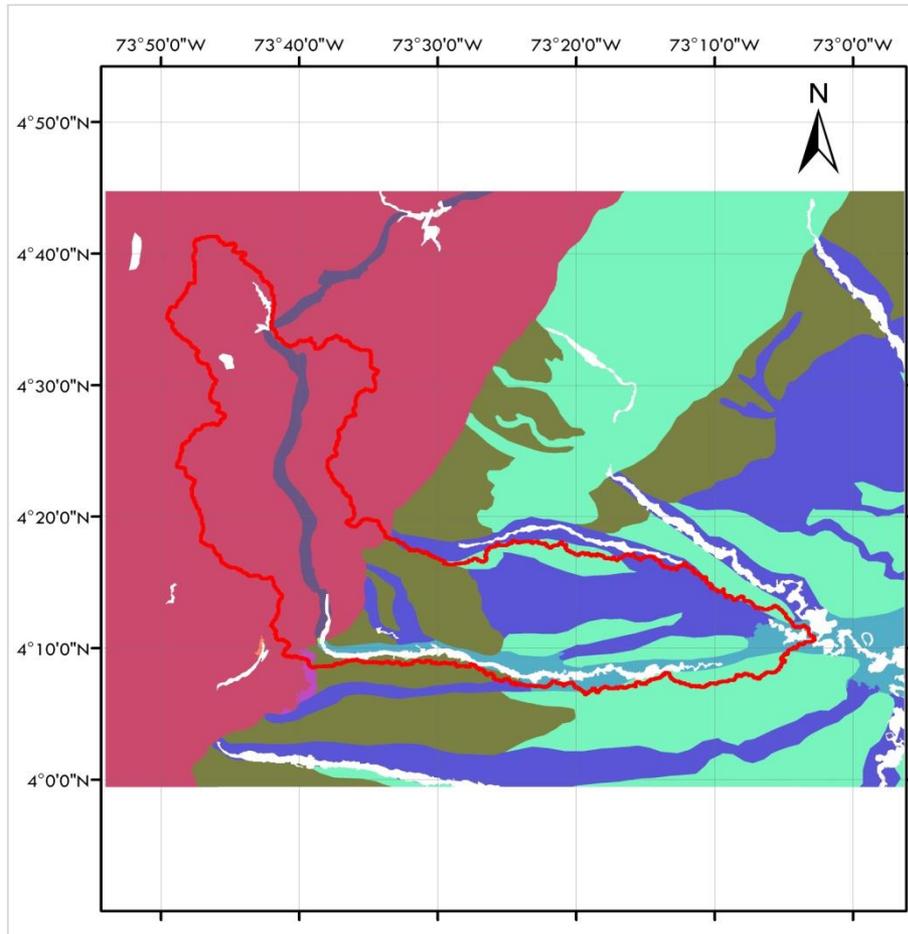
CUENCA: RÍO SINÚ

MECANISMOS DE GENERACIÓN DE INUNDACIONES

- Zonas amenazadas por inundaciones Fluviales Hidrológicas o generadas por Rompimiento de Embalses, Represamientos Naturales, Rompimientos de Obras de Protección y Terremotos
- Zonas amenazadas por inundaciones Pluviales, Fluviales Hidrológicas, Fluviales Geomorfológicas o generadas por Rompimiento de Embalses, Represamientos Antropogénicos y Rompimientos de Obras de Protección
- Zonas amenazadas por inundaciones Pluviales, Fluviales Hidrológicas, Fluviales Geomorfológicas o generadas por Rompimiento de Embalses, Seiches, Represamientos Antropogénicos y Rompimientos de Obras de Protección
- Zonas amenazadas por inundaciones Pluviales, Fluviales Hidrológicas o generadas por Represamientos Naturales, Rompimientos de Obras de Protección y Terremotos
- Zonas amenazadas por inundaciones Pluviales, Fluviales Hidrológicas, Fluviales Geomorfológicas o generadas por Rompimiento de Embalses, Marejadas, Represamientos Antropogénicos y Rompimientos de Obras de Protección
- Zonas amenazadas por inundaciones Pluviales, Fluviales Hidrológicas, Fluviales Geomorfológicas o generadas por Marejadas, Represamientos Antropogénicos y Rompimientos de Obras de Protección
- Zonas amenazadas por inundaciones Pluviales, Fluviales Hidrológicas, Fluviales Geomorfológicas o generadas por Rompimiento de Embalses, Marejadas, Tsunamis, Represamientos Antropogénicos y Rompimientos de Obras de Protección
- Zonas amenazadas por inundaciones Pluviales o generadas por Marejadas, Tsunamis y Rompimientos de Obras de Protección
- Zonas amenazadas por inundaciones Pluviales
- Zonas amenazadas por inundaciones Pluviales, Fluviales Hidrológicas, Fluviales Geomorfológicas o generadas por Represamientos Antropogénicos y Rompimientos de Obras de Protección
- Zonas amenazadas por inundaciones Pluviales, Fluviales Hidrológicas, Fluviales Geomorfológicas o generadas por Represamientos Antropogénicos, Rompimientos de Obras de Protección y Terremotos
- Zonas amenazadas por inundaciones Pluviales, Fluviales Hidrológicas o generadas por Represamientos Naturales, Represamientos Antropogénicos, Rompimientos de Obras de Protección y Terremotos
- Cuenca del río Sinú



Resultados y Análisis de Resultados (cont)



CRITERIOS METODOLÓGICOS MÍNIMOS PARA LA ELABORACIÓN
E INTERPRETACIÓN CARTOGRÁFICA DE ZONIFICACIONES
DE AMENAZA POR INUNDACIONES FLUVIALES PARA EL TERRITORIO
COLOMBIANO CON UNA APLICACIÓN PRÁCTICA DE DOS ÁREAS PILOTO
(INUNDACIONES LENTAS Y SÚBITAS) FASE I

CUENCA: RÍO GUATIQUÍA

MECANISMOS DE GENERACIÓN DE INUNDACIONES

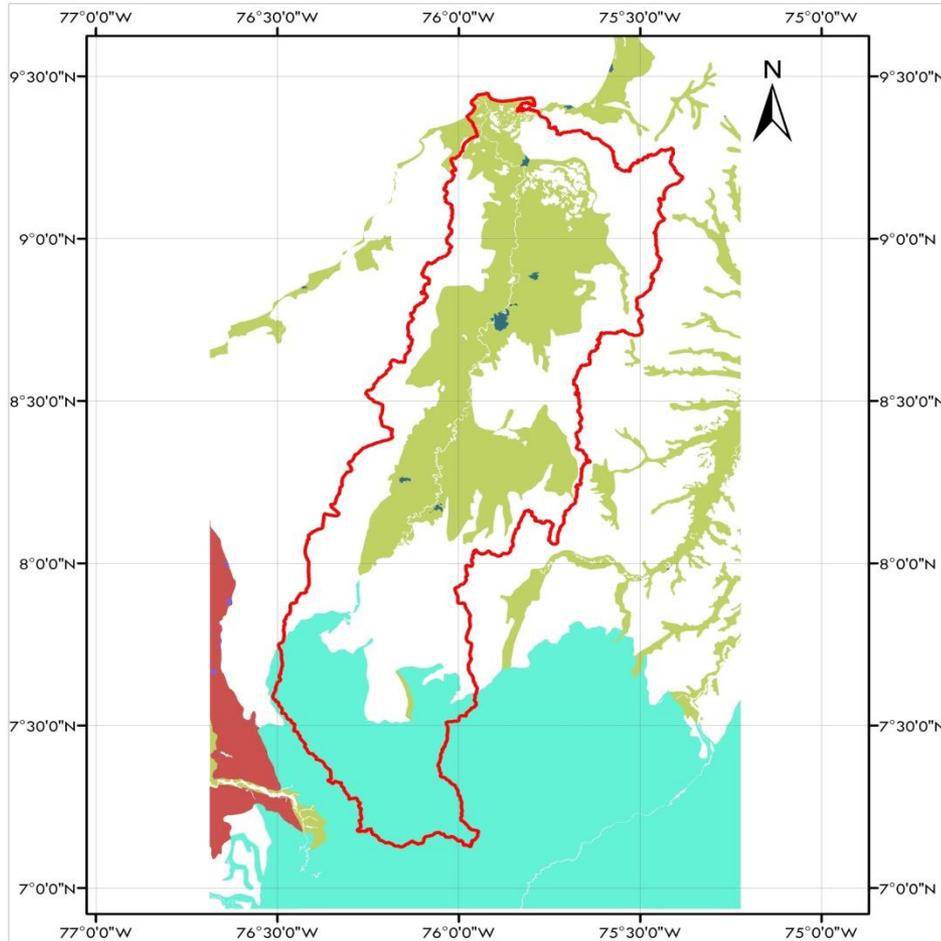
-  Zonas que presentan amenaza por inundaciones Fluviales hidrológicas o generadas por rompimiento de embalses, Represamientos naturales, Rompimiento de obras de protección y Terremotos.
-  Zonas que presentan amenaza por inundaciones Pluviales, Fluviales hidrológicas, Fluviales geomorfológicas o generadas por rompimiento de embalses, Represamientos antropogénicos y Rompimiento de obras de protección.
-  Zonas que presentan amenaza por inundaciones Pluviales, Fluviales hidrológicas o generadas por rompimiento de embalses, Represamientos naturales, Represamientos antropogénicos, Rompimiento de obras de protección y Terremotos.
-  Zonas que presentan amenaza por inundaciones Fluviales hidrológicas o generadas por Represamientos naturales, Rompimiento de obras de protección y Terremotos.
-  Zonas que presentan amenaza por inundaciones Pluviales
-  Zonas que presentan amenaza por inundaciones Pluviales, Fluviales hidrológicas, Fluviales geomorfológicas o generadas por Represamientos antropogénicos y Rompimiento de obras de protección.
-  Zonas que presentan amenaza por inundaciones Pluviales, Fluviales hidrológicas, Fluviales geomorfológicas o generadas por Represamientos naturales, Represamientos antropogénicos, Rompimiento de obras de protección y Terremotos.
-  Zonas que presentan amenaza por inundaciones Pluviales, Fluviales hidrológicas o generadas por Represamientos naturales, Rompimiento de obras de protección y Terremotos.
-  Zonas que presentan amenaza por inundaciones Pluviales, Fluviales hidrológicas o generadas por Represamientos naturales, Represamientos antropogénicos, Rompimiento de obras de protección y Terremotos.
-  Cuenca del río Guatiquía

DATUM SIRGAS



Resultados y Análisis de Resultados (cont)

- Fuerte dependencia de los entornos geomorfológicos
- Toda el área de estudio tiene asociado uno o más de un mecanismo de generación de inundación.
- Efecto de la escala asocia inundaciones a extensas áreas que al hacer análisis más detallado podrían no estar amenazadas.



**MAGNITUD DE LA INUNDACIÓN PARA LAS ZONAS AMENAZADAS
POR ROMPIMIENTO DE OBRAS DE PROTECCIÓN**

CRITERIOS METODOLÓGICOS MÍNIMOS PARA LA ELABORACIÓN
E INTERPRETACIÓN CARTOGRÁFICA DE ZONIFICACIONES DE
AMENAZA POR INUNDACIONES FLUVIALES PARA EL TERRITORIO
COLOMBIANO CON UNA APLICACIÓN PRÁCTICA DE DOS
ÁREAS PILOTO (INUNDACIONES LENTAS Y SÚBITAS) FASE I
CUENCA: RÍO SINÚ

DATUM SIRGAS



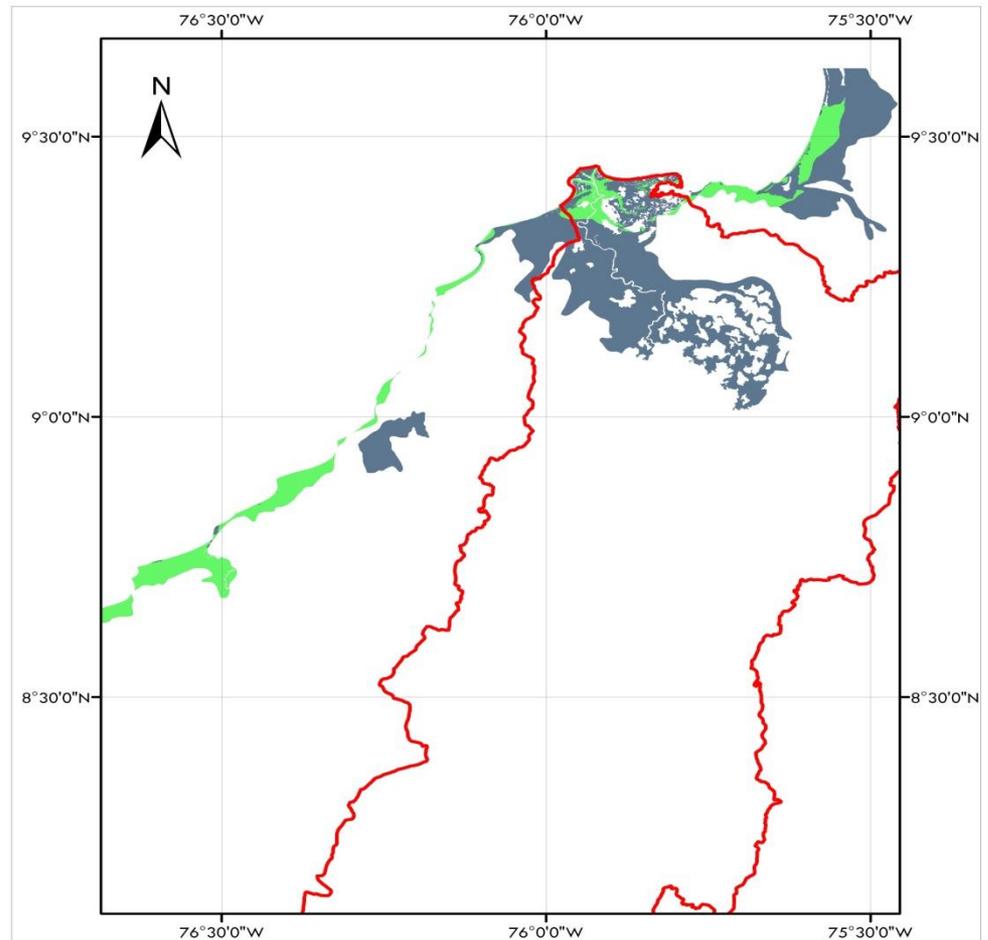
- Zonas para las cuales la inundación tiene una magnitud de decámetros o hectómetros.
- Zonas para las cuales la inundación tiene una magnitud de decámetros, hectómetros o kilómetros.
- Zonas para las cuales la inundación tiene una magnitud de metros o decámetros.
- Zonas para las cuales la inundación tiene una magnitud de metros, decámetros o hectómetros.
- Zonas para las cuales la inundación tiene una magnitud de metros decámetros, hectómetros o kilómetros.
- Cuenca del río Sinú

Resultados y Análisis de Resultados (cont)

**Fuerte dependencia del
entorno
geomorfológico y del
tipo de cobertura.
Cambios evidenciables
en áreas
artificializadas.**

Resultados y Análisis de Resultados (cont)

Efecto de los Bosques y áreas seminaturales en el tiempo de arribo inundaciones debidas a marejadas.



TIEMPO DE ARRIBO DE LA INUNDACIÓN PARA LAS ZONAS AMENAZADAS POR MAREJADAS

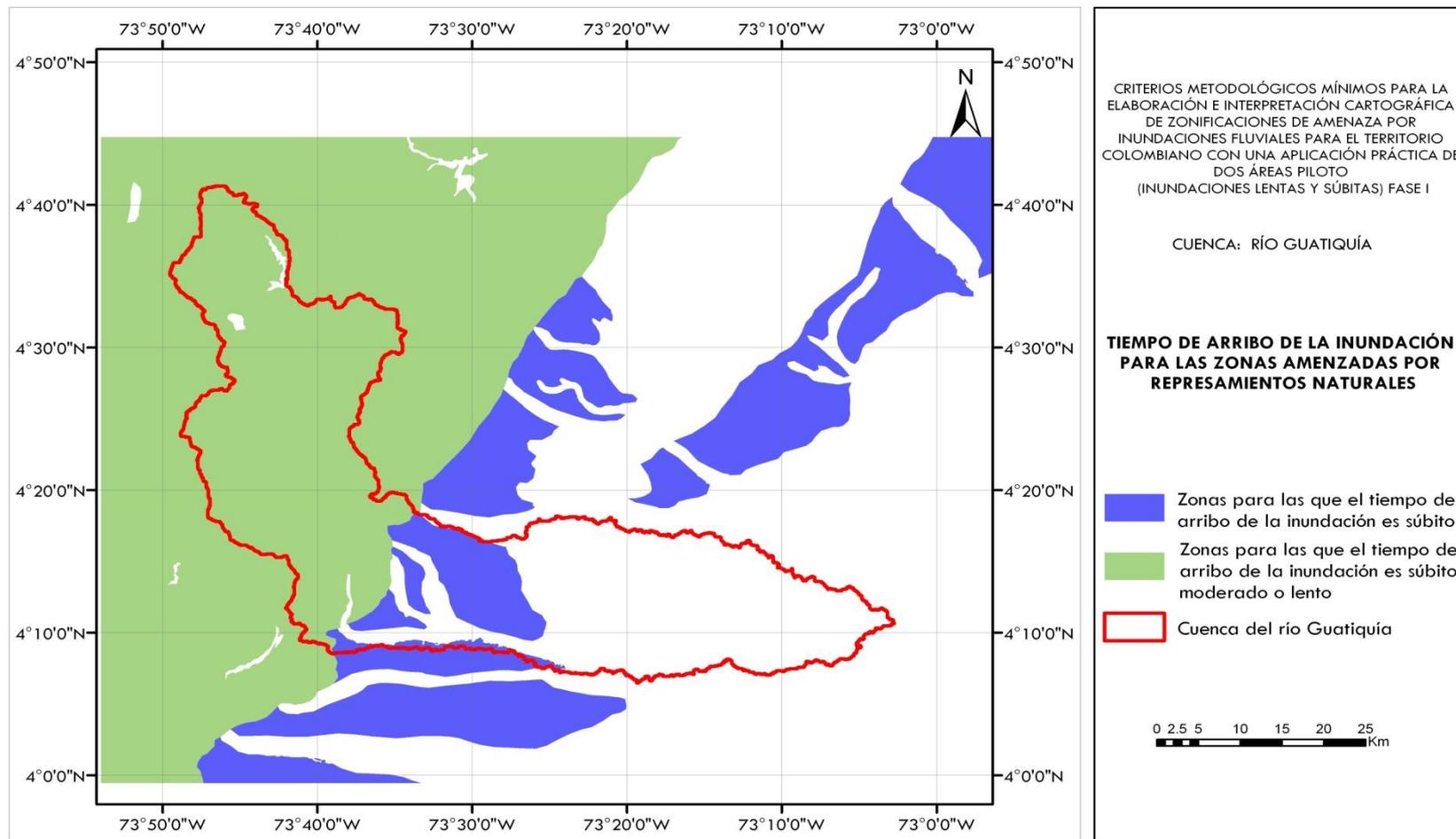
CRITERIOS METODOLÓGICOS MÍNIMOS PARA LA ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN CARTOGRÁFICA DE ZONIFICACIONES DE AMENAZA POR INUNDACIONES FLUVIALES PARA EL TERRITORIO COLOMBIANO CON UNA APLICACIÓN PRÁCTICA DE DOS ÁREAS PILOTO (INUNDACIONES LENTAS Y SÚBITAS) FASE I
CUENCA: RÍO SINÚ

DATUM SIRGAS



- Zonas para las cuales el tiempo de arribo de la inundación es moderado
- Zonas para las cuales el tiempo de arribo de la inundación es súbito o moderado
- Cuenca del río Sinú

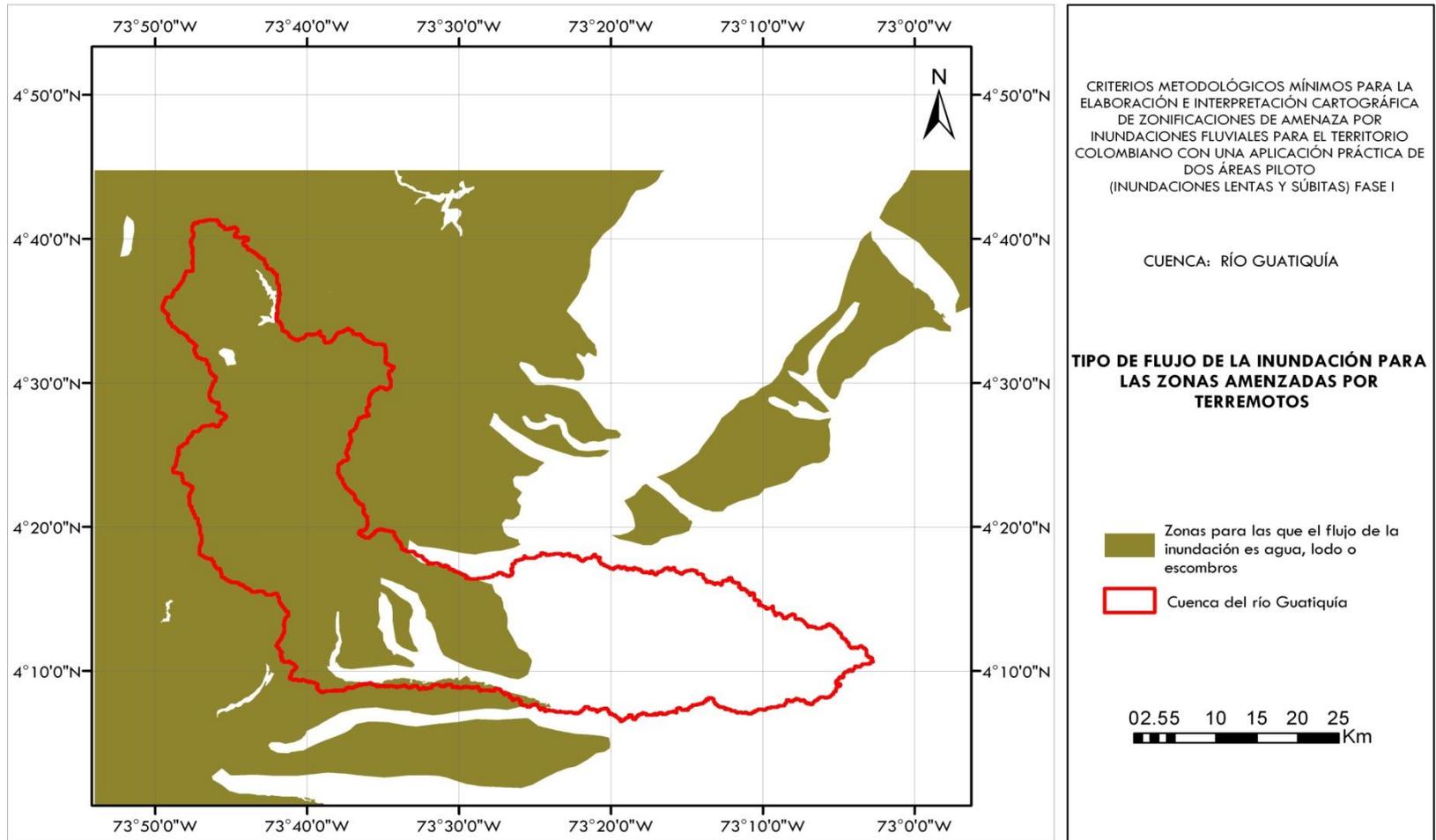
Resultados y Análisis de Resultados (cont)



Resultados y Análisis de Resultados (cont)

- Tiempo de arribo Súbito asociado a los piedemontes:
 - Las inundaciones por represamiento, sólo se pueden dar por aguas retenidas hacia aguas arriba del piedemonte.
- En vertientes y cañones el represamiento puede generar inundaciones hacia aguas arriba y hacia aguas abajo de el represamiento.

Resultados y Análisis de Resultados (cont)



Resultados y Análisis de Resultados (cont)

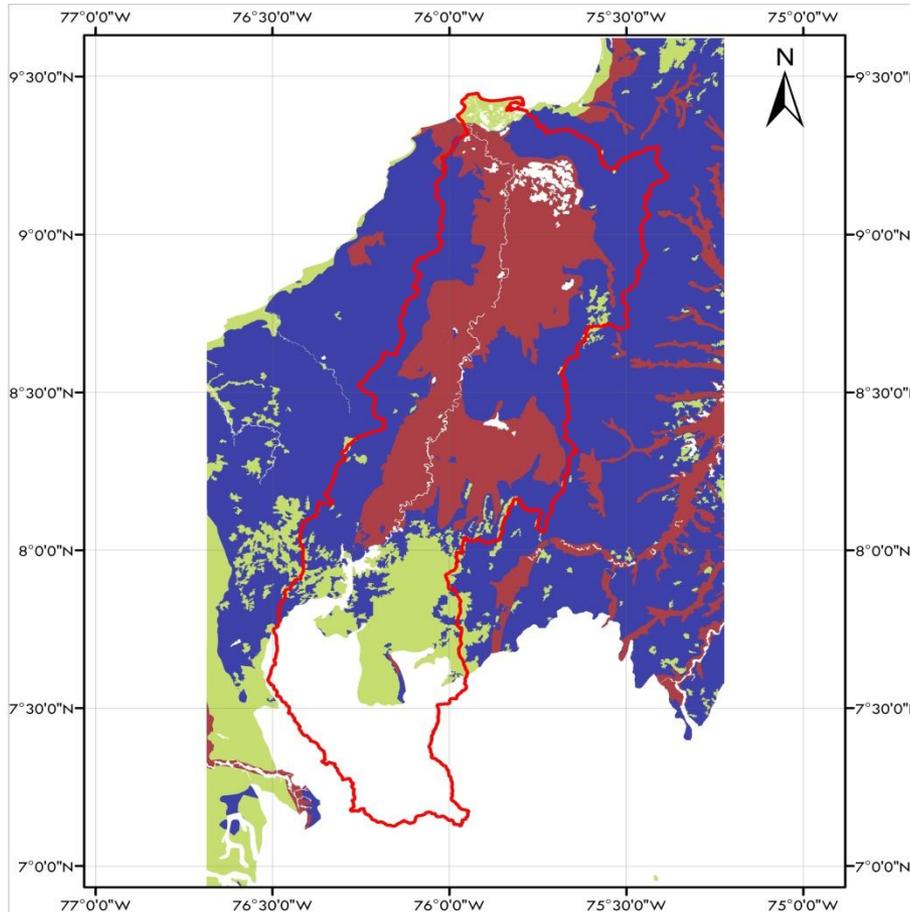
- El mapa anterior permite ejemplificar como algunos mecanismos de generación tienen mayor influencia en las respuestas de la inundación que el entorno físico.
- En inundaciones debidas a terremotos el tipo de flujo generado puede llegar a ser:
 - Avenida de Agua
 - Flujo de lodos
 - Flujo de escombros

Sin importar el entorno físico en el que se esté haciendo el análisis.

Resultados y Análisis de Resultados (cont)

Tiempo de permanencia:

- Depende en gran medida del entorno geomorfológico
- Depende en menor cuantía del tipo de cobertura.
- La cobertura de bosques y áreas seminaturales disminuye el tiempo de permanencia de la inundación



TIEMPO DE DURACIÓN DE LA INUNDACIÓN PARA LAS ZONAS AMENAZADAS POR INUNDACIONES FLUVIALES

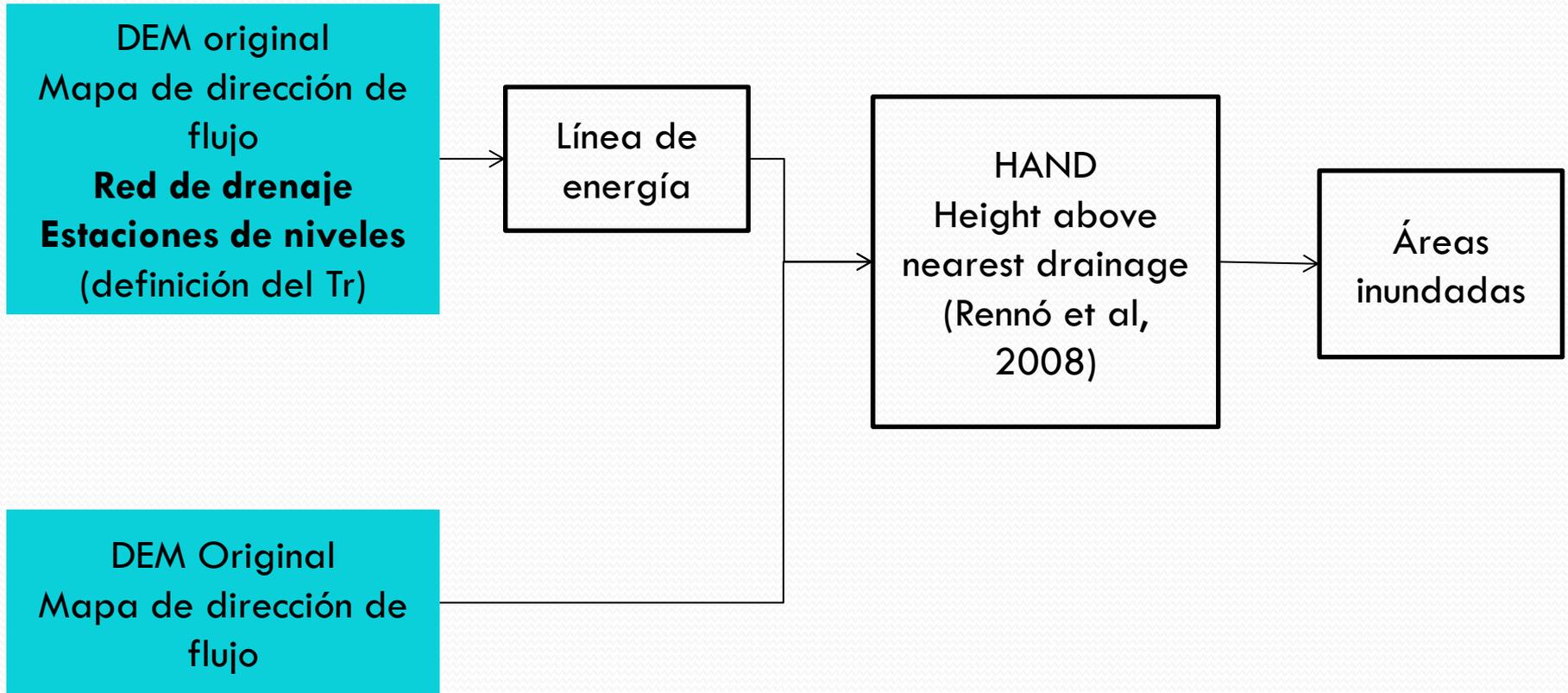
CRITERIOS METODOLÓGICOS MÍNIMOS PARA LA ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN CARTOGRÁFICA DE ZONIFICACIONES DE AMENAZA POR INUNDACIONES FLUVIALES PARA EL TERRITORIO COLOMBIANO CON UNA APLICACIÓN PRÁCTICA DE DOS ÁREAS PILOTO (INUNDACIONES LENTAS Y SÚBITAS) FASE I
CUENCA: RÍO SINÚ

DATUM SIRGAS

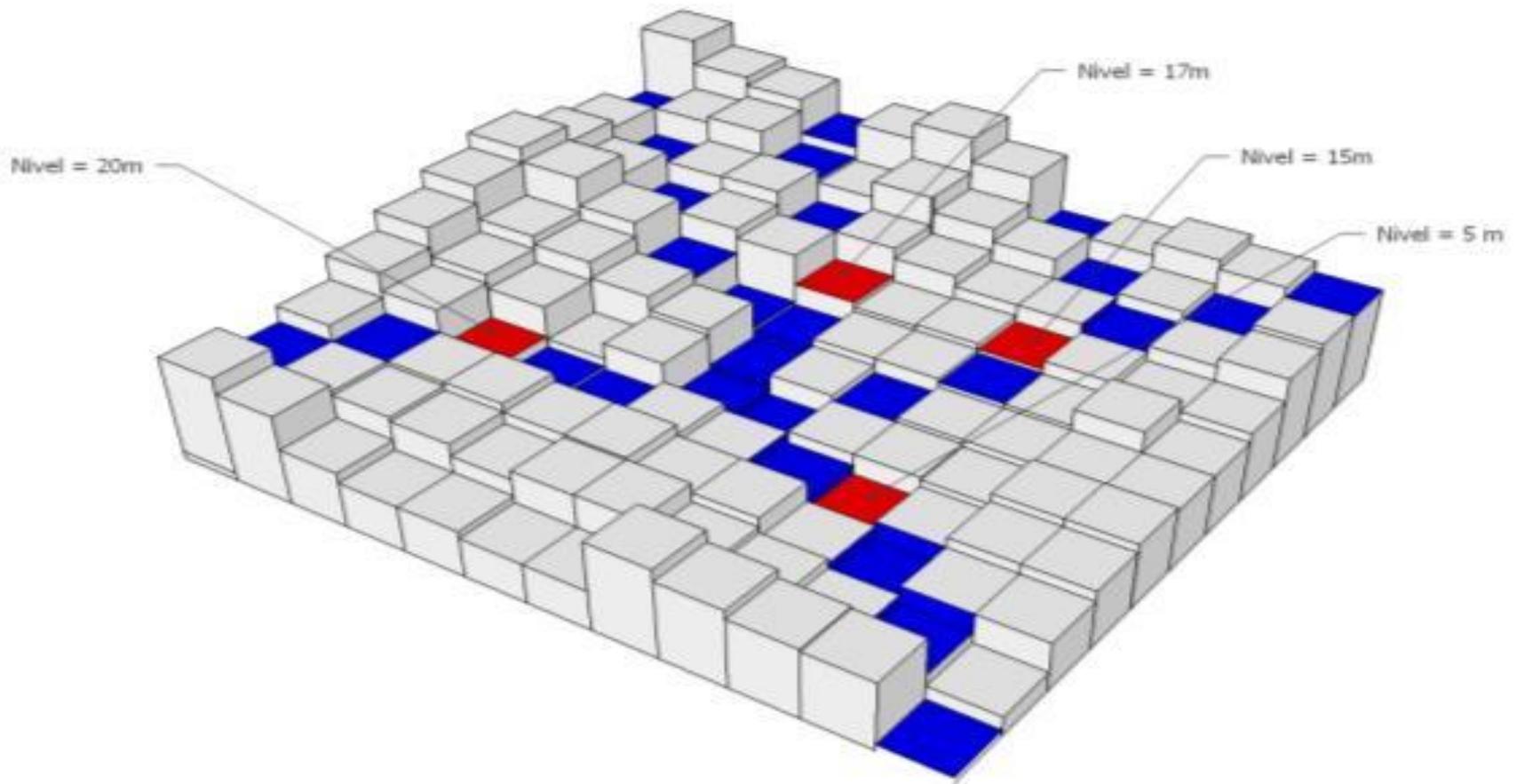
0 10 20 40 60 80 100 Km

- Zonas para las cuales el tiempo de duración de la inundación es de horas
- Zonas para las cuales el tiempo de duración de la inundación es de horas o días
- Zonas para las cuales el tiempo de duración de la inundación es de horas, días o semanas
- Cuenca del río Sinú

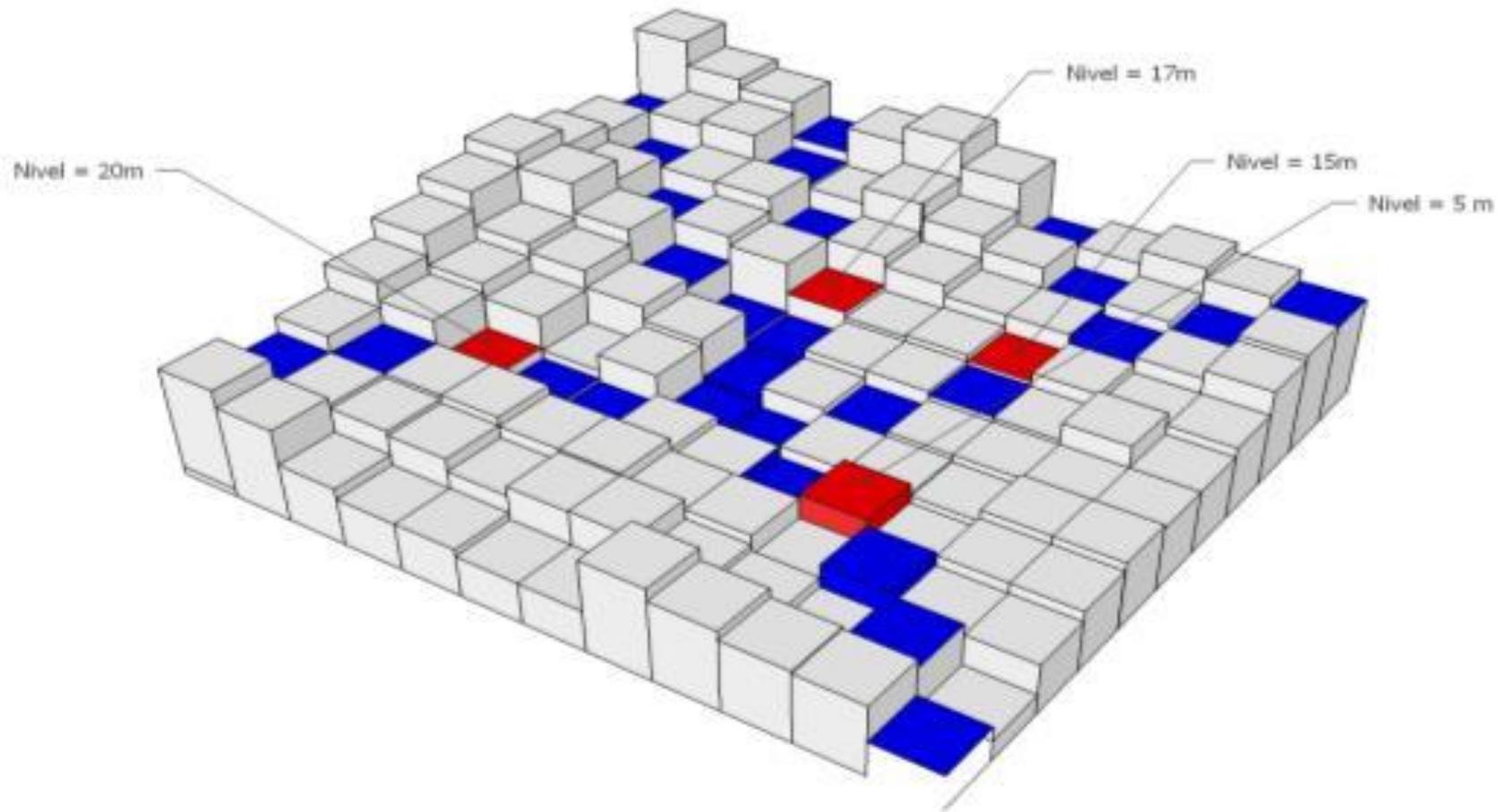
Metodología Escala 1:1 00000



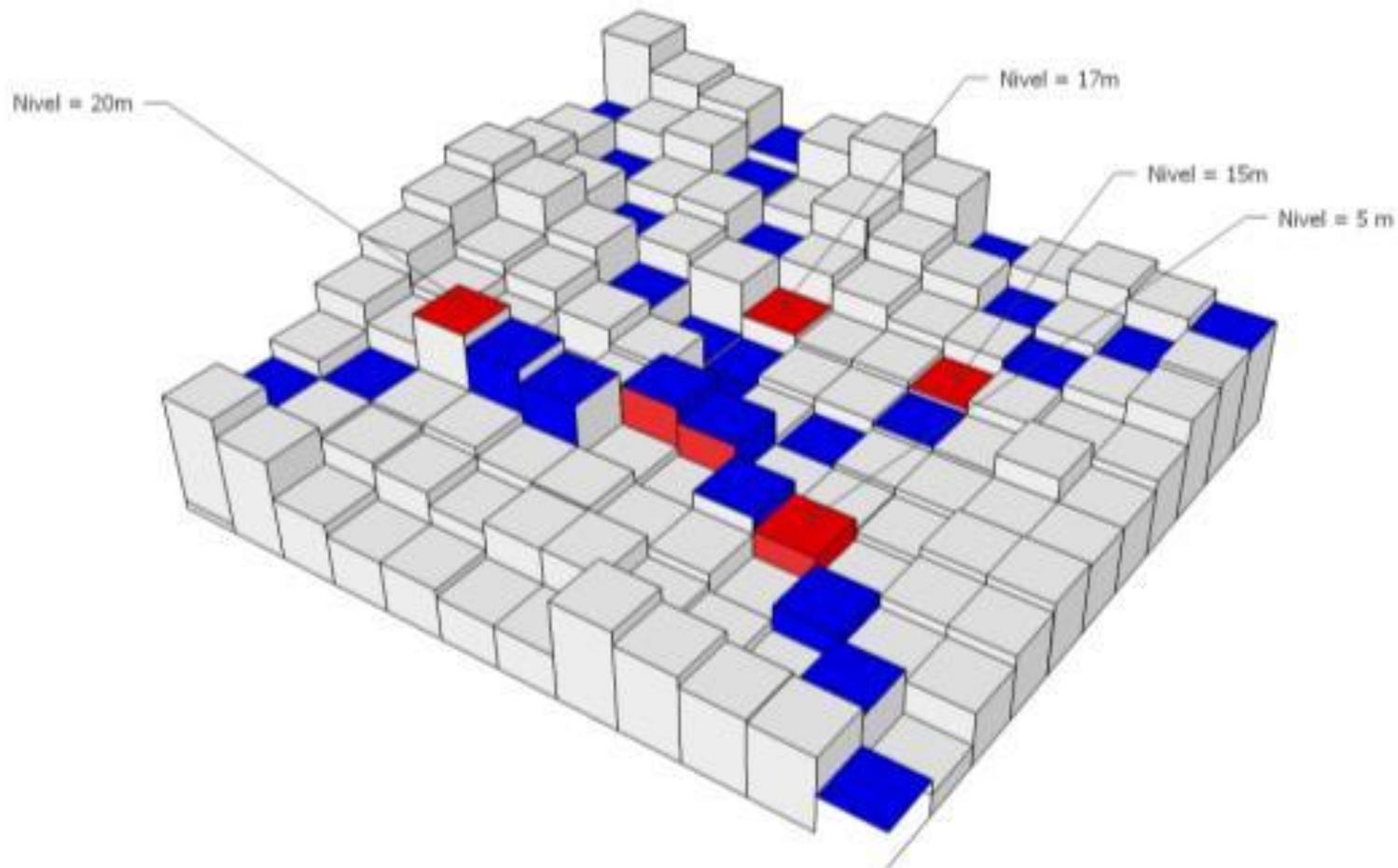
DEM, red de drenaje, estaciones de niveles



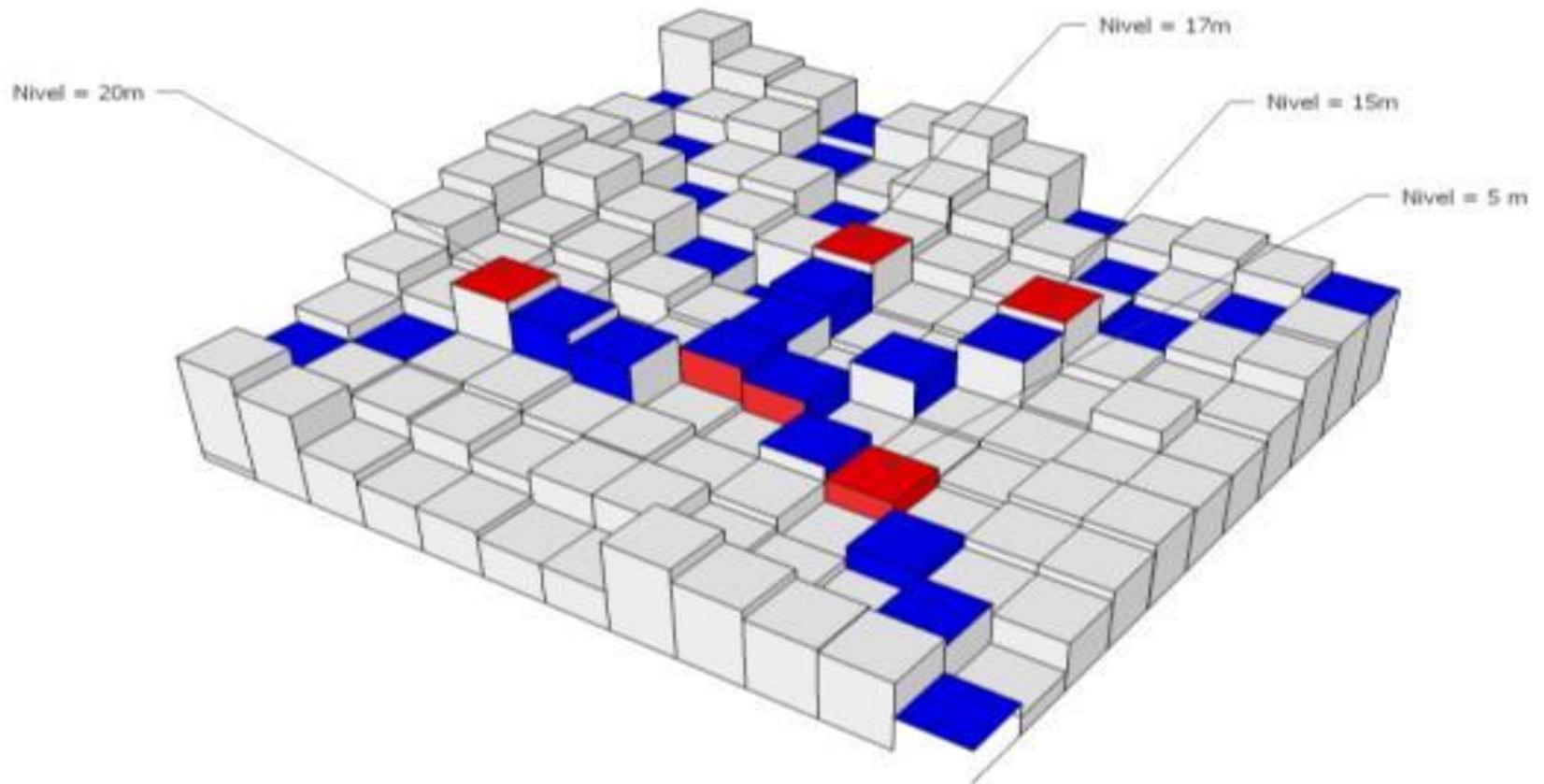
Línea de energía paso 1



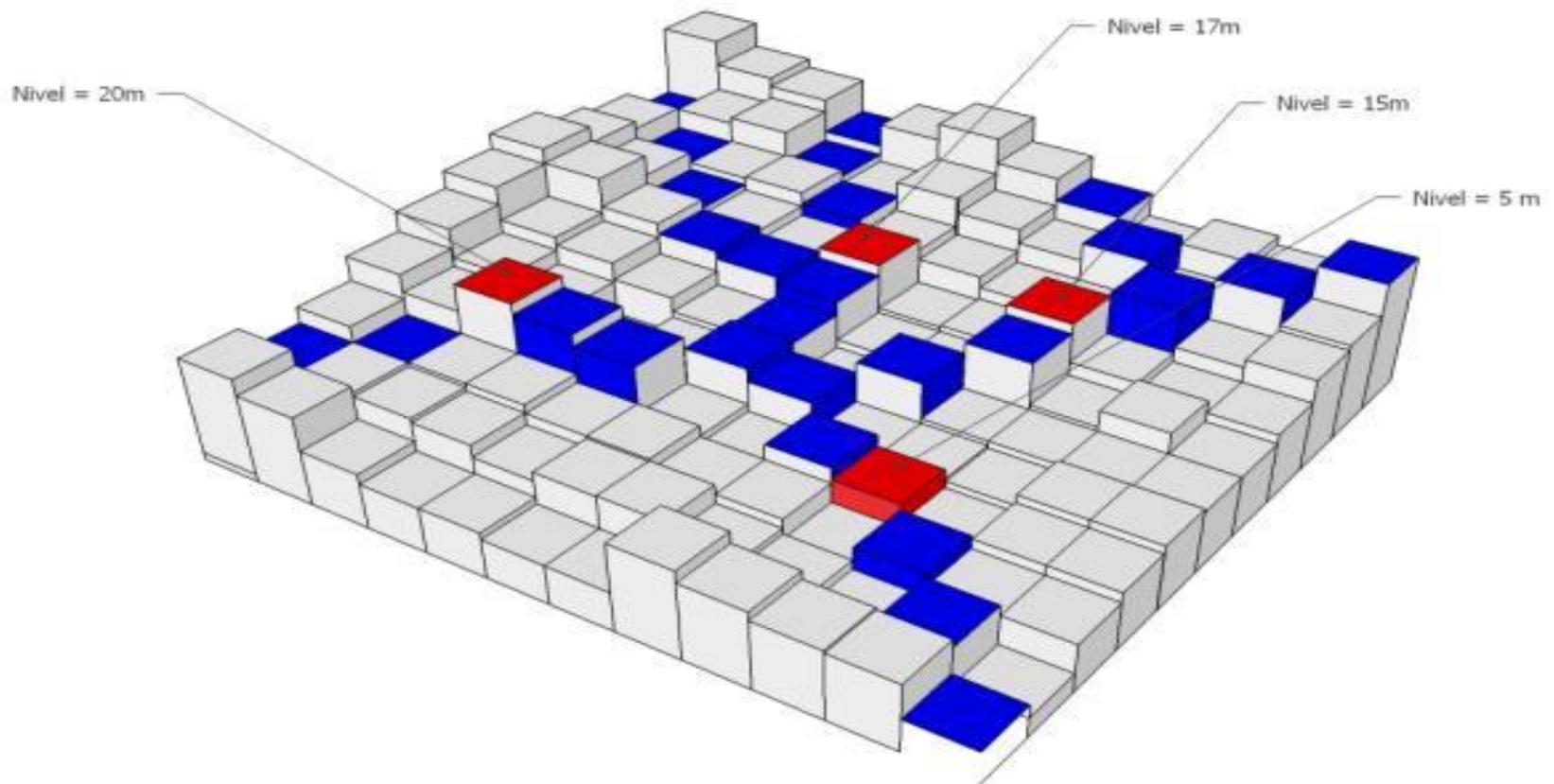
Línea de energía paso 2



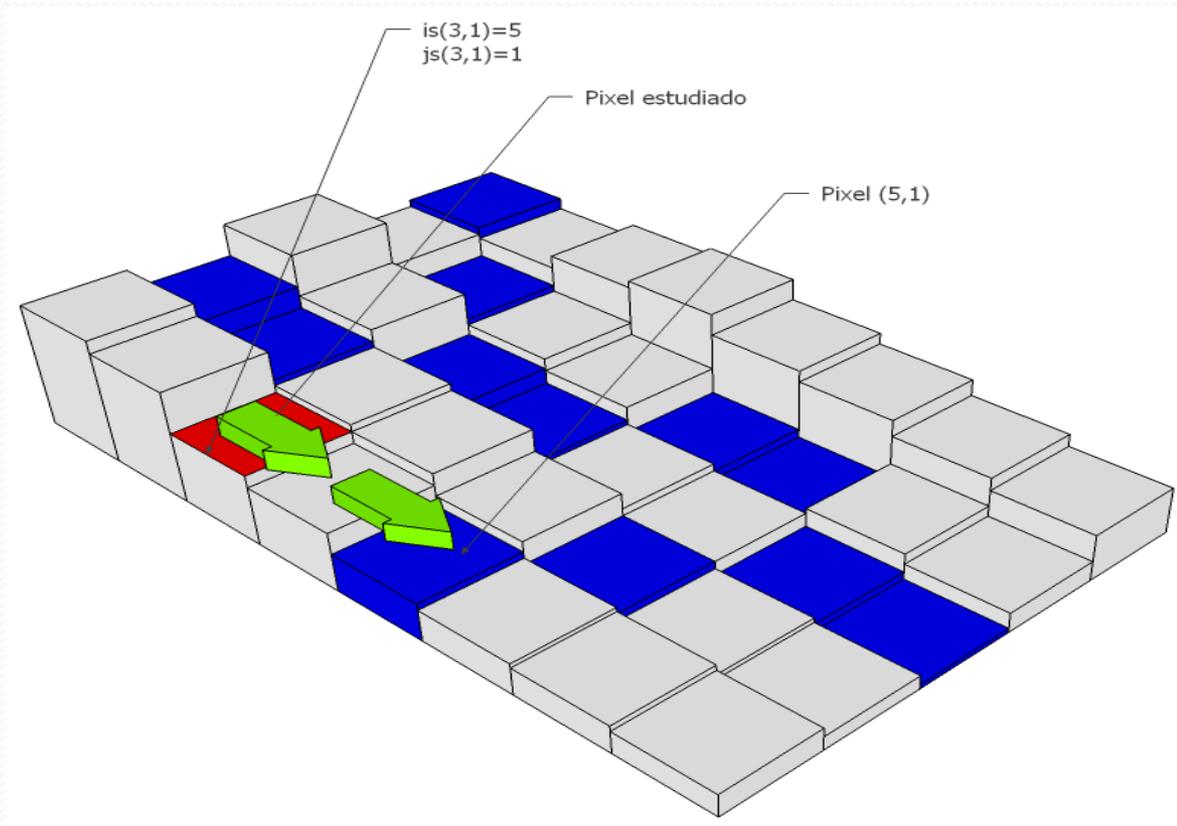
Línea de energía paso 3



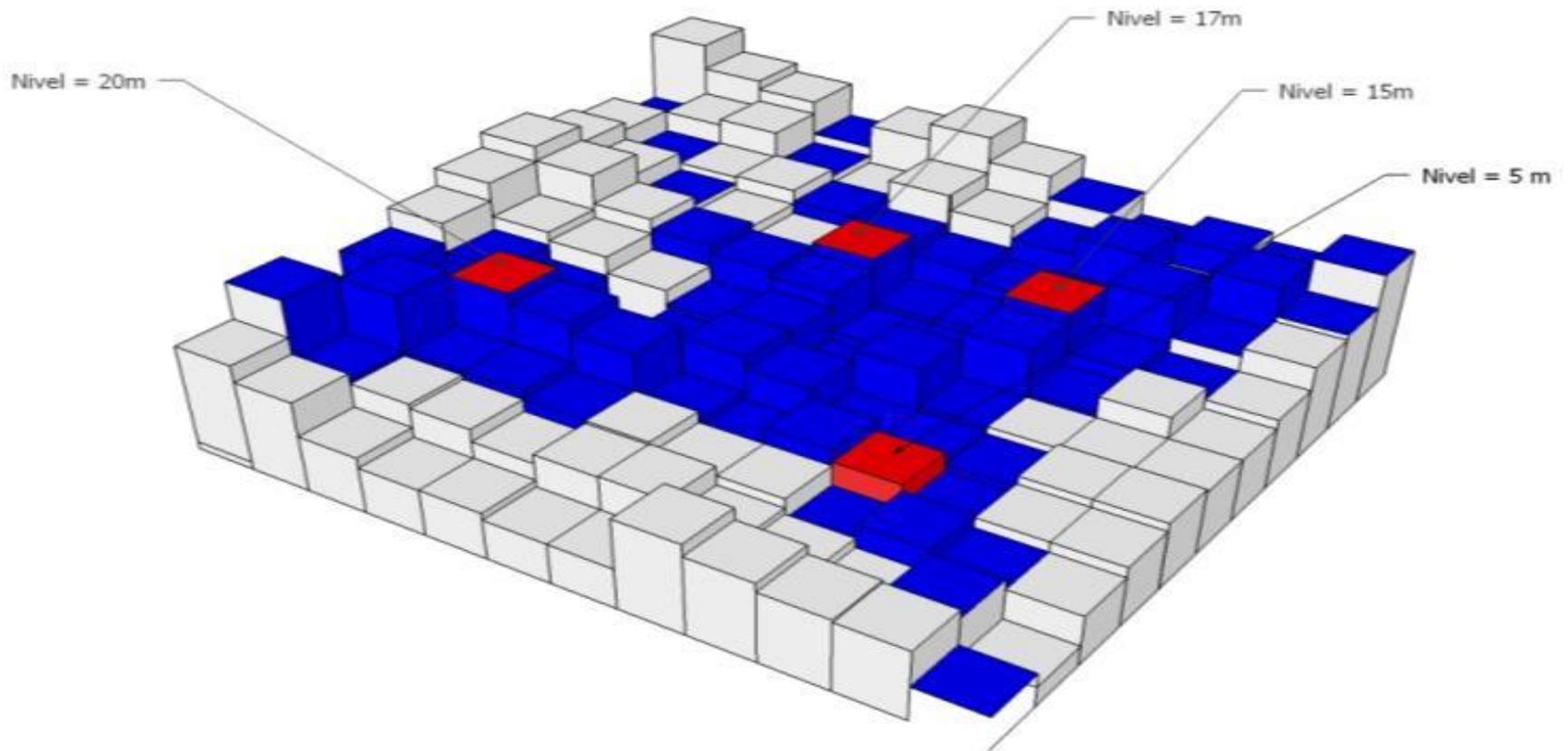
Línea de energía paso 4



Rasters de HAND y linea (i) & columna (j)



Áreas inundadas



Problemas de datos y procesamiento

- **Niveles históricos**
(estaciones limnigráficas, limnimétricas) - Tr 2.33 & Tr 20 años



- Análisis estadístico y correcciones menores

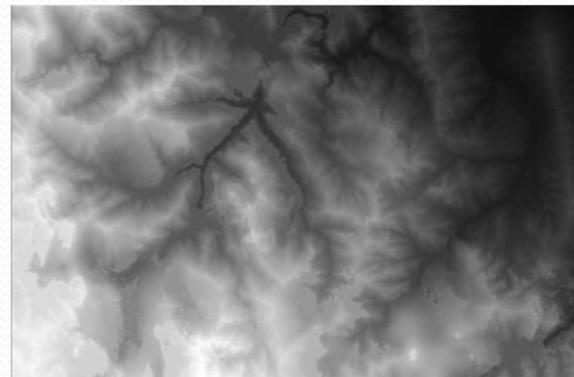
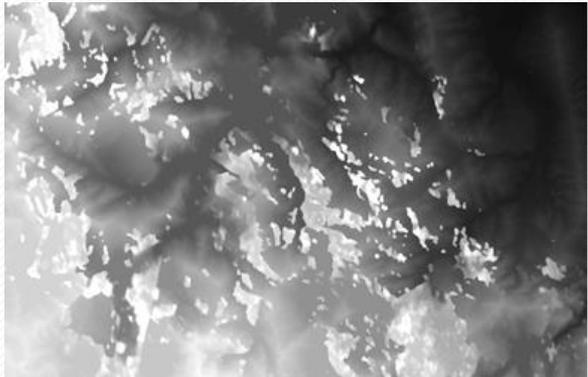
- DEM correcciones (valores anómalos)

- Modelos digitales de elevación (DEM) : ASTER DEM y SRTM



- **red de drenaje**
delineación

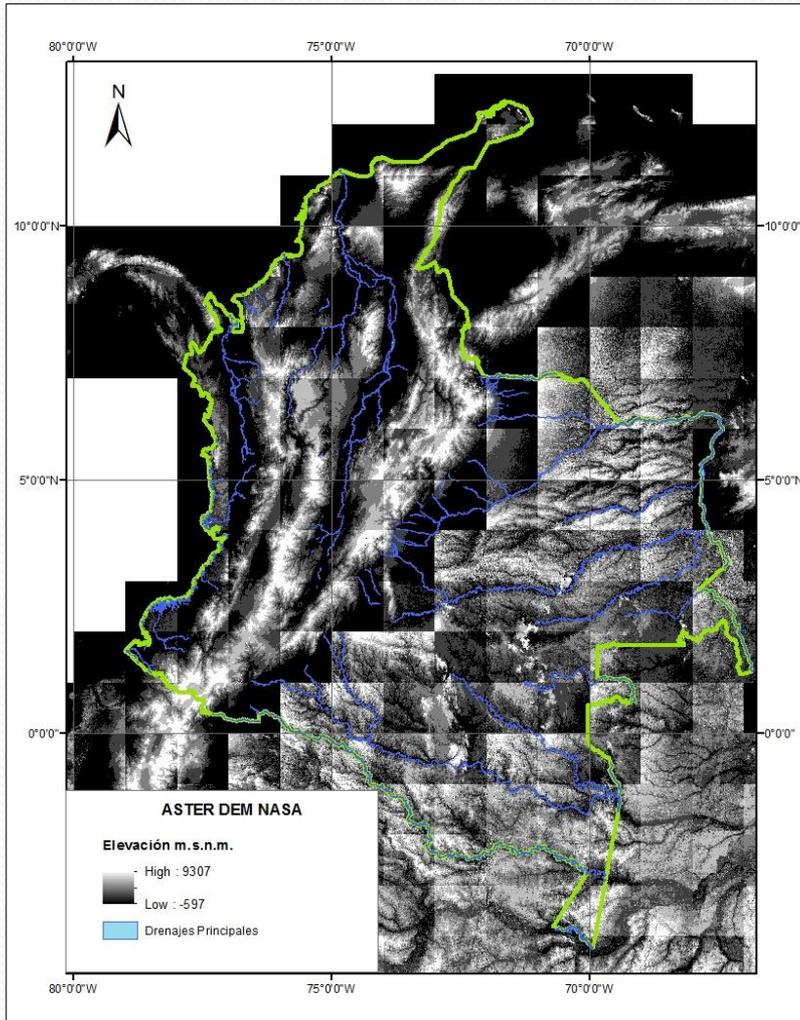
Corrección del DEM



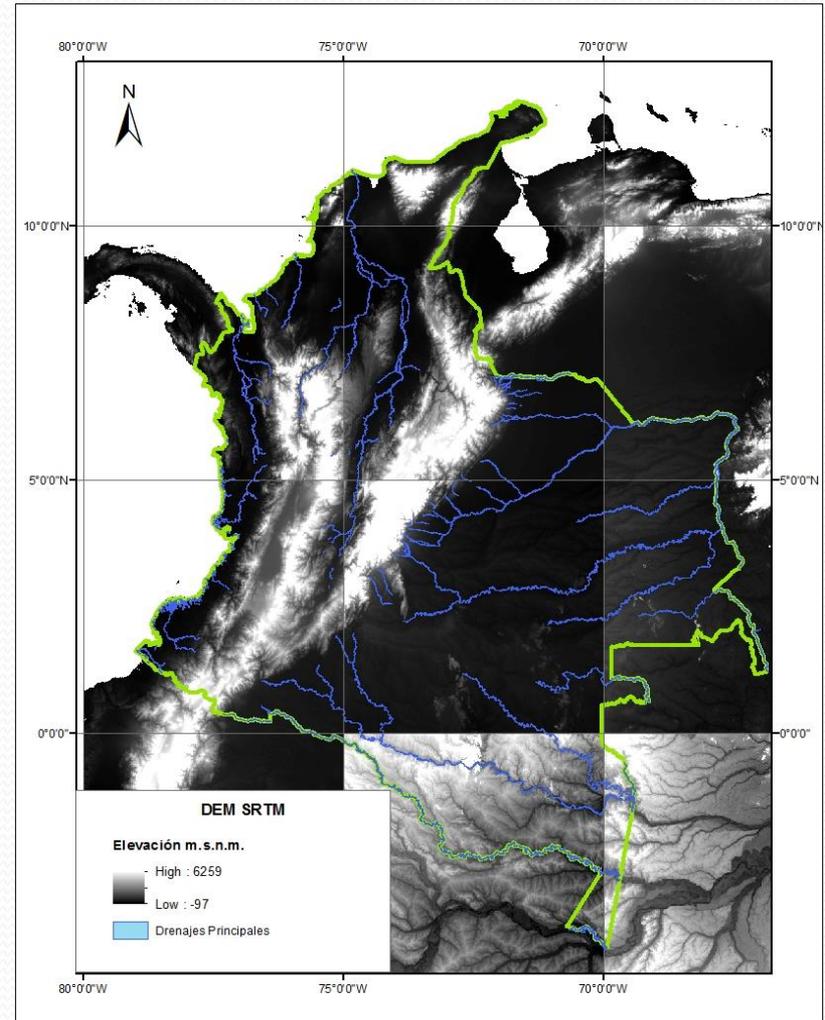
DEM ASTER (30x30)

Se corrigen valores
anómalos altos usando
SRTM DEM(90X90)

DEM original vs DEM corregido

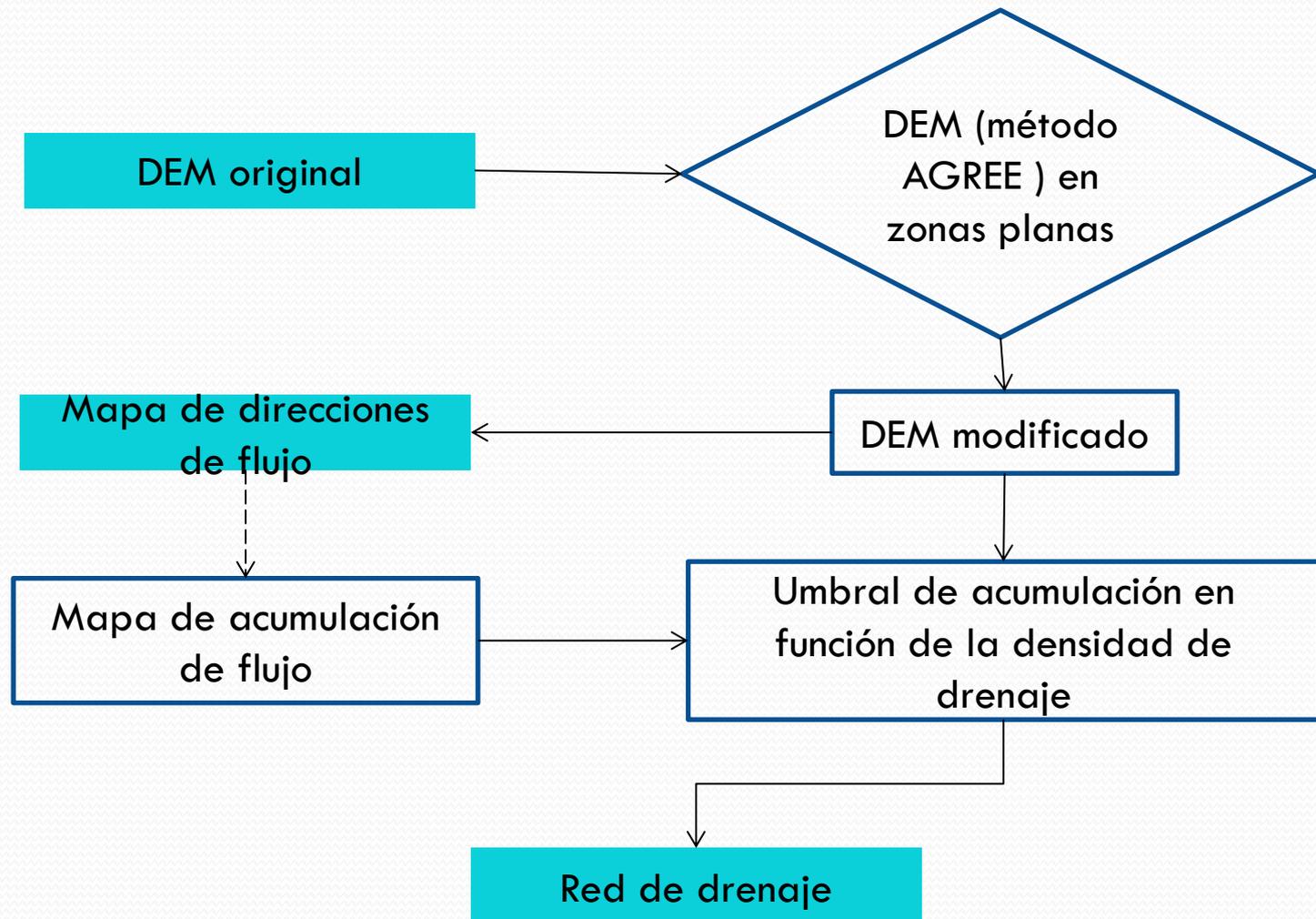


ASTER DEM original

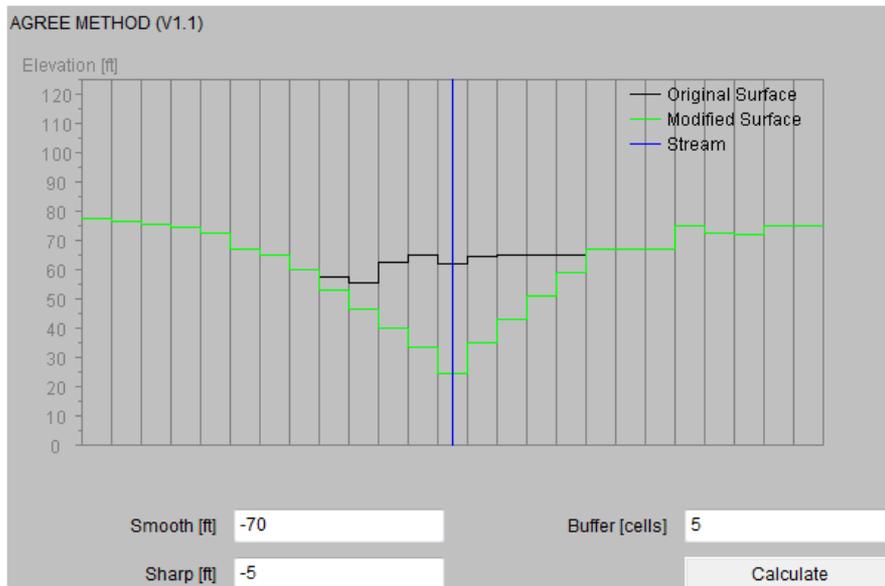


DEM corregido

Delineación de la red de drenaje



DEM (método AGREE) en zonas planas



DEM Reconditioning

Raw DEM: LevelDEM_CAQ

AGREE Stream: Drenajes_Caqueta

AGREE DEM: AgreeDEM_CAQ

Stream buffer (number of cells): 1

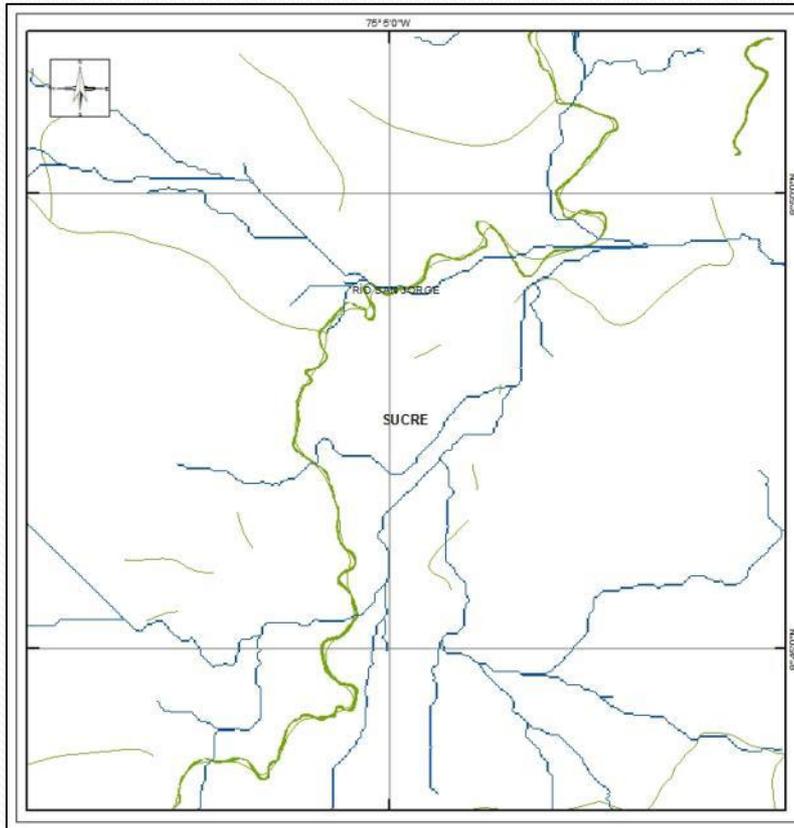
Smooth drop/raise (DEM Z-unit): 10

Sharp drop/raise (DEM Z-unit): 1000

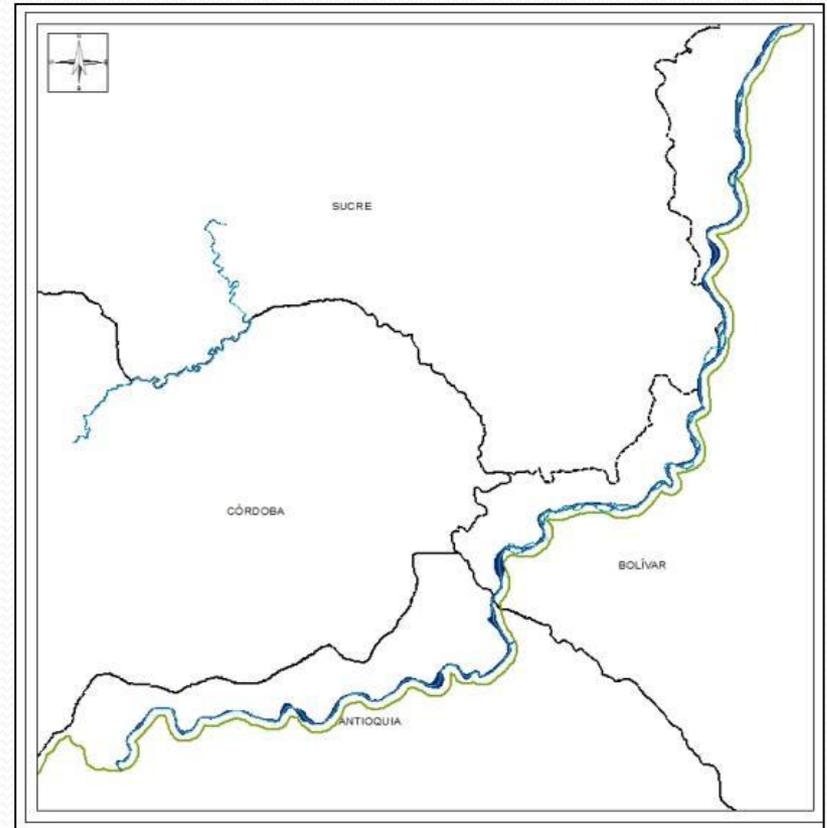
OK Help Cancel

<http://www.ce.utexas.edu/prof/maidment/gishydro/ferdi/research/agree/agree.html>

Red de drenaje derivada



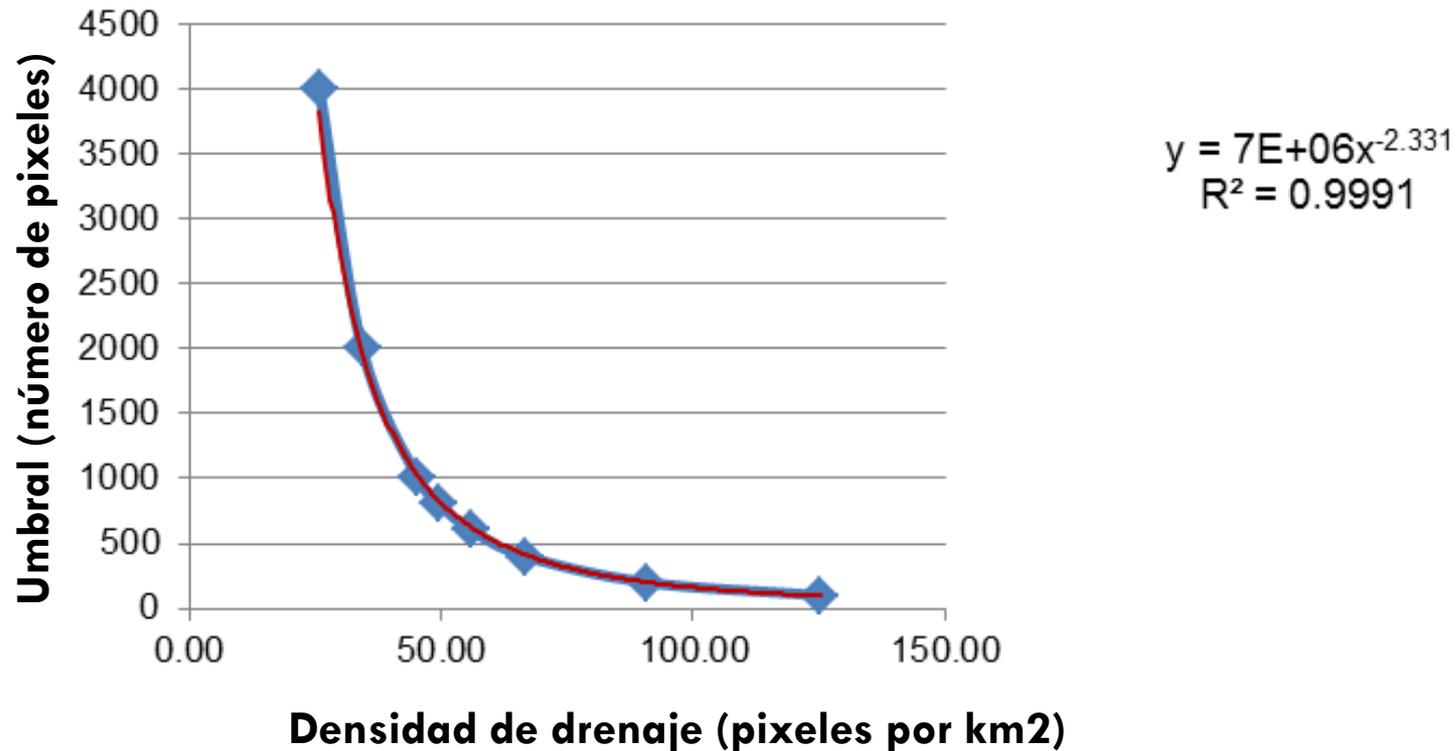
Red de drenaje derivada del DEM original



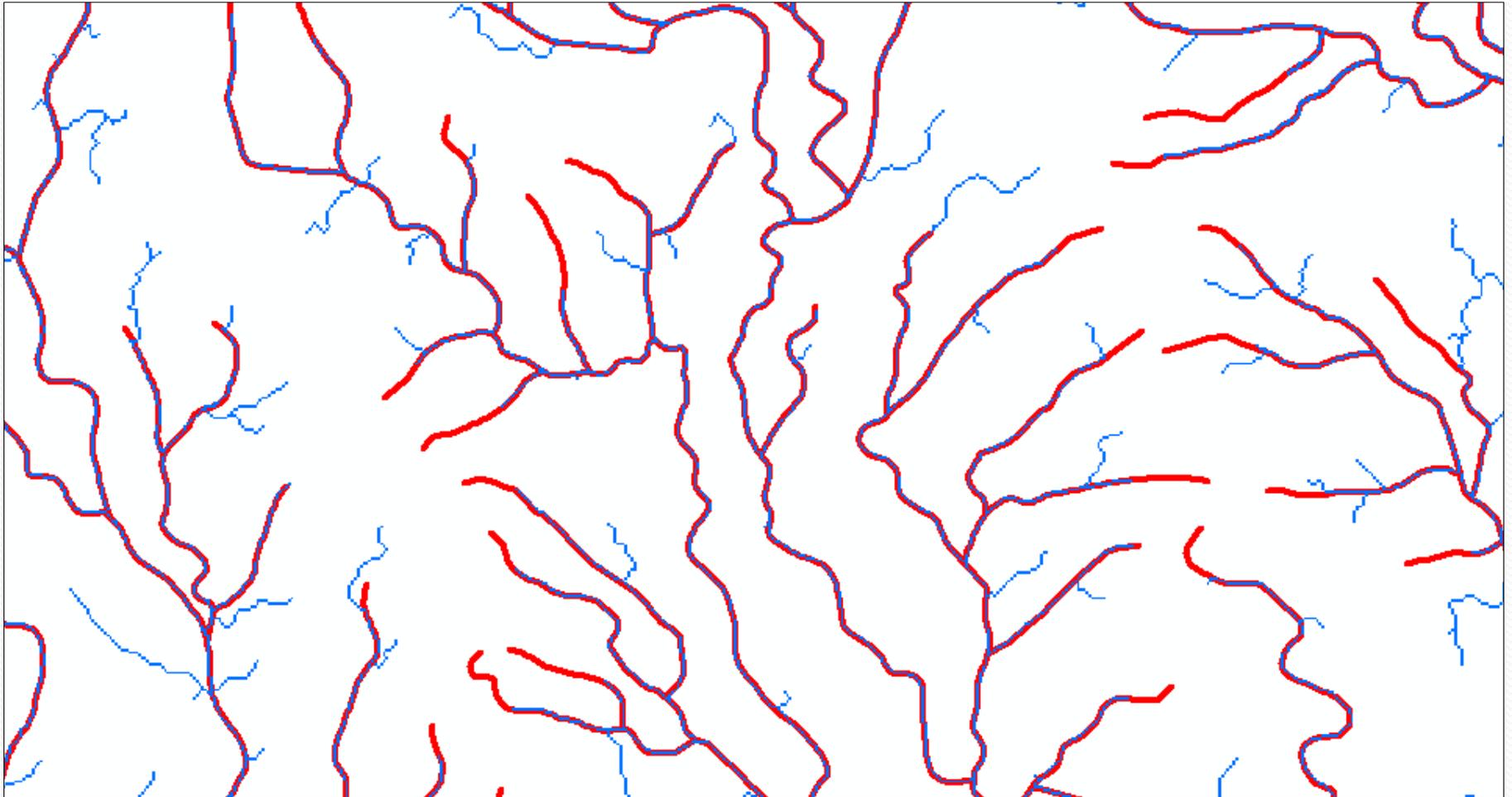
Red de drenaje después de aplicación del AGREE

Curva de densidad de drenaje: umbrales de acumulación

Densidad de drenaje vs. Umbral de Acumulación



Original vs derived red de drenaje



Definición de niveles

ESTACIONES DE NIVELES	
Estaciones del IDEAM	1368
Estaciones georreferenciadas	112
Tiempo promedio de registro	31
% de datos faltantes	8.70%
Estaciones con cambio en la mira	201



Estaciones georreferenciadas

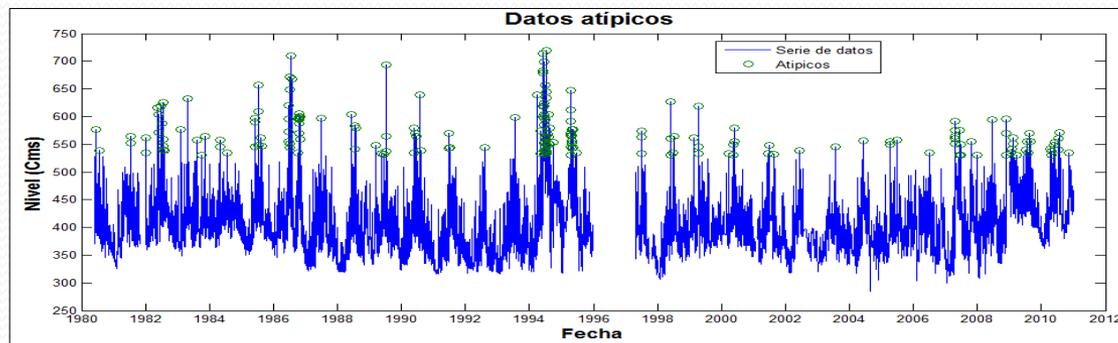
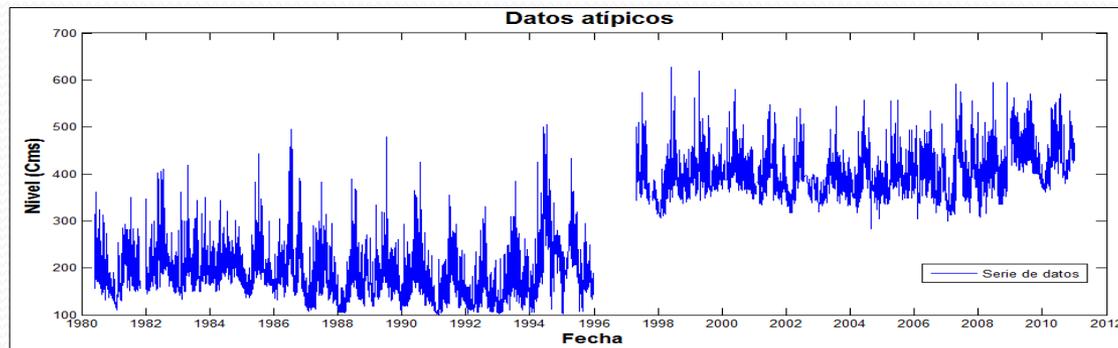
- * No todas las estaciones están plenamente georreferenciadas, es decir, el “cero” no está referenciado (m.s.n.m.).



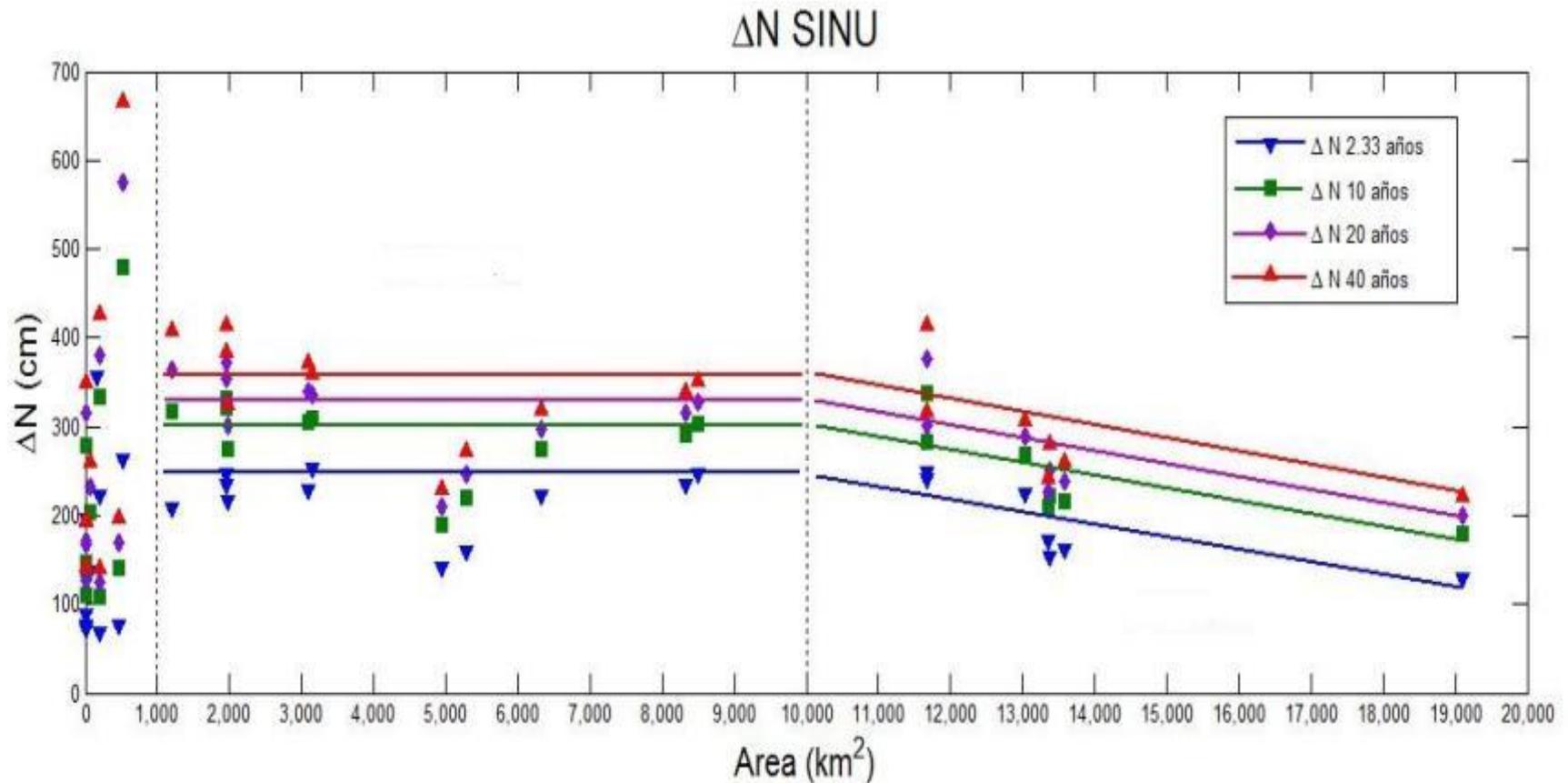
Procesamiento estadístico

Análisis de datos: datos atípicos, datos faltantes

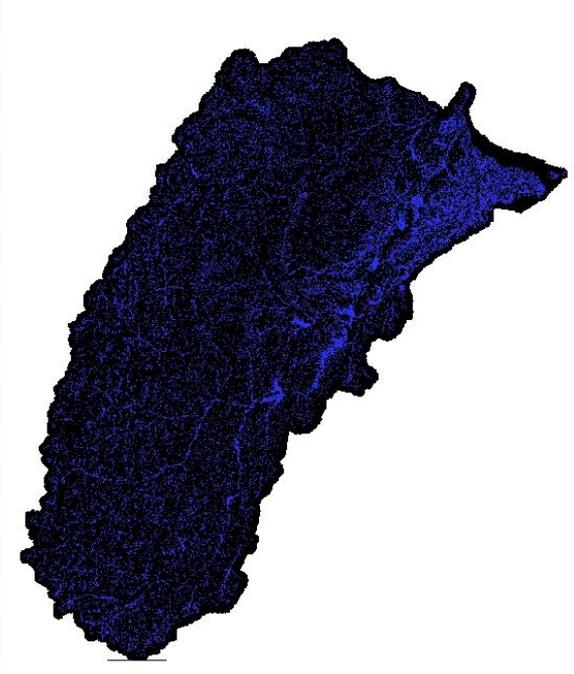
- Análisis estadístico preliminar: mensual, multiyear, media, análisis de homogeneidad, bondad de ajuste, análisis de frecuencia de valores máximos y mínimos, curvas ajustadas para comparar niveles observados vs. descargas medidas.
- Datos útiles: estaciones con más de 25 años de registro.



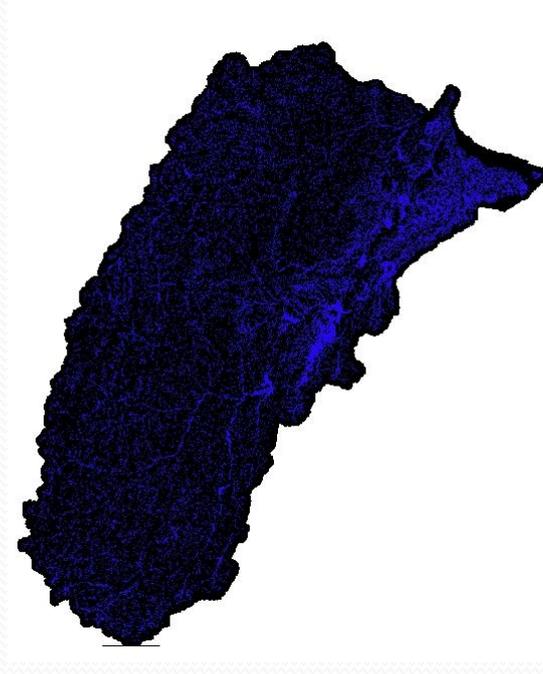
Niveles (ΔN) vs Área de drenaje



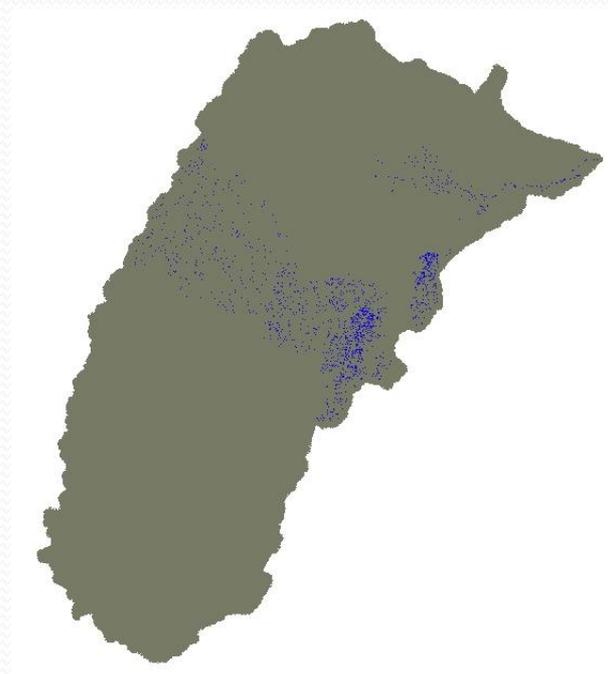
Áreas inundadas en cuencas validadas



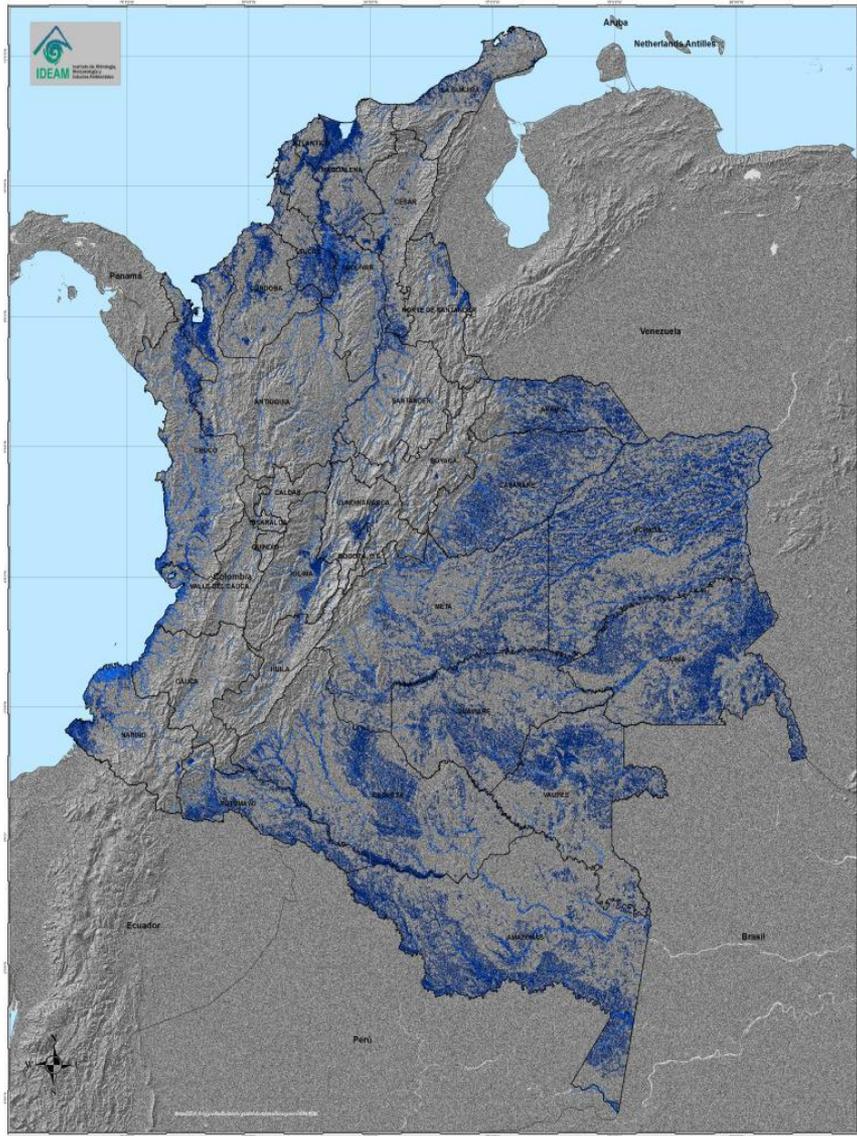
Áreas inundadas usando niveles derivados del análisis estadístico & cálculo de la línea de energía



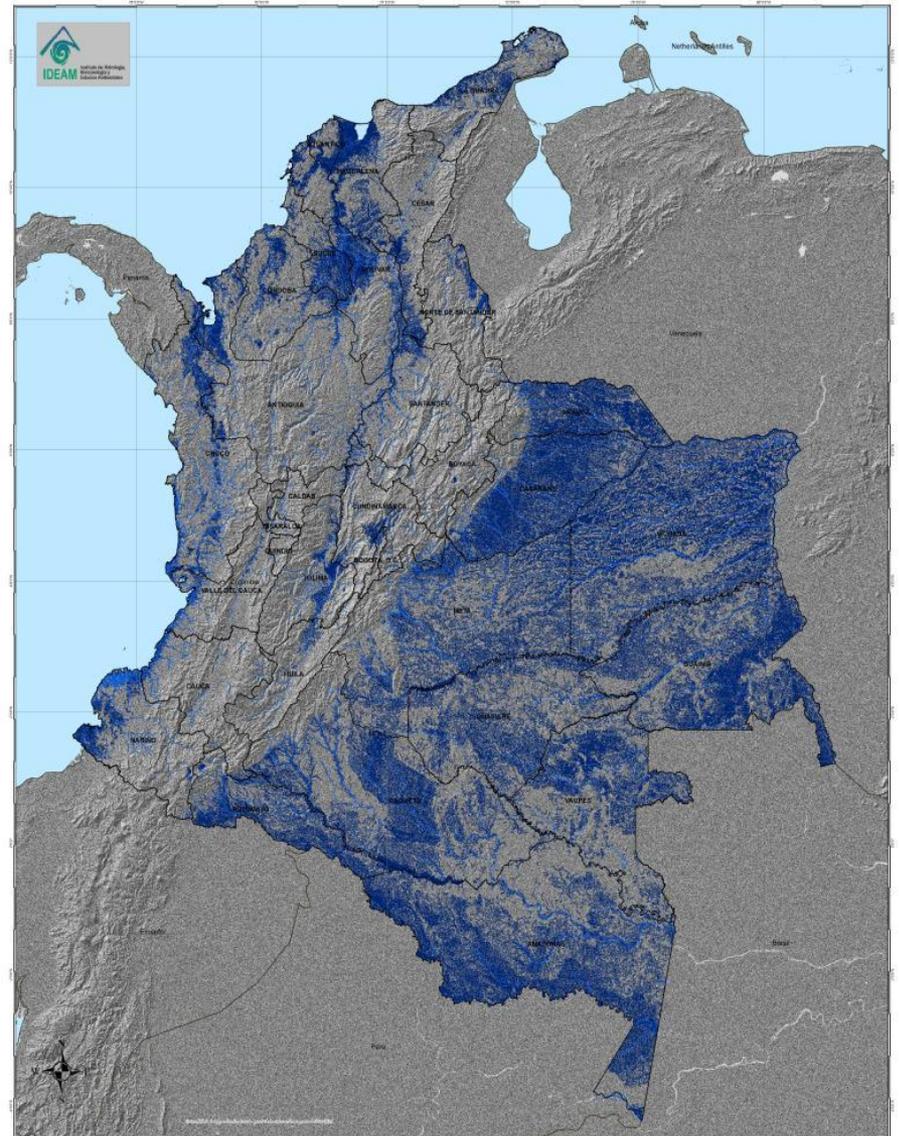
Áreas inundadas usando niveles derivados del ΔN vs. Área de drenaje



Diferencia del 6%



Tr 2.33 años



Tr 20 años