ATLAS

POTENCIAL HIDROENERGÉTICO DE COLOMBIA

2015



GOBIERNO DE COLOMBIA

UPME
Unidad de Planeación Minero Energética

IGAC

COLCIENCIAS
Ciencia, Tecnología e Innovación

IDEAM

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

IHS

JUAN MANUEL SANTOS CALDERÓN

Presidente de la República de Colombia

TOMÁS GONZÁLEZ ESTRADA

Ministro de Minas y Energía

GABRIEL VALLEJO LÓPEZ

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Unidad de Planeación Minero Energética

UPME

Jorge Alberto Valencia Marín
Director general (2015 – actual)

Ángela Inés Cadena Monroy
Directora general (2012-2015)

Ricardo Humberto Ramírez Carrero
Subdirector de energía eléctrica (2015-actual)

Alberto Rodríguez Hernández
Subdirector de energía eléctrica (2013-2015)

Marco Antonio Caro Camargo
Coordinador del grupo de generación

William Javier Henao Ramirez
Henry Josué Zapata Lesmes
Dora Liliam Castaño Ramírez
Miguel Eduardo Barrera Triviño
Jairo Alonso Bohórquez Blanco
Jairo Riaño Moreno

Pontificia Universidad Javeriana

PUJ

Nelson Obregón Neira
Director proyecto

Juan Pablo Macías Acevedo
Bernardo Díaz Orjuela
Pedro León García Reinoso
Carlos Capachero Martínez
Javier Fernando Méndez Monroy
Antoine Luis Daniel Defeyer
Paula Andrea Villegas González
Jessica Daniela García Gómez
Miguel Ángel Vanegas Ramos
Ivonne Janeth Moreno Bedoya
Luis Joseph Flores Zabala
Zulma Milena Useche Vargas
Deisi Carolina Urquijo Merchán
Karen Yisett Fernández Delgado
Adriana Carolina Salinas Talero
Constanza Carolina Castelblanco

DepartamentoAdministrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

COLCIENCIAS

Yaneth Giha Tovar
Dirección general (actual)

Alejandro Olaya Dávila
Subdirección general

Yesid Ojeda Papagallo
Gestor (E) del Programa Nacional de Investigación en Energía y Minería

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

IDEAM

Ómar Franco Torres
Director general

Nelson Ómar Vargas Martínez
Subdirector de hidrología

María Teresa Martínez
Subdirector de meteorología

Olga Cecilia González
Fabio Andrés Bernal Quiroga
Martha García Herrán
María Constanza Rosero Mesa

Instituto Geográfico Agustin Codazzi

IGAC

Ana Victoria Rincón Martínez
Carlos Andrés Franco Prieto
Vilma Lucía Inés Perez Valencia

Luz Kelly Garcia Conde
Yenny Carolina Moreno Saboya

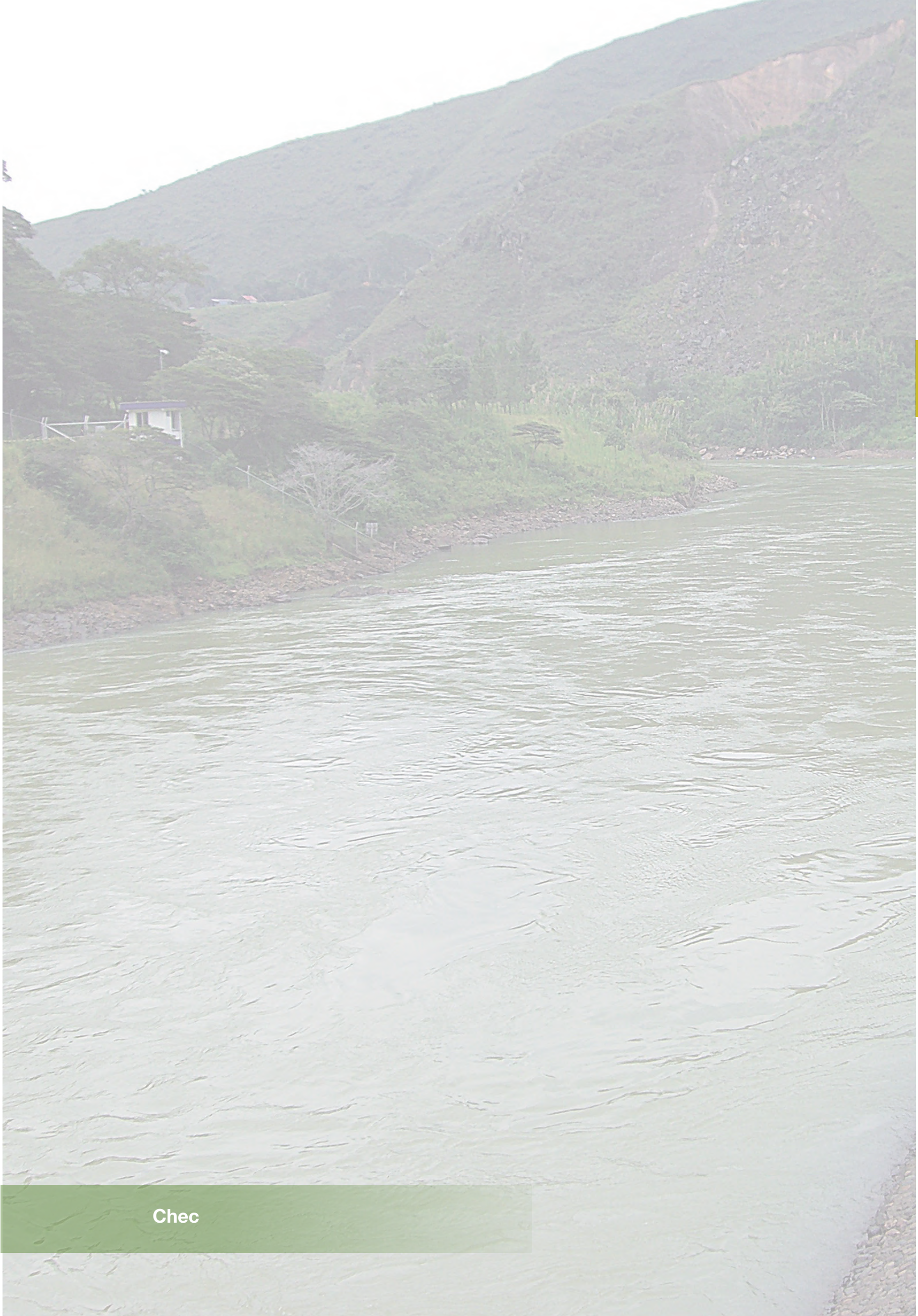


Chec
Autor: Ingfocol Ltda

Agradecimientos

Este proyecto hace un reconocimiento a las oficinas administrativas, jurídicas y, en general, a los funcionarios y exfuncionarios de COLCIENCIAS, la UPME, el IGAC y el IDEAM, que participaron en este proyecto, sin cuyo aporte no hubiese sido posible la elaboración del atlas. De igual manera, a todo el equipo de trabajo de la Pontificia Universidad Javeriana y a las entidades que suministraron información cartográfica, social y ambiental del país: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt y al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH).

Un reconocimiento especial a las empresas del sector hidroeléctrico por la participación en reuniones y talleres que se realizaron para que el atlas se hiciera realidad.



Chec



Chec
Autor: Ingfocol Ltda

Contenido

Prólogo 15

Presentación 17

Capítulo 1
HIDROENERGÍA 25

Capítulo 2
AGUA SUPERFICIAL 33

Capítulo 3
REGIONALIZACIÓN HIDROLÓGICA 37

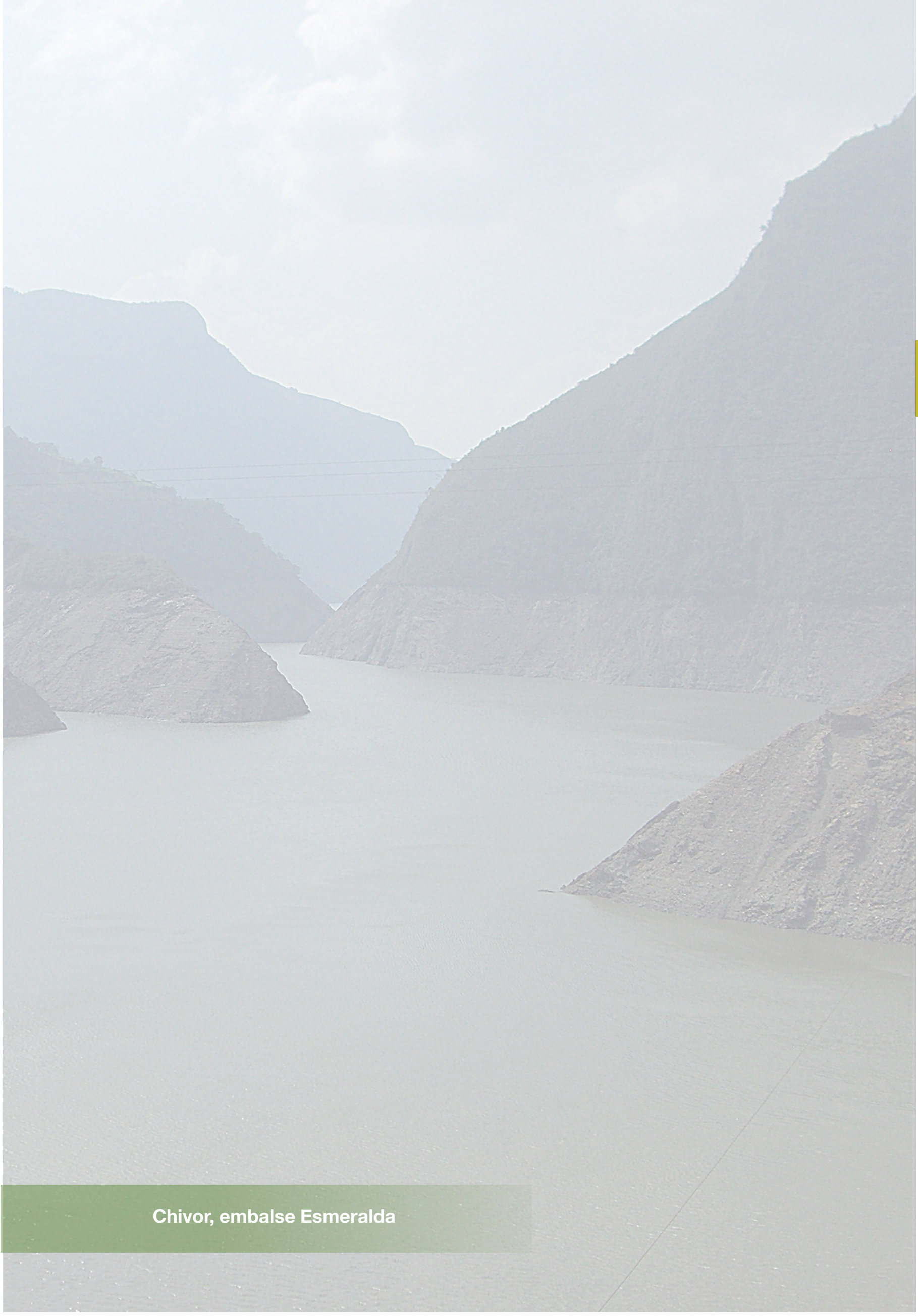
Capítulo 4
EVALUACIÓN DE POTENCIAL HIDROENERGÉTICO 73

Capítulo 5
ASPECTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DEL POTENCIAL HIDROENERGÉTICO 101

Bibliografía 129

Glosario 133

Anexos 137



Chivor, embalse Esmeralda



Chivor, embalse Esmeralda
Autor: Ingfocol Ltda

Lista de mapas

Mapa 3.1. Relieve 49

Mapa 3.2. Estaciones de caudal suministradas por el IDEAM 50

Mapa 3.3. Estaciones de caudal utilizadas en la modelación hidrológica 51

Mapa 3.4. Cuencas hidrográficas 52

Mapa 3.5. Agrupación hidrológica Caribe 53

Mapa 3.6. Agrupación hidrológica Magdalena - Cauca 54

Mapa 3.7. Agrupación hidrológica Pacífico 55

Mapa 3.8. Agrupación hidrológica Orinoco 56

Mapa 3.9. Agrupación hidrológica Amazonas 57

Mapa 3.10. Agrupaciones hidrológicas 58

Mapa 3.11. Regiones hidrológicas 59

Mapa 3.12. Histograma de caudal por zona hidrográfica IDEAM 60

Mapa 3.13. Histograma de caudal Caribe 61

Mapa 3.14. Histograma de caudal Magdalena-Cauca 62

Mapa 3.15. Histograma de caudal Pacífico 63

Mapa 3.16. Histograma de caudal Orionoquía 64

Mapa 3.17. Histograma de caudal Amazonía 65



Mapa 3.18. Caudal promedio anual 66
Mapa 3.19. Curva de duración de caudal por zona hidrográfica IDEAM 67
Mapa 3.20. Curva duración de caudal Caribe 68
Mapa 3.21. Curva duración de caudal Magdalena-Cauca 69
Mapa 3.22. Curva duración de caudal Pacífico 70
Mapa 3.23. Curva duración de caudal Orinoquía 71
Mapa 3.24. Curva duración de caudal Amazonía 72
Mapa 4.1. Caudal con probabilidad de excedencia del 95% (Q95) 82
Mapa 4.2. Caída hidráulica media por subzona hidrográfica a 200 metros 83
Mapa 4.3. Caída hidráulica media por subzona hidrográfica a 1 kilómetro 84
Mapa 4.4. Caída hidráulica media por subzona hidrográfica a 5 kilómetros 85
Mapa 4.5. Restricciones socioambientales 86
Mapa 4.6. Potencial hidroenergético 87
Mapa 4.7. Potencial hidroenergético Magdalena- Cauca 88
Mapa 4.8. Potencial hidroenergético Pacífico 89
Mapa 4.9. Potencial hidroenergético Caribe 90
Mapa 4.10. Potencial hidroenergético Orinoco 91
Mapa 4.11. Potencial hidroenergético Amazonas 92
Mapa 4.12. Potencial hidroenergético por subzona hidrográfica (Lc 200 metros) 93
Mapa 4.13. Potencial hidroenergético por subzona hidrográfica (Lc 1 kilómetro) 94
Mapa 4.14. Potencial hidroenergético por subzona hidrográfica (Lc 5 kilómetros) 95
Mapa 4.15. Grandes centrales 96
Mapa 4.16. Pequeñas centrales 97
Mapa 4.17. Mini centrales 98
Mapa 4.18. Micro centrales 99
Mapa 4.19. Pico centrales 100

Índice de mapas



Mapa 5.1. Sistema nacional de áreas protegidas 106

Mapa 5.2. Ecosistemas de páramos, humedales y manglares 107

Mapa 5.3. Proyectos hidroenergéticos 108

Mapa 5.4. Resguardos indígenas y comunidades afrocolombianas 109

Mapa 5.5. Recursos pesqueros 110

Mapa 5.6. Sitios de hallazgos arqueológicos 111

Mapa 5.7. Uso del suelo 112

Mapa 5.8. Conflicto de uso del suelo 113

Mapa 5.9. Amenaza por deglaciación y amenaza volcánica 114

Mapa 5.10. Amenaza por inundación 115

Mapa 5.11. Amenaza por desertificación 116

Mapa 5.12. Amenaza por erosión 117

Mapa 5.13. Amenaza por remoción en masa 118

Mapa 5.14. Amenaza por salinización 119

Mapa 5.15. Amenaza sísmica 120

Mapa 5.16. Índice de desarrollo humano 121

Mapa 5.17. Necesidades básicas insatisfechas 122

Mapa 5.18. Índice de calidad de vida 123

Mapa 5.19. Cobertura total de energía 124

Mapa 5.20. Sistema interconectado 125

Mapa 5.21. Red vial 126

Mapa 5.22. Población 127



Central Urrá



Central Urrá
Autor: Ingfocol Ltda

Lista de figuras

Figura 1.1. Central de Urrá 25

Figura 1.2. Central hidroeléctrica 26

Figura 1.3. Central a filo de agua 27

Figura 1.4. Central con embalse 27

Figura 1.5. Central de acumulación por bombeo 27

Figura 1.6. Central mareomotriz 28

Figura 1.7. Total mundial de la capacidad hidroeléctrica instalada (GW) por país en 2014. 29

Figura 1.8. Vertimientos GWh 30

Figura 1.9. Comportamiento de la demanda de energía en Colombia de los últimos 10 años 31

Figura 2.1. Ciclo hidrológico 33

Figura 2.2. Ciclo hidrológico en la cuenca hidrográfica 34

Figura 2.3. Limnímetro 35

Figura 2.4. Zona confluencia intertropical 35

Figura 2.5. Áreas hidrográficas 36

Figura 3.1. Esquema metodológico de la regionalización áreas hidrográficas 38

Figura 3.2. Aspectos biofísicos cuenca 39

Figura 3.3. Histograma de las diferencias entre el modelo SRTM y alturas geométricas IGAC 40



Figura 3.4. Modelo de elevación digital SRTM con puntos subestimados y sobreestimados de la red geodésica 40

Figura 3.5. Esquema metodológico para el cálculo de caudal..... 46

Figura 3.6. Metodología para el cálculo de una curva de duración de caudal sintética..... 47

Figura 4.1. Variación del potencial hidroenergético con el caudal y la caída hidráulica 74

Figura 4.2. Esquema del proceso de obtención del mapa de potencial hidroenergético... 75

Figura 4.3. Distribución en áreas hidrográficas del potencial máximo acumulado por subzona hidrográfica. Longitud (Lc) 0,2 km. Potencial Total: 508 MW..... 79

Figura 4.4. Distribución en áreas hidrográficas del potencial máximo acumulado por subzona hidrográfica. Longitud (Lc) 1,0 km. Potencial Total: 651 MW..... 79

Figura 4.5. Distribución en áreas hidrográficas del potencial máximo acumulado por subzona hidrográfica. Longitud (Lc) 5,0 km. Potencial Total: 959 MW..... 79

Figura 4.6. Potencial hidroenergético a filo de agua por área hidrográficaen kilovatios 80

Figura 4.7. Relación entre el potencial hidroenergético a filo de agua y la longitud de conducción..... 81

Figura 4.8. Perfil energético de la cuenca alta del río Magdalena (20 km) 81

Figura 5.1. Metodología para el análisis de los aspectos sociales, económicos y ambientales del potencial hidroenergético..... 101



Central Urrá
Autor: Ingfocol Ltda

Lista de tablas

Tabla 1.1. Capacidad efectiva neta del SIN a diciembre 31 de 2013 y 2014..... 30

Tabla 3.1. Parámetros empleados en el cálculo del caudal medio en el Alto Magdalena... 41

Tabla 4.1. Caídas hidráulicas en metros por área hidrográfica..... 75

Tabla 4.2. Subzonas hidrográficas con mayor potencial hidroenergético por área hidrográfica considerando una longitud Lc de 0,2 km 76

Tabla 4.3. Subzonas hidrográficas con mayor potencial hidroenergético por área hidrográfica considerando una longitud Lc de 1,0 km 77

Tabla 4.4. Subzonas hidrográficas con mayor potencial hidroenergético por área hidrográfica considerando una longitud Lc de 5km 78

Tabla 4.5. Potencial hidroenergético acumulado por tipo de central y por sitio identificado para aprovechamiento, en kilovatios..... 80

Tabla 5.1. Aspectos sociales, económicos y ambientales del potencial hidroenergético... 103



Rio Chicamocha



Río Chicamocha
Autor: Ingfocol Ltda

Prólogo

Doctor Luis Eduardo Machado Hernández

El crecimiento sostenido de la demanda de energía eléctrica, así como la evolución de los precios de los hidrocarburos, manifiestan la necesidad de diversificar las fuentes de abastecimiento energético.

Considerando que el agua es un recurso natural fundamental para el sostenimiento de la vida humana y la explotación del recurso con diferentes fines es responsabilidad del Estado, la selección de sistemas de aprovechamientos que permitan la explotación racional del recurso hídrico, así como su control, la conservación de su calidad, la compatibilización con sus diferentes usos, la definición de normas y su posterior fiscalización, es también responsabilidad pública.

En la última década del siglo XXI se ha impulsado la investigación, el estudio y el desarrollo de propuestas tecnológicas para la obtención de nuevas y mejores formas de generación energética. Estas propuestas, a menudo denominadas energías alternativas, buscan complementar los sistemas tradicionales y, en un futuro cercano, contar con soluciones energéticas sencillas que perduren en el tiempo, con un mínimo impacto ambiental, bajos costos y en cantidades que satisfagan la creciente demanda energética que se genera con el desarrollo económico e industrial.

En Colombia esta iniciativa motivó la expedición de la ley 1715 de 2014, que tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Dando cumplimiento también a compromisos internacionales asumidos por Colombia por medio de la aprobación del estatuto de la agenda internacional de energías renovables mediante la Ley 1665 de 2013.

Para responder a estas necesidades se están estudiando alternativas de generación de energía hidráulica que, en su mayoría, corresponden a pequeñas centrales hidroeléctricas conocidas como PCH. Con la generación de energía a partir de PCH se busca dar suministro a zonas aisladas que abastecen pequeños asentamientos humanos, en las que llevar una línea de interconexión del sistema eléctrico principal puede resultar costosa.

La energía hidroeléctrica fue una de las primeras formas usadas para producir electricidad; con esta fuente energética se aprovecha la transformación de la energía potencial del agua almacenada en un nivel superior, en energía cinética.



Dentro de sus principales desventajas está la dependencia de niveles de agua dados por condiciones meteorológicas de lluvia y sequía, el alto impacto ecológico en algunos casos y los altos costos por la necesidad de construcciones de obras civiles como presas y embalses y los estudios previos de factibilidad, usualmente efectuados para las grandes centrales.

Como una herramienta técnica, cuyo fin es proveer el conocimiento y la experiencia para la valorización de sitios con potencial hidroeléctrico, el atlas resulta ser una guía que, a partir de los principios de generación hidroeléctrica, facilita la identificación de proyectos de filo de agua, base para sugerir la viabilidad técnica de un proyecto hidroeléctrico, considerando aspectos que son fundamentales cuando se realizan evaluaciones técnicas de este nivel, como son los aspectos ambientales y sociales vinculados al desarrollo social bajo el enfoque de sostenibilidad.

Por ello se estima que a partir del atlas se deben desarrollar posteriormente etapas del proceso de identificación para el aprovechamiento energético, su interrelación con los múltiples usos del recurso e iniciar inversiones en generación hidroeléctrica para cubrir el crecimiento de la demanda de energía a corto, mediano y largo plazo. Las tareas inherentes a esas etapas son:

- Análisis del recurso hídrico disponible en la cuenca y su uso energético.
- Planteamiento de alternativas.
- Desarrollo de estudios básicos y trabajos de campo.
- Estudio de optimización del uso del recurso.
- Diseño del esquema básico de las obras para el aprovechamiento hidroeléctrico.
- Evaluación técnica, económica y ambiental.

El atlas potencial hidroenergético de Colombia es fruto de un trabajo multidisciplinario de profesionales que aplicaron las tecnologías recientes en SIG, destinadas al manejo del recurso hídrico, y enfocado a generar energía de filo de agua. Sin embargo, y debido a la forma acelerada como ha venido evolucionado la tecnología, la información contenida en este atlas requiere de un proceso de actualización y mejora continua en periodos de tiempo no muy espaciados, para adaptarlo a los criterios técnicos, ambientales y económicos vigentes en un momento dado.



Chec
Autor: Ingfocol Ltda

Presentación

¿QUÉ ES?

El atlas es un documento de referencia que, a partir de un conjunto de mapas, presenta la distribución espacial del potencial hidroenergético de Colombia, calculado para generación hidroeléctrica de filo de agua, obtenida a partir del caudal medio y de la topografía del modelo de elevación digital. Estos mapas incluyen aspectos hidrológicos, cartográficos, sociales, económicos y ambientales.

De esta manera se convierte en una referencia importante y herramienta para quienes trabajan en el sector energético, de aprovechamiento del recurso hídrico y medio ambiente, aportando conceptos técnicos, elementos para la toma de decisiones y conocimiento de las condiciones del territorio Colombiano.

El atlas se constituye en un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para garantizar la planificación adecuada de un abastecimiento energético pleno y oportuno, según las indicaciones establecidas en la Ley 697 de 2001.

En Colombia, la generación de energía eléctrica se puede obtener a partir del aprovechamiento de diferentes fuentes de energía, renovables y no renovables. En la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (MAVDT, 2010) el agua es considerada un recurso natural renovable, por lo tanto la energía eléctrica generada a partir de los aprovechamientos hídricos es considerada una energía limpia y renovable, que provoca menores impactos sobre el ambiente.

En el marco jurídico del país, la Ley 143 de 1994 menciona que el abastecimiento de electricidad debe realizarse según criterios económicos y de viabilidad financiera, asegurando un uso racional y eficiente de los diferentes recursos energéticos del país, de forma tal que se preserve la integridad de las personas, de los bienes y del medio ambiente.

En la última década se ha venido impulsando la investigación, estudio y desarrollo de propuestas tecnológicas para la obtención de nuevas y mejores formas de generación energética, buscando complementar los sistemas tradicionales, que perduren en el tiempo, con un mínimo impacto ambiental, bajos costos y en cantidades que satisfagan la creciente demanda energética que se genera con el desarrollo económico e industrial.

En Colombia esta iniciativa motivó la expedición de la Ley 1715 de mayo de 2014, que tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario



para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Dando cumplimiento también a compromisos internacionales asumidos por Colombia a través de la aprobación del estatuto de la Agenda Internacional de Energías Renovables mediante la Ley 1665 de 2013.

En el país se han adelantado estudios sobre el potencial hidroenergético, entre los que se destacan el Estudio del Sector de Energía Eléctrica (ESEE) – 1979 y el Sistema de Información de Potencialidades Técnicas, Económicas y Ambientales para el desarrollo del Sector Minero Energético (SIPR). El primer estudio se orientó a la identificación puntual de proyectos hidroeléctricos con potencia superior a 100MW. El segundo estudio permitió definir una metodología para el cálculo del potencial hidroenergético en un tramo del río cauca.

El proyecto que soporta las bases del presente atlas del potencial hidroenergético de Colombia, además de revisar y ajustar las metodologías planteadas por la UPME, identifica cuencas hidrográficas, emula la red de drenaje haciendo uso del modelo digital del terreno SRTM-30, contribuye a mejorar el conocimiento de los procesos hidrológicos que se relacionan con la producción de escorrentía superficial y su expresión a través de las características fisiográficas del territorio colombiano, establece una metodología para calcular los valores de caudal a lo largo de la red de drenaje e implementa una plataforma basada en Sistemas de Información Geográfica para sistematizar la evaluación de proyectos hidroenergéticos de filo de agua.

¿QUÉ CONTIENE?

El atlas de potencial hidroenergético contiene cinco capítulos, cuyo contenido principal se describe a continuación:

En el capítulo 1, hidroenergía, se define el concepto de hidroenergía, como se genera la energía potencial a partir de un cauce o cuando se encuentra embalsada, su transformación en energía cinética, y en energía eléctrica. Clasificación, tipos y componentes principales de las centrales hidroeléctricas, y el desarrollo de la generación hidroeléctrica en Colombia y en el mundo.

En el capítulo 2, agua superficial, se presenta una síntesis del proceso de formación del agua superficial a través del ciclo hidrológico, el procedimiento para medir el caudal de agua que pasa por una estación de aforo o hidrométrica, y se describen los factores atmosféricos que inciden en la riqueza hídrica del territorio colombiano.

En el capítulo 3, regionalización hidrológica, se consignan los procedimientos utilizados para identificar las regiones hidrológicas, a partir de información topográfica e hidroclimatológica obtenida del modelo digital de terreno SRTM 30 y de la base de datos del estudio nacional del agua. Se presenta la metodología para cuantificar la disponibilidad de agua a lo largo de la red de drenaje, mediante un modelo regional basado en ecuaciones de regresión, y el cálculo de curvas de duración de caudal regionalizadas.

En el capítulo 4, evaluación del potencial hidroenergético, se describen los principales componentes del potencial: caudal y caída hidráulica. Se presentan mapas con la distribución espacial de estas variables, a partir de las cuales se calculó el potencial hidroenergético a filo de agua. Se consignan estadísticas que muestran la distribución del potencial hidroenergético en las áreas hidrográficas del país, resaltando los sitios donde se presentan los valores máximos aprovechables.

El capítulo 5, aspectos sociales, económicos y ambientales del potencial hidroenergético, contiene el análisis de estas variables, importantes a considerar en el aprovechamiento y selección de proyectos hidroenergéticos, que finalmente pueden ser llevados a estudios de diseño detallado. Se presenta el proceso metodológico de selección de variables, niveles de importancia de las



mismas, y mapas donde se consigna esta información.

En el glosario, se relacionan y definen en orden alfabético los principales términos utilizados en el atlas, que sirven de apoyo para la comprensión del documento.

En el anexo 1, se presentan los parámetros morfométricos de las cuencas involucradas en el estudio y a partir de los cuales se definieron las ecuaciones de regionalización hidrológica.

¿CÓMO SE REALIZÓ?

El trabajo es el resultado de una sinergia entre el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM; el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS; el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC; la Pontificia Universidad Javeriana, PUJ; y la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, que aportaron sus recursos técnicos y administrativos. Se contó con la opinión de los principales actores nacionales, relacionados con proyectos hidroenergéticos. Este proyecto fue financiado con recursos del patrimonio autónomo fondo nacional de financiamiento para la ciencia, la tecnología y la innovación, Francisco José de Caldas.

Como resultado de esta alianza se publica por primera vez el atlas potencial hidroenergético de Colombia, para cuyo desarrollo se llevaron a cabo las actividades que se describen a continuación:

Procesamiento del modelo digital de terreno SRTM-30 para identificar 9,139 cuencas hidrográficas, simulación de la red de drenaje IGAC a escala 1:100.000 y cálculo de los parámetros morfológicos para cada una de las cuencas identificadas.

Configuración de una base de datos con parámetros morfológicos, climáticos, hidrológicos y ambientales, con el fin de desarrollar una metodología de cálculo de caudales y la valoración de aspectos ambientales.

Definición de regiones hidrológicas homogéneas en función de variables morfológicas e hidrológicas, usando herramientas estadísticas de clasificación como el análisis de clúster y el análisis discriminante.

Selección y caracterización de estaciones de caudal, con periodo de registro superior a 20 años, a partir de la información contenida en la base de datos del estudio nacional del agua elaborado por el IDEAM.

Implementación de un modelo regional, basado en ecuaciones de regresión y operativo con dato tipo ráster, que permite estimar caudales en puntos en donde no se dispone de registros históricos.

Determinación de curvas de duración de caudal regionalizadas, a partir del cálculo del coeficiente de variación y del caudal promedio anual, en cada punto de la red, a partir de metodologías aceptadas en el medio académico a nivel internacional y colombiano.

Implementación de un Model Builder en ArcGIS, para el cálculo del caudal en cuencas sin información, y el cálculo de los valores promedio de las variables definidas por la ecuación de regionalización, para generar un valor estimado de caudal.

Se desarrolló una metodología para estimar la oferta hídrica en Unidades Hidrográficas de Alta Resolución (UHAR), ENA 2010.

Se desarrollaron los aspectos funcionales del sistema de información geográfica y las características esenciales del aplicativo web. El sistema de información geográfica fue concebido con la intención de almacenar la información necesaria para el desarrollo del estudio, como restricciones ambientales, información socioeconómica, información hidroenergética y el potencial hidroenergético del país. Adicionalmente cualquier usuario puede verificar a través de un visor web la información necesaria para establecer un nuevo proyecto



hidroenergético, así como verificar la cartografía temática que soporta el atlas hidroenergético.

Por las particularidades del proyecto y las entidades que tendrán acceso al mismo, se trabajó con ArcGIS® 10.1., Oracle®, sqldeveloper y cartografía base del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Se crearon bases de datos geográficas (Geodatabase corporativa) acorde con el sistema estándar colombiano, siguiendo la proyección Magna Sirgas y el aplicativo con los metadatos actualizados según lo indica la norma NTC 4611.

Utilizando los algoritmos del DEM Surface Reconditioning System, desarrollado en el año 1997 por el Centro de Investigación de Recursos Hidráulicos de la Universidad Texas y el D8 (O'Callaghan and Mark, 1984), se desarrollaron aplicativos específicos para el procesamiento del modelo digital del terreno cuyo propósito fue: definir la red de drenaje, identificar áreas de drenaje, definir tramos de río relacionados con área de aportación, cota, pendiente y longitud, y la caracterización fisiográfica de los puntos de cierre de cuencas en los sitios donde existen estaciones hidrométricas.

Adicionalmente se desarrollaron dos aplicativos uno vía web y uno inhouse; en el aplicativo web, un promotor puede ingresar los datos del proyecto hidroenergético, en cualquiera de sus fases, de acuerdo con los requerimientos de las resoluciones 0052 de 2012 y 0638 de 2007. Este aplicativo es funcional pues solicita, una vez el promotor cuente con los documentos necesarios, un concepto de potencial por parte de la UPME.

En este aplicativo web se relaciona el estado de evaluación de proyectos hidroeléctricos, expedición de certificados y generación de reportes. Algunos usuarios podrán realizar sólo consultas, otros podrán descargar información y otros podrán actualizar las bases de datos. Se dispondrá de un directorio de usuarios activos de la UPME, en el que se reportarán las actualizaciones y reportes generados por el sistema.

Una vez el promotor solicite el concepto de potencial, la UPME puede emitir el concepto de potencial a través del aplicativo inhouse. Este se desarrolló como un addin en ArcGIS® y allí se pueden identificar redes y áreas de drenaje, definición de tramos de río en cuanto a área de aportación, cota, pendiente y longitud, la caracterización fisiográfica de los puntos de cierre de cuencas hidrométricas; y otras variables que impliquen restricción o vía libre del proyecto, para el cual el promotor está solicitando el concepto de potencial.

Metodología para evaluar proyectos hidroeléctricos, implementada en un sistema de información geográfica. Esta herramienta facilita las tareas de evaluación de proyectos, gracias a la sistematización de la información requerida para la evaluación de los mismos. Se diseñó una base de datos geográfica (Geodatabase, GDB), alfanumérica y documental que facilita el seguimiento y acceso a la información por parte de la autoridad competente en el ámbito local, regional y nacional. Esta GDB almacena la integración con las bases de datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, del Ministerio de Minas y Energía y del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en forma de coberturas tipo shape versión 2.0, datos alfanuméricos en tablas o coberturas ráster.

Se realizaron talleres y reuniones con el fin de socializar el proyecto y contar con el apoyo y participación de los actores e instituciones nacionales, de mayor influencia y conocimiento del sector hidroenergético en el país. El resultado fue positivo respecto a metodologías, modelos para evaluar el potencial hidroenergético, y valorar las variables a incorporar en el componente social, económico y ambiental.



Reporte de los talleres y reuniones realizados durante el proyecto

Taller o reunión	Objetivo	Lugar	Fecha
1. Taller de lanzamiento del proyecto	Contar con el apoyo y participación de los actores e instituciones nacionales, de mayor influencia y conocimiento del sector energético en el país, en el desarrollo del proyecto. Además el taller incluyó una consulta a expertos, a través de la cual se realizó la valoración de la importancia de los aspectos sociales, económicos y ambientales utilizados para evaluar el potencial hidroenergético.	Pontificia Universidad Javeriana	9 de septiembre del año 2013
2. Taller regional	Contar con el apoyo, retroalimentación y participación de los actores e instituciones representativos del sector social y ambiental, en el desarrollo de la metodología social, económica y ambiental.	Universidad de Antioquia	3 de diciembre del año 2013
3. Reuniones Acolgen	Socializar el enfoque metodológico del proyecto y recibir retroalimentación de los avances del proyecto.	Acolgen	15 de agosto del año 2013 16 de junio del año 2014
4. Taller-reunión de expertos Emgesa	Socializar el enfoque metodológico del proyecto y recibir retroalimentación de los diferentes sectores al interior de la empresa (ambiental, social e hidrológico).	Emgesa	9 de agosto del año 2013
5. Reunión de expertos hidrología	Contar con el apoyo, retroalimentación y participación de los actores representativos del componente hidrológico, en el desarrollo de la metodología de evaluación del potencial hidroenergético.	Pontificia Universidad Javeriana	21 de marzo 2014
6. Taller de presentación de resultados	Presentar los principales resultados del proyecto a los actores e instituciones de mayor influencia y conocimiento del sector energético en el país.	UPME	26 de junio de 2015

¿QUÉ APORTA?

El atlas aporta el entendimiento y acercamiento al potencial hidroenergético en Colombia y a la disponibilidad del recurso hídrico del país, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Modelo digital de terreno SRTM-30, que puede ser muy útil para adelantar estudios regionales en diferentes tópicos.

Es posible adelantar investigaciones para mejorar la exactitud vertical, considerando aspectos como el tipo de cobertura del suelo y la morfología del terreno, incluyendo datos recolectados de forma sistemática y ajustada a un estándar nacional. Comparando la exactitud vertical que ha sido determinada en esta investigación, contra la reportada en la



literatura, se puede recomendar su uso en la reproducción de la red de drenaje en escalas iguales o superiores a 1:100.000.

Bases de datos geográficas y cartografía, que representa la variabilidad del caudal medio anual a través de la red de drenaje oficial del país, teniendo como unidad de análisis un tamaño de celda de 30 m correspondiente a la resolución espacial del modelo SRTM a partir del cual se generaron estos productos.

Fue posible representar un total de 9.139 cuencas hidrográficas, cada una de ellas descrita por 20 atributos numéricos relacionados con variables topográficas e hidroclimatológicas asociadas con el comportamiento hidrológico. Estas cuencas se agruparon en 16 clúster, de la siguiente forma: siete (7) en Caribe, tres (3) en Magdalena-Cauca, dos (2) en Orinoquía, dos (2) en Amazonía y dos (2) en Pacífico. Esta agrupación facilita el desarrollo de un modelo hidrológico regional que acepta la extrapolación de datos a escala local y la estimación de caudales en sitios sin registro de información.

El modelo fue desarrollado en cada una de las regiones hidrológicas, utilizando como fuente de información principal la base de datos del estudio nacional del agua y el modelo digital de terreno SRTM- 30. En la identificación del modelo regional, fueron seleccionados los caudales medios mensuales de 472 estaciones que cubren el periodo comprendido entre enero de 1974 y diciembre de 2011. Se obtuvieron ecuaciones de regionalización con coeficientes de determinación superiores a 0,90 en cada una de las regiones hidrológicas. Las variables regresoras que se presentaron con mayor frecuencia fueron el área de la cuenca, la pendiente media de la cuenca, la precipitación, la evapotranspiración y el rendimiento hídrico.

Las regiones hidrológicas favorecen la implementación de un modelo hidrológico regional que permite describir el comportamiento del caudal a lo largo de dicha red de drenaje. Con el propósito de identificar una línea base para caracterizar adecuadamente regiones hidrológicas homogéneas, en áreas menores de 5.000 km2, los resultados de la regionalización hidrológica resultan interesantes para elaborar proyectos orientados a satisfacer las necesidades de información en la escala regional y consolidar evaluaciones regionales del agua en un marco geográfico nacional.

En el aspecto hidrológico se consignan 24 mapas asociados con dos componentes principales: i) Identificación de regiones hidrológicas, presenta información relacionada con el modelo digital del terreno, la localización de estaciones de medición de caudal, la generación de cuencas hidrográficas, la presentación de regiones hidrológicas resultantes del análisis de clúster y la re-agrupación de las regiones hidrológicas en las zonas hidrográficas definidas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) como resultado del análisis discriminante; y ii) El comportamiento del caudal a lo largo de la red de drenaje, mediante histogramas de caudal y curvas de duración de caudal.

En el aspecto relacionado con el potencial hidroenergético, se consignan 19 mapas correspondientes a: caudal Q95; caída hidráulica disponible, obtenida de la topografía del modelo de elevación digital; potencial hidroenergético medio y máximo por subzonas hidrográficas y a lo largo de la red de drenaje; y mapas que facilitan la identificación de las zonas del país con un alto potencial hidroenergético aprovechable.

Mapas con información sobre condiciones sociales, económicas y ambientales, que sirven para la toma de decisiones y para emitir conceptos técnicos relacionados con la posibilidad de realizar un aprovechamiento hidroenergético en el territorio Colombiano. Se consignan 22 mapas, que hacen referencia a variables como Parques Nacionales Naturales, conflicto de uso del suelo, Resguardos Indígenas, entre otros, esenciales para el entendimiento del contexto territorial y sobre el desarrollo de un proyecto hidroenergético.



Una metodología de participación de actores e instituciones para la selección de variables a considerar en la evaluación de proyectos hidroenergéticos.

Se implementaron tres aplicativos en donde los promotores pueden ingresar su información directamente por la web y revisar la información del país de manera cartográfica. Para la UPME se generó un aplicativo inhouse, el cual permite emitir un concepto de potencial. Estos aplicativos facilitan la sistematización de la información necesaria para evaluar proyectos hidroenergéticos.

RESULTADOS

Los resultados más sobresalientes de este proyecto pueden resumirse a continuación:

Un modelo regional basado en ecuaciones de regresión, que determina los caudales medios mensuales en diecisiete zonas hidrológicas IDEAM, cuya salida grafica permite la construcción de un raster de caudales a lo largo de la red de drenaje.

Un aplicativo para sistemas de información geográfica, que permite el cálculo automatizado de las variables hidrológicas involucradas en la evaluación del potencial hidroenergético en cualquier punto de la red de drenaje.

Mapas de la distribución del potencial hidroenergético en Colombia, a filo de agua, en cada una de las subzonas hidrográficas.

La selección de aspectos sociales, económicos y ambientales jerarquizados según su nivel de importancia para el aprovechamiento hidroenergético, en el contexto colombiano y a partir de una metodología de participación de actores e instituciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las regiones hidrológicas fueron identificadas haciendo uso del análisis de clúster aplicado sobre 9.139 cuencas hidrográficas que fueron clasificadas con atributos morfológicos e hidroclimatológicos. Estos resultados presentan una perspectiva interesante como punto de partida para la extrapolación de información a cuencas hidrográficas que carecen de registros de caudales, con especial aplicación en el cálculo de caudales, desarrollo de modelos ambientales regionales y descripción de las evaluaciones regionales de agua en un contexto hidrológico.

La diferencia entre los 16 grupos no se explica exclusivamente por parámetros topográficos como la pendiente o elevación de la cuenca, aunque éstos tienden a dominar la disimilitud entre los grupos. También resultan importantes parámetros hidroclimatológicos como la escorrentía, la precipitación y la evapotranspiración, ésta última con mayor importancia en algunas cuencas de la Orinoquía y la Amazonía. El resultado final, como un ejercicio independiente, es un buen indicador de la funcionalidad que tiene la clasificación realizada por el IDEAM en áreas, zonas y subzonas hidrográficas.

La clasificación que se realizó en el análisis de clúster y su posterior re-clasificación en zonas y subzonas hidrográficas haciendo uso del análisis discriminante, obedeció a las necesidades planteadas en el proyecto del potencial hidroenergético de Colombia, en el que se pretende maximizar el uso de la información hidroclimatológica disponible en el IDEAM.

Se reconoce que al re-clasificar las 16 regiones hidrológicas existe una pérdida de diversidad, la cual se incrementa al pasar de subzonas a zonas hidrográficas. Por esta razón, los resultados podrían servir de insumo para planificar la recopilación de información hidroclimatológica de forma tal que se satisfagan las necesidades de planificación que se derivan en las diferentes escalas de análisis.

En términos generales, el modelo propuesto para la regionalización de curvas de duración de caudal genera representaciones adecuadas para valores mayores a Q20, valor que resulta muy cercano al percentil donde se localizaría



el caudal medio multianual y que es empleado para el cálculo de la energía secundaria.

La energía firme se calcula con el valor definido por Q95, el cual presenta gran variación en el coeficiente de determinación. Aunque entre Q20 y Q 95 se alcanzan valores del coeficiente de determinación superior a 0,602 (máximo 0,836). Es necesario indicar que el modelo no reporta los niveles de confianza necesarios para adoptar íntegramente los resultados, por lo que se recomienda que se utilicen los valores calculados entre Q20 y Q95 como indicadores de la magnitud del caudal que se espera en estos percentiles.

Como resultado del estudio se puede concluir que Colombia posee características topográficas y de caudales que le permiten garantizar un buen potencial hidroenergético a filo de agua. Característica que se manifiesta en un gran porcentaje del territorio nacional. Esta característica es más relevante actualmente por cuanto, la mayor cantidad de centrales hidroeléctricas construidas en el país funcionan con embalse.

Los sitios identificados con alto potencial hidroenergético a filo de agua, se determinaron mediante la utilización de herramientas SIG y a partir de cálculos teóricos tomando como base la información cartográfica e hidrológica disponible, por lo tanto se requerirá de un trabajo de levantamiento de información de campo y de oficina para viabilizar su aprovechamiento hidroenergético.

En este tipo de estudios es fundamental el trabajo multidisciplinario, con la finalidad de tener un enfoque sistémico sobre las intervenciones que se lleven a cabo en el territorio nacional para definir y viabilizar los aprovechamientos hidroenergéticos.

Los espacios de trabajo reportados resultaron de gran importancia para consolidar la metodología y los resultados del proyecto. A partir de estos se identificaron y jerarquizaron las variables sociales, económicas y ambientales que fueron reportadas en el aplicativo que se diseñó para la UPME e incluidas en el atlas.

Es importante mejorar y actualizar la información social, económica y ambiental del país, teniendo en cuenta que la mayoría fue levantada en el año 2005 y puede no ser un buen referente en un territorio que se caracteriza por estar en constante cambio. Además resulta fundamental la generación de mecanismos de transferencia de información entre entidades, que permita acceder a la información de forma más eficiente y eficaz.

¿CÓMO UTILIZAR LOS MAPAS DE POTENCIAL HIDROENERGÉTICO EN COLOMBIA?

Para ilustrar sobre el uso de los mapas de potencial hidroenergético, se debe tener en cuenta lo siguiente.

La disponibilidad de información hidroclimatológica no es la apropiada para la escala de análisis que sugiere las áreas hidrográficas Orinoquía, Amazonía y Pacífico. En estas áreas se observan proyectos interesantes que deben ser evaluados con estudios hidrológicos detallados que reduzcan la incertidumbre que pueda generar el modelo regional.

Los mapas que ilustran el histograma de caudal y la curva de duración de caudal, son más una herramienta descriptiva que cuantitativa. Con su presentación se pretenden ilustrar algunos aspectos asociados con la planificación del recurso hidroenergético, permitiendo la lectura a escala nacional de cómo el régimen ambiental de caudales resulta complementario entre las diferentes áreas hidrográficas. También muestran el ajuste gráfico de las curvas regionalizadas, situación que invita a la recolección e integración de nueva información para el desarrollo de nuevas metodologías.



Central Urrá
Autor: Ingfocol Ltda

Capítulo 1
HIDROENERGÍA

¿QUÉ ES LA HIDROENERGÍA?

Es la energía que tiene el agua cuando se mueve a través de un cauce o cuando se encuentra embalsada (energía potencial) a cierta altura y se dejar caer para producir energía eléctrica.

Esta fuente de energía renovable se encuentra disponible en las zonas que presentan suficiente cantidad de agua; la utilización más significativa la constituyen las centrales hidroeléctricas, y para su desarrollo requiere construcciones que varían de acuerdo con las condiciones del entorno.



Figura 1.1. Central de Urrá
Fuente: Ingfocol Ltda

¿CÓMO SE GENERA?

En una central hidroeléctrica, la transformación de la energía potencial en energía cinética se logra mediante la caída del agua. El agua que cae pasa por unas turbinas que se acoplan a un generador. Estas convierten la energía cinética en energía mecánica.

El generador tiene como función transformar la energía mecánica en energía eléctrica. Esta transformación se consigue gracias a la interacción de los dos elementos principales que lo componen: la parte móvil llamada rotor, y la parte estática que se denomina estátor. Cuando un generador eléctrico está en funcionamiento, el rotor genera un flujo magnético que actúa como inductor para que el estátor transforme la energía mecánica en energía eléctrica.

¿QUÉ ES UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA?

Una central hidroeléctrica es una instalación que permite el aprovechamiento de las masas de agua en movimiento que circulan por los ríos, para transformarlas en energía eléctrica, utilizando turbinas acopladas a generadores. Después de este proceso, el agua se devuelve al río en las condiciones en que se tomó, de modo que se puede volver a usar por otra central situada aguas abajo o para consumo. (Figura 1.2).

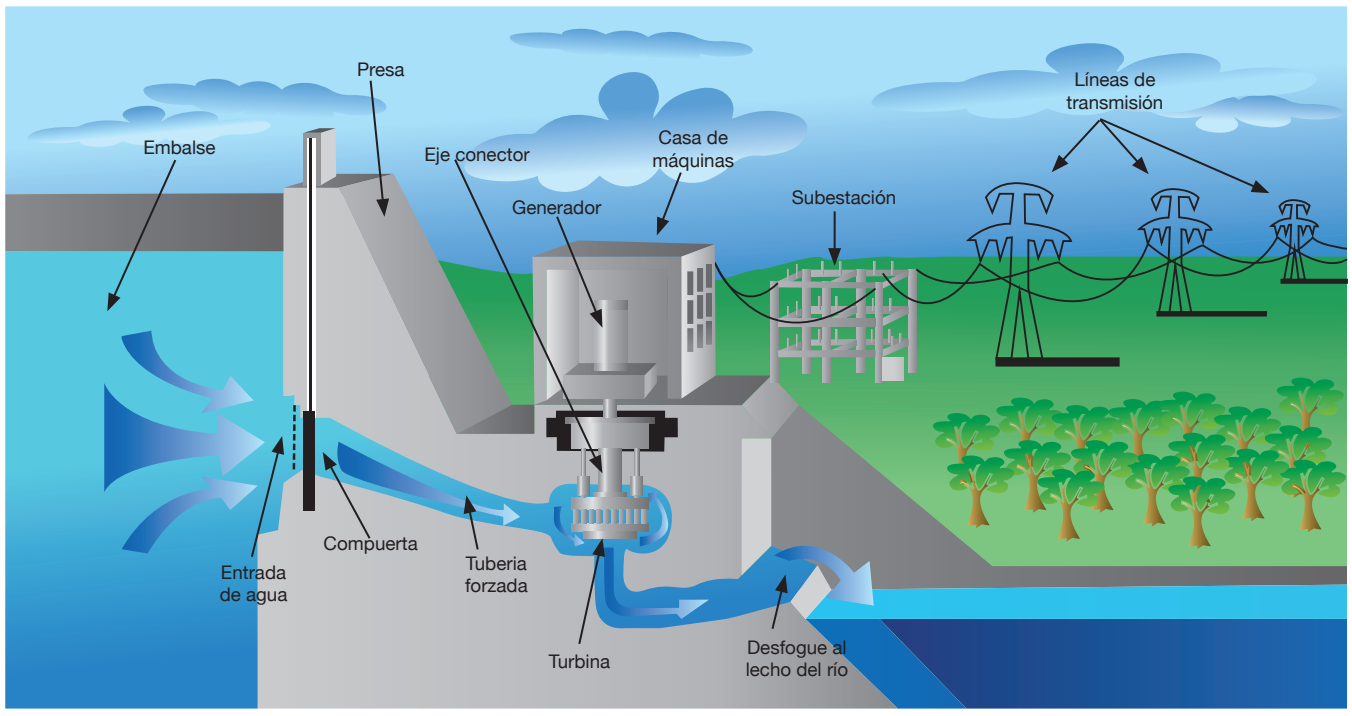


Figura 1.2. Central hidroeléctrica

COMPONENTES PRINCIPALES DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

- Presa. Se encarga de contener el agua de un río y almacenarla en un embalse.
- Sala de máquinas. Construcción donde se sitúan las máquinas (turbinas, alternadores…) y elementos de regulación y control de la central.
- Turbina. Elementos que transforman en energía mecánica la energía cinética de una corriente de agua.
- Alternador o generador. Tipo de generador eléctrico destinado a transformar la energía mecánica en eléctrica.
- Conducciones. La alimentación del agua a las turbinas se hace a través de un sistema complejo de canalizaciones



TIPOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Central de agua fluyente

Estas centrales se construyen en los lugares en que la energía hidráulica debe emplearse en el instante en que se dispone de ella, para accionar las turbinas hidráulicas.

No cuentan con reserva de agua, oscilando el caudal suministrado según las estaciones del año. En la temporada de precipitaciones abundantes (de aguas altas), desarrollan su potencia máxima y dejan pasar el agua excedente. Durante la época seca (aguas bajas), la potencia disminuye en función del caudal, llegando a ser casi nulo en algunos ríos en la época del estío.



Figura 1.3. Central a filo de agua
Fuente: Ingfocol Ltda

Central con embalse o de regulación

En este tipo de centrales se embalsa un volumen considerable de agua mediante la construcción de una o más presas que forman lagos artificiales; el embalse permite regular la cantidad de agua que pasa por las turbinas, con el fin de unificar las variaciones temporales de los caudales afluentes en el río. Las centrales con almacenamiento o regulación exigen, por lo general, una inversión de capital mayor que las de filo de agua, pero facilitan el incremento de la producción energética, disminuyendo el costo de la energía generada.

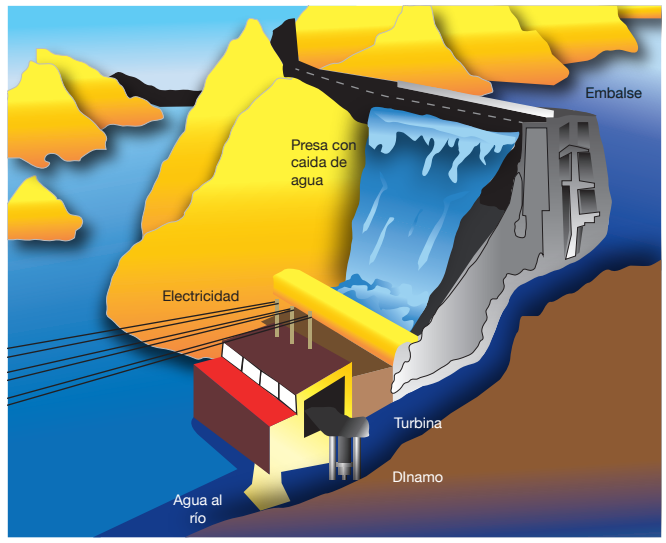


Figura 1.4. Central con embalse

Central de acumulación por bombeo

Disponen de dos embalses situados a diferente nivel; cuando la demanda de energía eléctrica alcanza su máximo nivel a lo largo del día, el agua almacenada en el embalse superior hace girar el rodete de la turbina asociada a un alternador funcionando como una central convencional generando energía. Después el agua queda almacenada en el embalse inferior. Durante las horas del día en las que la demanda es menor el agua se bombea al embalse superior para que inicie nuevamente el ciclo productivo. Para ello la central dispone de un grupo de motores-bomba o, alternativamente, sus turbinas son reversibles de manera que puedan funcionar como bombas y los alternadores como motores.

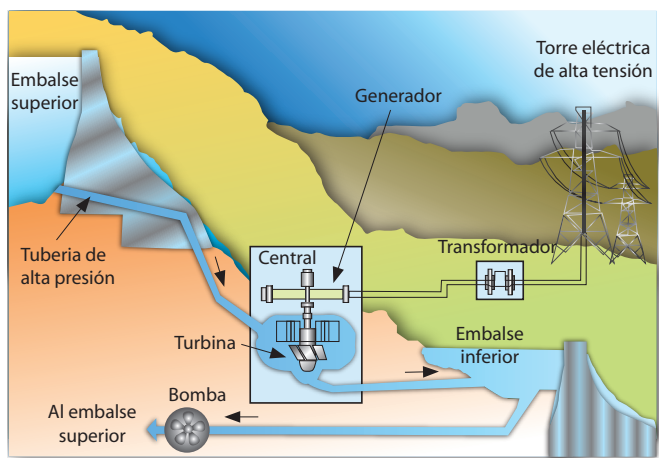


Figura 1.5. Central de acumulación por bombeo



Centrales mareomotrices

La energía de las mareas se transforma en electricidad en las denominadas centrales mareomotrices, que funcionan como un embalse tradicional de río. El depósito se llena con la marea y el agua se retiene hasta la bajamar para ser liberada después a través de una red de conductos estrechos, que aumentan la presión, hasta las turbinas que generan la electricidad.

Sin embargo, su alto costo de mantenimiento frena su proliferación. El lugar ideal para instalar una central mareomotriz es un estuario, una bahía donde el agua de mar penetre. La construcción de una central mareomotriz es solo posible en lugares con una diferencia de al menos 5 metros entre la marea alta y la baja.

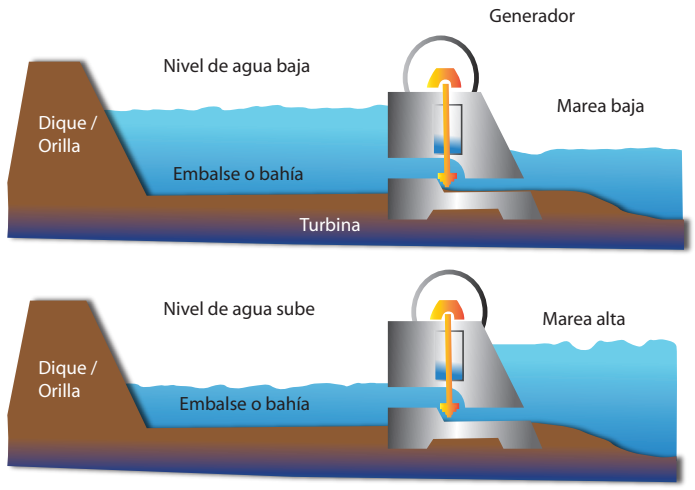


Figura 1.6. Central mareomotriz

El agua, al pasar por el canal de carga hacia el mar, acciona la hélice de la turbina y esta, al girar, mueve un generador que produce electricidad.

CLASIFICACIÓN DE LAS HIDROELÉCTRICAS

No existe un criterio único de clasificación de las centrales hidroeléctricas, ya que los valores de clasificación pueden variar según el país.

En función de su capacidad, se pueden clasificar las hidroeléctricas en picocentrales, microcentrales, minicentrales, pequeñas centrales hidroeléctricas (Pch) y centrales hidroeléctricas (Ch).

La clasificación que se empleó en el atlas para la generación de los mapas fue la que adoptó la UPME del Ministerio de Minas y Energía sugerida por la Organización Latinoamericana de Energía (Olade) para las centrales hidroeléctricas[1] que se describe a continuación:

Picocentrales

Capacidad instalada entre 0,5 y 5 kW, operación a filo de agua, aplicable a zonas no interconectadas o casos aislados de zonas interconectadas.

Microcentrales

Capacidad instalada entre 5 y 50 kW, operación a filo de agua, aplicable a zonas no interconectadas o casos aislados de zonas interconectadas.

Minicentrales

Capacidad instalada entre 50 y 500 kW, operación a filo de agua, aplicable a zonas no interconectadas o casos aislados de zonas interconectadas.

Hidroeléctricas (PCH)

Capacidad instalada entre 500 y 20.000 kW, operación a filo de agua, aplicable a zonas no interconectadas y zonas interconectadas (sin posibilidad de participar en el despacho eléctrico, menores a 500 kW, y con posibilidad de hacerlo las mayores a 10.000 kW).

Centrales hidroeléctricas (CH)

Capacidad instalada mayor de 20 MW, aplicable a zonas interconectadas, con participación obligada en el despacho eléctrico.

1 Esta clasificación se adoptó debido a que en el documento citado presenta una inconsistencia; define las Pch en el rango de 500 a 10.000 kW, pero luego aplica la definición también para centrales entre 10.000 y 20.000 kW. (pag 39). Consulte <http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/generacion/costos_indicativos_generacion_ee.pdf>



HIDROENERGÍA EN EL MUNDO

La hidroenergía es la forma de energía renovable más utilizada en todo el mundo y representa la quinta parte de la electricidad mundial[2]. Esta ha ayudado en el crecimiento económico en muchos países, como Brasil, Canadá, China, Estados Unidos y Noruega. (Banco Mundial, 2014)

En 2014, el desarrollo de la energía hidroeléctrica continuó su crecimiento, con un estimado de 1.055 GW total en el mundo[3].

China dominó el mercado añadiendo 21,85 GW de nueva capacidad dentro de sus fronteras. Otros países también lideran el mercado en nuevas implementaciones. Estos países son Malasia (3,34 GW), Canadá (1,72 GW), India (1,20 GW), Turquía (1,35 GW), Brasil (3,31 GW) y Rusia (1,06 GW) . (International Hydropower Association, 2015).

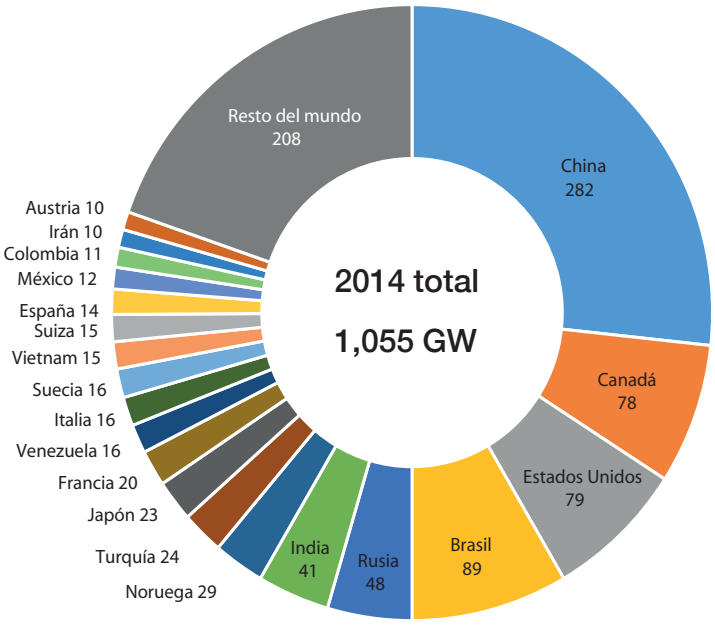


Figura 1.7. Total mundial de la capacidad hidroeléctrica instalada (GW) por país en 2014. Las cifras no incluyen acumulación por bombeo

Fuente: Key Trends in Hydropower, 2015

HIDROENERGÍA EN COLOMBIA

Desde finales del siglo XIX, cuando se empezó a estructurar el sistema energético colombiano, se pudo ver que el país tenía un gran potencial para generar electricidad a partir de la energía que produce el agua, ya que, debido a su ubicación, se presta para desarrollar proyectos que impliquen aprovechamientos hidráulicos.

De acuerdo con esto se crea el Sistema Interconectado Nacional (SIN), como un conjunto de centrales de generación eléctrica y sistemas de distribución que se encuentran interconectados entre sí por el Sistema de Transmisión Nacional (STN).

El SIN tiene una cobertura alrededor del 48% en el territorio nacional, pero provee cerca del 98.2% del consumo total de energía eléctrica del país; este se encuentra distribuido en la región Central o Andina y en la Costa Atlántica. El resto de la demanda de energía se da en zonas remotas del territorio llamadas Zonas no interconectadas. (UPME, 2013).

La compañía XM S.A. E.S.P, es la compañía que actualmente opera el SIN de Colombia y administra el Mercado de Energía Mayorista (MEM) del país. En su informe "Operación del SIN y administración del mercado", revela que la capacidad efectiva neta (CEN)[4] instalada en el SIN al finalizar 2014 fue 15,489 MW.

En la tabla 1.1 se presenta los registros de capacidad efectiva neta a diciembre del 2013 y 2014. Al comparar la capacidad de 2014 con la registrada en 2013, se observa un crecimiento en 930 MW, equivalentes al 6,4%.

Este aumento obedece principalmente a la entrada en operación de las centrales hidroeléctricas Hidrosogamoso, 819 MW; Darío Valencia Samper, unidad 1 y 5, de 50 MW cada una; el Popal, 19.9 MW; el Salto II, 35 MW y Laguneta, 18 MW. De acuerdo con lo anterior se puede identificar que el recurso hidráulico tuvo una participación del 64% en la generación de energía eléctrica[5].

2 Dato tomado de la página oficial del Banco Mundial <http://www.bancomundial.org/es/topic/hydropower/overview>

3 Dato tomado de página oficial international hydropower association. Publicación 2015 *Key Trends In Hydropower.* <http://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/IHA%202015%20Key%20Trends%20in%20Hydropower.pdf>

4 La capacidad efectiva es la máxima cantidad de potencia neta (expresada en megavatios) que puede suministrar una unidad de generación en condiciones normales de operación

5 Datos tomados de la página oficial de XM S.A. E.S.P. <http://informesanuales.xm.com.co/2014/SitePages/operacion/2-6-Capacidad-efectiva neta.aspx>



Tabla 1.1. Capacidad efectiva neta del SIN a diciembre 31 de 2013 y 2014

Recursos	2013 MW	2014 MW	Participación %	Variación (%) 2013 - 2014
Hidráulicos	9.315	10.315	64	10,7
Térmicos	4.515	4.402	31	-2,5
Gas	1.972	1.757		-10,9
Carbón	997	1.003		0,6
Combustóleo	307	297		-3,3
ACPM	917	1.023		11,6
Jet1	46	46		0
Gas-Jet A1	276	276		0
Menores	662,2	694,7	4,5	4,9
Hidráulicos	560,5	584,9		4,4
Térmicos	83,4	91,4		9,6
Eólica	18,4	18,4		0
Cogeneradores	66,3	77,3	0,5	16,6
Total SIN	14.558,50	15.489	100	6,4

Fuente: XM S.A. E.S.P.

Vertimientos por región

Durante 2014 los vertimientos totales del SIN fueron de 776 GWh, muy superiores a los registrados en 2013 (150,7 GWh). La gran mayoría de estos vertimientos (87,1%) se registraron en la región Oriente, seguida muy de lejos por centro con el 8% del total y Antioquia con el (5%)[6]. En Valle los vertimientos fueron insignificantes (0,4%), y en la región Caribe no hubo.

Demanda de energía nacional

Colombia en 2014, tuvo una demanda de energía 63,571 GWh, con un crecimiento del 4,4% frente a 2013, que se constituye en el mayor crecimiento de demanda en los últimos 10 años. (Figura 1.9).

La razón principal de este mayor crecimiento se debió al incremento del 5% de la demanda de energía del

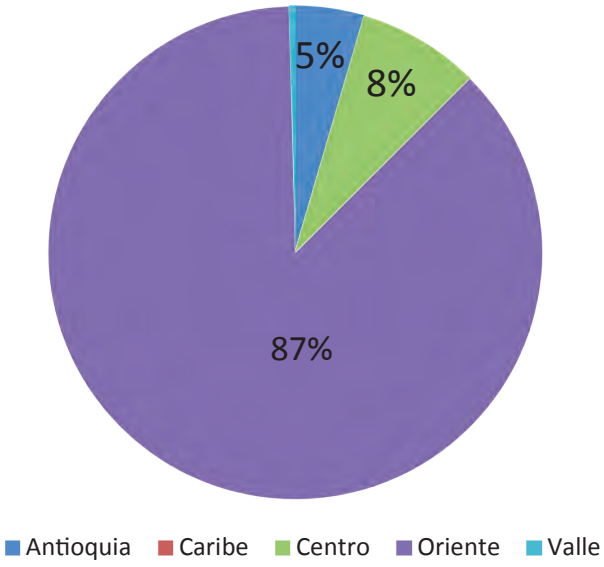


Figura 1.8. Vertimientos GWh

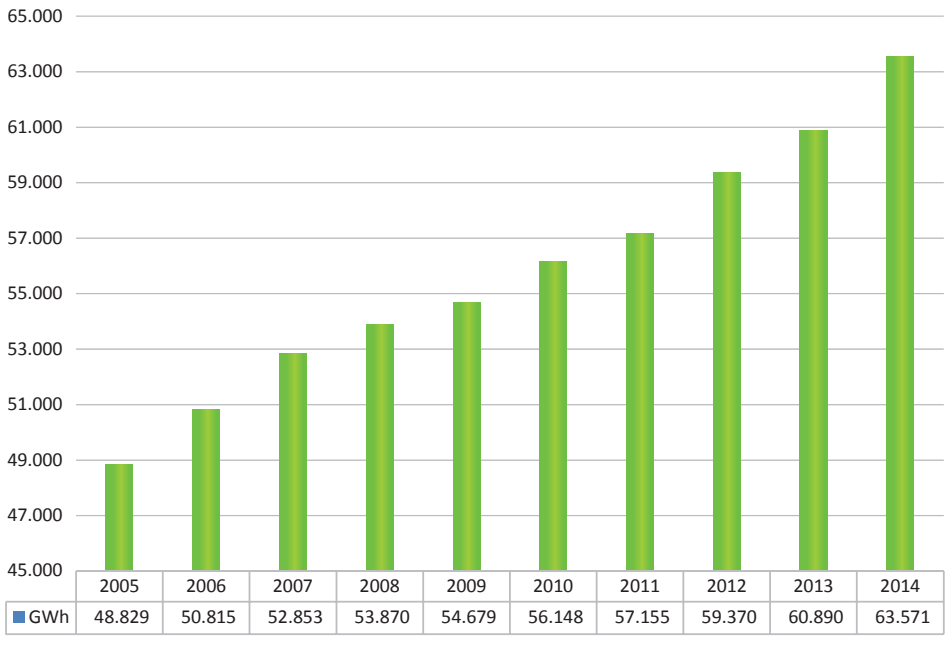
Fuente: XM S.A. E.S.P.

mercado regulado (consumo de energía del sector residencial y pequeños negocios) ocasionado por el mayor consumo de energía en refrigeración y acondicionamiento del ambiente ante la presencia de las altas temperaturas en el país entre los meses de mayo a octubre[7].

6 Datos tomados de la página oficial de XM S.A. E.S.P. <http://informesanuales.xm.com.co/2014/SitePages/operacion/2-11-Anex-Vertimientos-por-region.aspx>

7 Datos tomados de la página oficial de informes XM S.A. E.S.P. <http://informesanuales.xm.com.co/2014/SitePages/operacion/3-1-Demanda-de-energia-nacional.aspx>





	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
GWh	48.829	50.815	52.853	53.870	54.679	56.148	57.155	59.370	60.890	63.571

Figura 1.9. Comportamiento de la demanda de energía en Colombia de los últimos 10 años

Fuente: XM S.A. E.S.P.



Central Urrá

Capítulo 2
AGUA SUPERFICIAL



Chec
Autor: Ingfocol Ltda

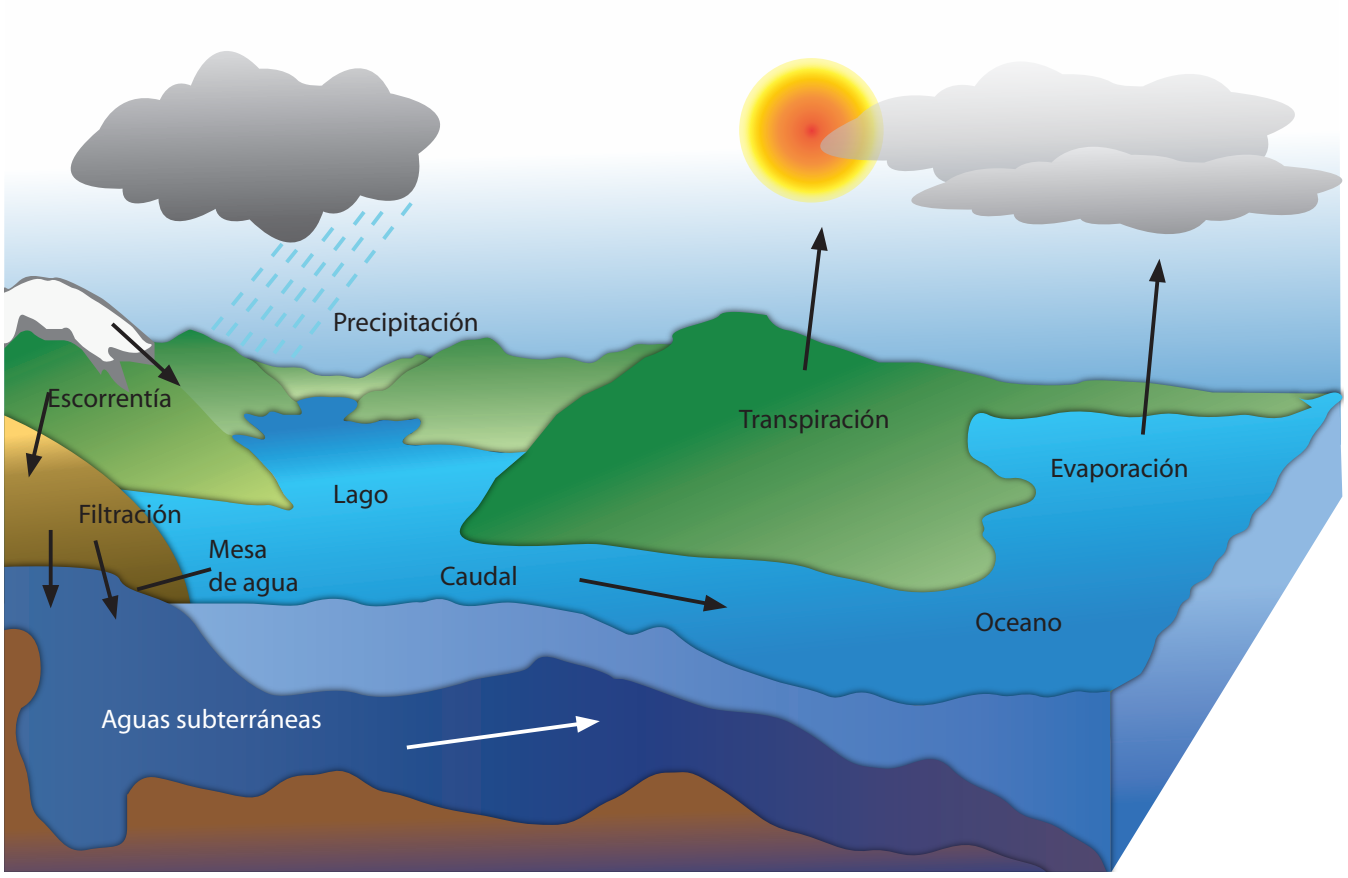
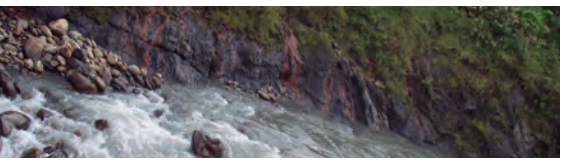


Figura 2.1. Ciclo hidrológico

El agua es un recurso natural básico e insustituible, sin el cual no es posible la vida ni la actividad del hombre. Se diferencia de los otros recursos naturales por su gran propiedad de renovación a causa del ciclo hidrológico. El ciclo hidrológico, estudiado como un sistema, es el proceso continuo que permite que el agua circule entre la atmósfera y la superficie terrestre a través de fenómenos físicos como evaporación, condensación, precipitación y transpiración. (Figura 2.1).

Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí que integran una totalidad, la cual contribuye al desarrollo de un propósito. También es normal definir un sistema como la representación de un conjunto de subsistemas que intercambian energía con el fin de transformarla. Por ello, el ciclo hidrológico se puede dividir en tres subsistemas (Figura 2.2): el agua atmosférica, el agua superficial y el agua subsuperficial. En el subsistema agua atmosférica, se dan procesos como la evaporación y la precipitación; en



el subsistema agua superficial, tienen lugar procesos como el nacimiento de quebradas y el caudal de los ríos; en el subsistema agua subsuperficial, se presenta la infiltración y la recarga de acuíferos.

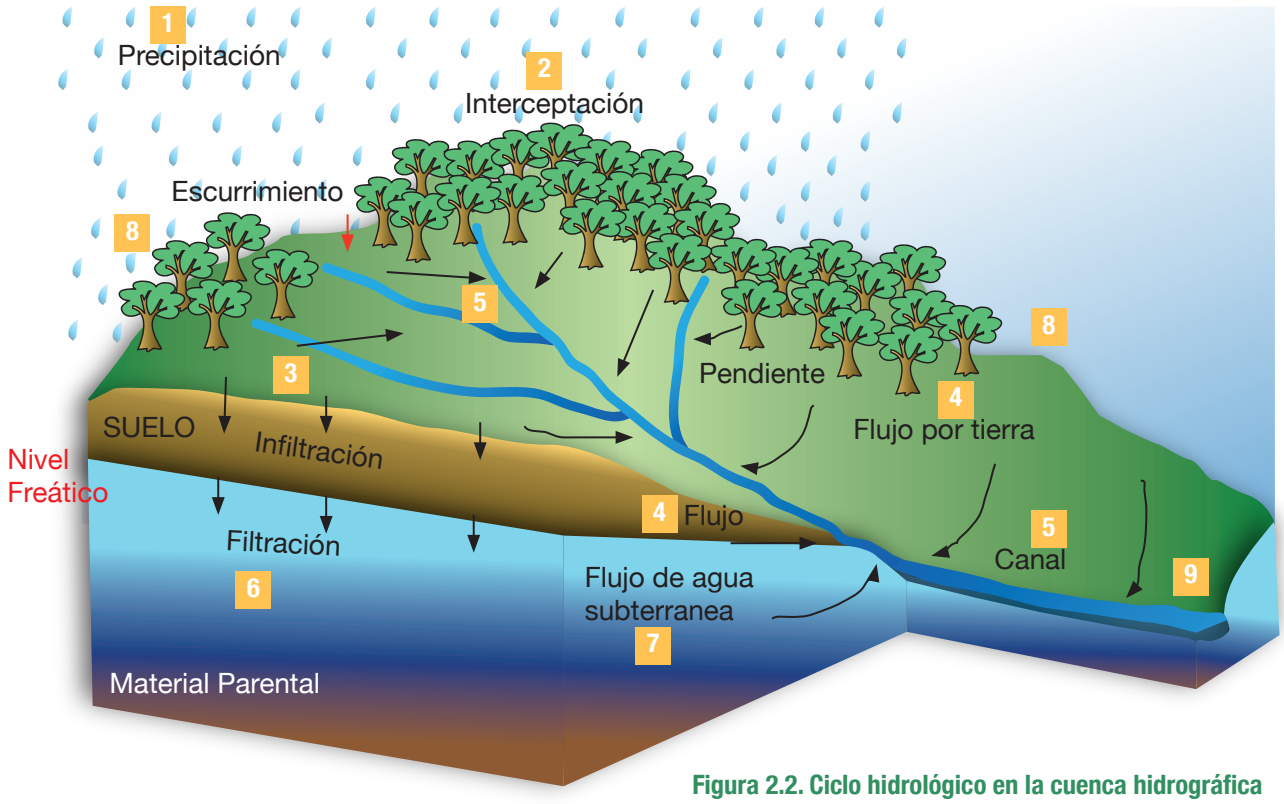


Figura 2.2. Ciclo hidrológico en la cuenca hidrográfica

El ciclo hidrológico (Figura 2.2) puede explicarse a escala de cuenca hidrográfica, la cual se define como el espacio geográfico en el cual el agua aportada por la precipitación es recolectada y conducida a un punto determinado (desembocadura o estación de aforo). El caudal en este punto es un componente del ciclo hidrológico que resulta de la relación con otros componentes: de la precipitación [1] que cae, una parte es interceptada por las plantas [2], otra se infiltra en el suelo [3], y la restante fluye sobre y bajo la superficie terrestre [4] hacia los drenajes alimentando directamente el río principal [5]. Del agua infiltrada, una porción alcanza niveles más profundos del suelo (percolación [6]) y, algún tiempo después, brotan aguas abajo en forma de flujo subterráneo [7] para descargar finalmente al río. Parte del agua infiltrada es transpirada [8] por las plantas, retornando a la atmosfera donde se mezcla con el agua evaporada desde ríos, lagos, embalses y océanos [9], para precipitarse nuevamente a la superficie terrestre.

Para cuantificar la cantidad de agua que circula a través de una cuenca hidrográfica se realizan mediciones de cada uno de los procesos que integran el ciclo hidrológico. La medición del caudal que fluye sobre el cauce de un río hace uso de la relación matemática que existe entre el caudal y la altura del agua en la sección transversal del cauce. Por ello se dedican enormes esfuerzos en la medición de la altura de la lámina de agua en el río, en otras palabras medir la profundidad del agua. Para medir la altura de la lámina de agua es normal emplear una regla graduada, la cual se instala en la orilla del río de tal forma que el cero de la escala graduada coincida con el fondo del cauce. Cuando la lectura se realiza de forma directa, la regla graduada recibe el nombre de limnímetro. Si la medición se hace de forma continua, recibe el nombre de limnígrafo. Es posible realizar lecturas precisas del nivel del agua al construir un pozo en una de las orillas del río, conectarlo con el cauce y realizar la lectura empleando algún tipo de sensor.



Una construcción de este tipo recibe el nombre de estación de aforo o estación hidrométrica (Figura 2.3).

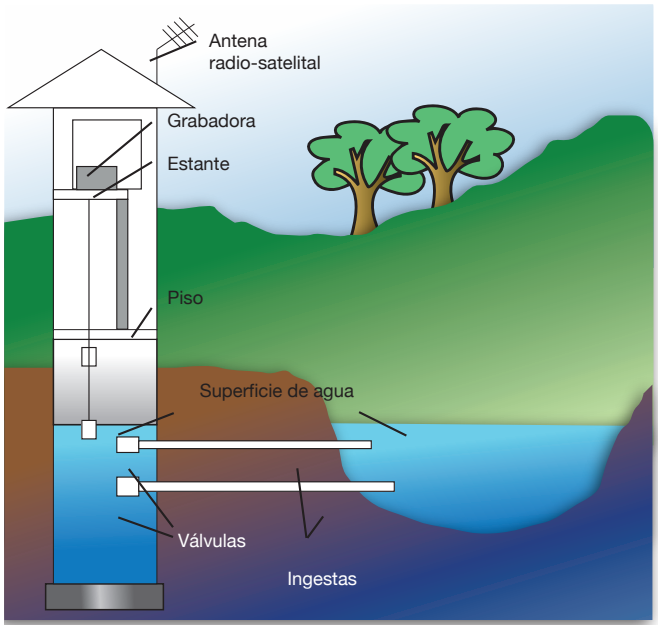


Figura 2.3. Limnímetro

El IDEAM ha explicado que la riqueza hídrica del territorio colombiano obedece a la ubicación geográfica y la influencia de factores como la circulación atmosférica, la topografía, la interacción entre la tierra y el mar y la influencia de las zonas selváticas. Por su ubicación geográfica, Colombia está bajo la influencia de los vientos alisios del noreste y del sureste, que concurren en una franja denominada "zona de confluencia intertropical", que favorece la formación de nubosidad (Figura 2.4).

Este fenómeno se ve reforzado por estar situado en la zona ecuatorial, provocando el calentamiento de la superficie terrestre por la incidencia casi vertical de la radiación solar. La interacción de la zona de confluencia intertropical con las cordilleras colombianas propicia la presencia —en gran parte del territorio colombiano— de dos temporadas húmedas a lo largo del año; la primera de ellas entre los meses de marzo y abril, y la segunda entre

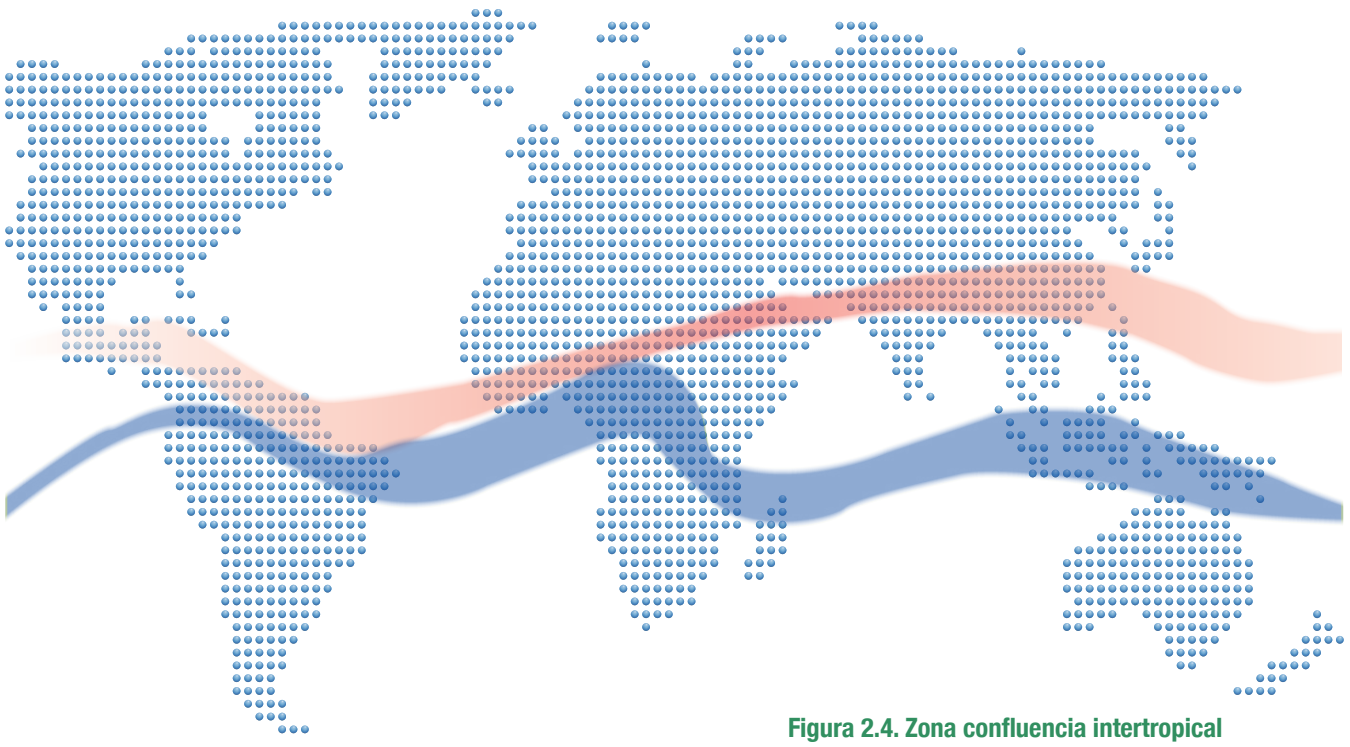
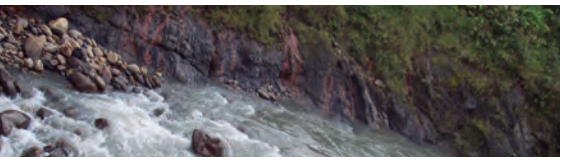


Figura 2.4. Zona confluencia intertropical

septiembre y noviembre. En el sureste del país también son importantes los efectos de un sistema de baja presión que se forma en la cuenca amazónica, que interactúa con el movimiento del sol y la topografía del territorio, provocando la mayor frecuencia de lluvias entre los meses de marzo y noviembre. Cuando se considera la existencia de todos los sistemas de circulación atmosférica, las condiciones topográficas, la cercanía al mar y la influencia de las zonas boscosas, Colombia puede dividirse en cinco áreas hidrográficas (Figura 2.5): Caribe, Magdalena-Cauca, Orinoco, Amazonas y Pacífico.



Atlas

Potencial Hidroenergético de Colombia

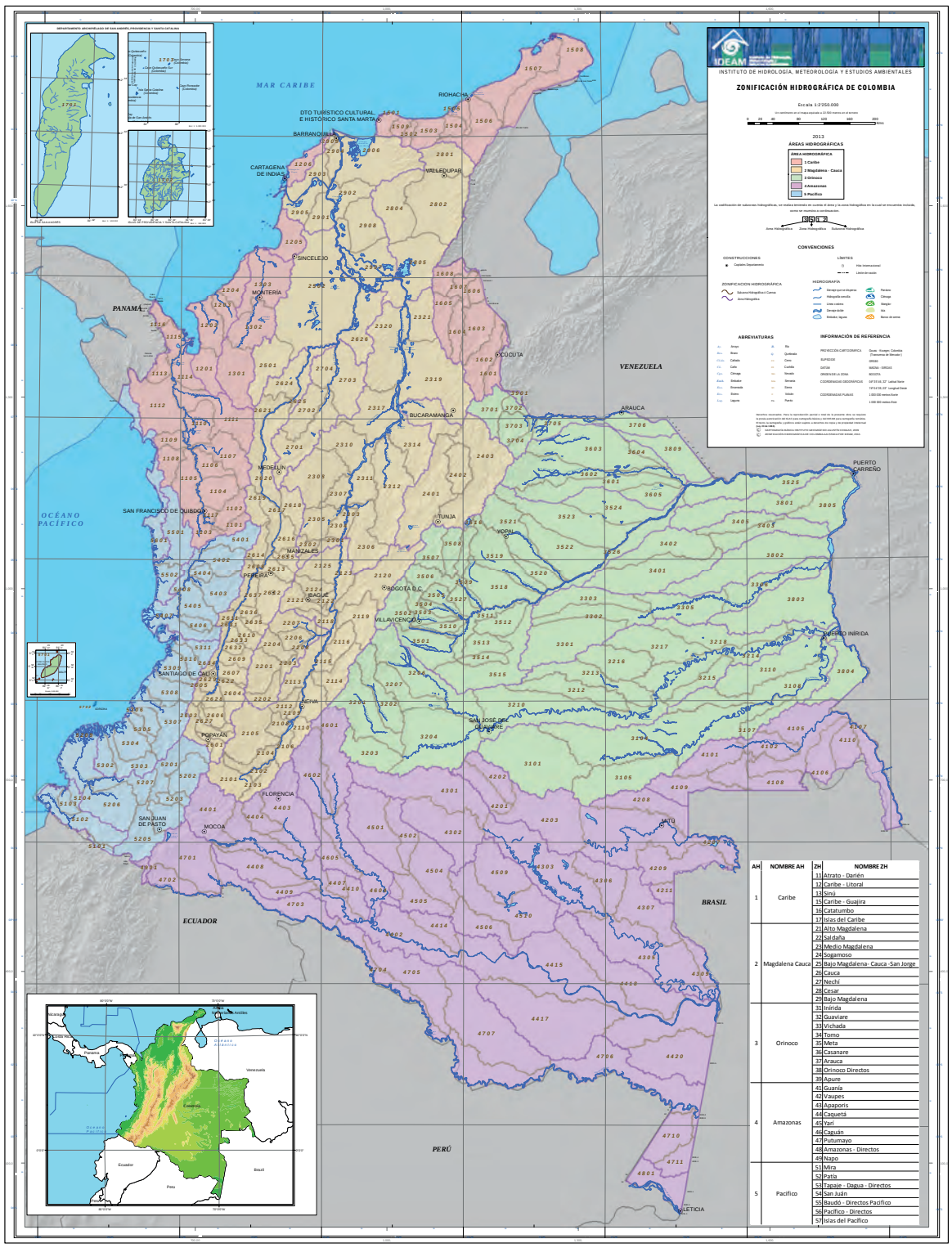


Figura 2.5. Áreas hidrográficas

Fuente: IDEAM

En Colombia, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) dispone de una red de estaciones hidrométricas que fue concebida para estudiar la variabilidad espacial y temporal del caudal a escala de país. La red dispone del mayor número de estaciones en las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca, las cuales generan aproximadamente el 70% de la producción hidroeléctrica del país, el 85% del Producto Interno Bruto y concentran más del 65% de la población colombiana. Para el desarrollo del presente estudio el IDEAM suministró los caudales medios mensuales con un periodo de registro variando entre los años 1974 y 2011.

Capítulo 3
REGIONALIZACIÓN HIDROLÓGICA



Central de Urrá
Autor: Ingfocol Ltda

Un aspecto fundamental de la investigación sobre el potencial hidroenergético en Colombia, consistió en el estudio de la disponibilidad de agua a lo largo de la red de drenaje. Para tal fin se analizaron las regiones hidrológicas en el territorio nacional, se construyó un modelo regional basado en ecuaciones de regresión, y se determinaron curvas de duración de caudal regionalizadas. Este enfoque presenta las siguientes ventajas:

- Estimar caudales en sitios donde no se dispone de información.
- Opera con datos tipo ráster en la fase operativa del modelo.
- Definición clara de los aspectos teóricos.
- Experiencias exitosas en los ámbitos nacional e internacional.
- El cálculo del caudal involucra variables morfológicas.
- Eficiente desde el punto de vista computacional.

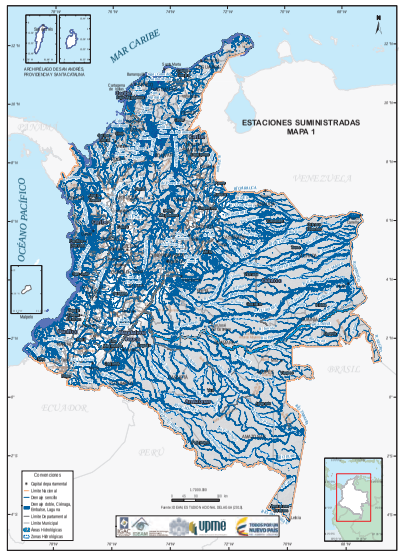
Existe bastante información documentada sobre investigaciones que han estudiado la relación entre las características morfométricas de una cuenca hidrográfica y su respuesta hidrológica. Con la construcción de un modelo regional, basado en ecuaciones de regresión, se encontró la relación entre las características morfométricas e hidroclimatológicas de una cuenca hidrográfica con información escasa, con los caudales registrados en estaciones hidrométricas que disponen de información adecuada. A partir de esta información se construyen las curvas de duración de caudal.

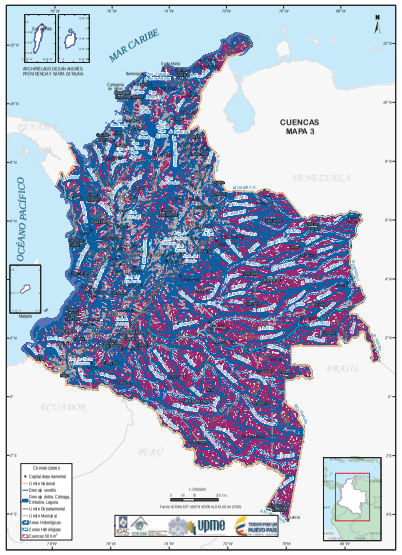
La regionalización hidrológica es un proceso mediante el cual, aplicando un conjunto de herramientas estadísticas que exploren al máximo la información existente, tanto de elementos climáticos como de factores climáticos, permite estimar el caudal en lugares carentes de información o donde los existentes resultan insuficientes, y se apoya en el concepto de homogeneidad hidrológica que permite dividir un territorio en regiones cuyas características climáticas y topográficas sean similares.

La regionalización hidrológica es una herramienta importante para el análisis espacial de algunos fenómenos hidrológicos, con el fin de tener elementos de juicio que permitan caracterizar, con el uso de métodos estadísticos, una cuenca hidrográfica. En este capítulo se presenta la metodología empleada para identificar las regiones hidrológicas en el territorio continental colombiano (Figura 3.1), describiendo las técnicas estadísticas y los parámetros físicos e hidrológicos utilizados para caracterizar cada cuenca geográfica.

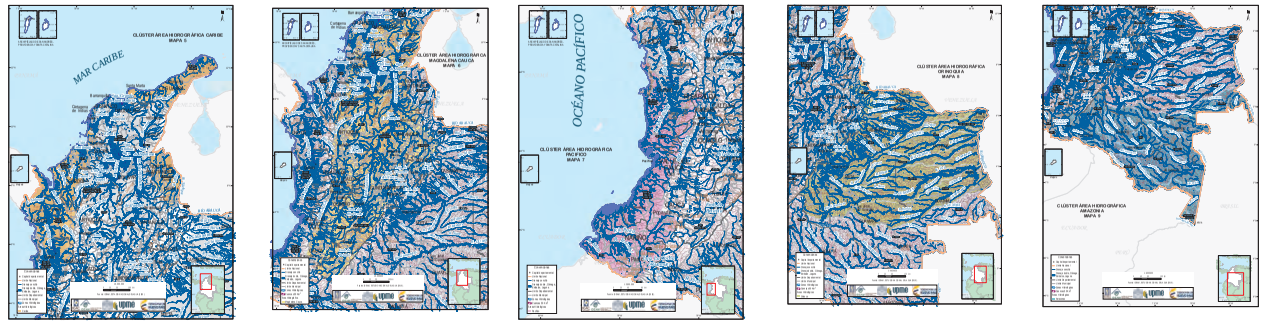


Identificación de cuencas por área





Mapas por cada variable: 20 Variables



Normalizar las variables de análisis

Asignar variables a cada cuenca

Realizar análisis de clúster

Seleccionar clúster representativo

Identificar regiones hidrológicas

Identificar nuevos individuos: áreas, zonas y subzonas

Realizar análisis discriminante

Figura 3.1. Esquema metodológico de la regionalización áreas hidrográficas

Fuente: Pontificia Universida Javeriana, 2015



En el marco de la gestión integral del recurso hídrico, la Asociación Mundial para el Agua reconoce las cuencas hidrográficas como la unidad territorial más apta para la planificación y gestión de los recursos hídricos. En la escala de cuenca hidrográfica es posible estudiar con mejor detalle las relaciones que existen entre los sistemas físicos, bióticos, sociales y económicos. (Figura 3.2).

La identificación de áreas, zonas y subzonas hidrográficas, que elaboró el IDEAM, resulta adecuada para analizar en un contexto geográfico las variables asociadas con la disponibilidad de agua. Sin embargo, con el propósito de identificar regiones hidrológicas en áreas inferiores a las clasificadas por el IDEAM, en esta sección se presentan los resultados de la regionalización hidrológica orientada a extrapolar datos a escala local y estimar el caudal en sitios donde se carece de información.

La identificación de regiones hidrológicas y de cuencas hidrográficas, que posteriormente serán objeto de clasificación, requiere de información topográfica e hidrometeorológica, la cual fue consultada y obtenida en las siguientes fuentes de información: i) el IGAC, que suministró el modelo digital de terreno SRTM 30, obtenido en el marco del proyecto Shuttle Radar Topography Mission; ii) El IDEAM, que aportó la información disponible en la base de datos del estudio nacional del agua de los años 2010 y 2014; iii) la base de datos del HidroSIG 3.1, desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia (Sede Medellín); y iv) el sistema de información geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial (SIG-OT) del IGAC.



Figura 3.2. Aspectos biofísico cuenca

Las cuencas hidrográficas son descritas por atributos morfométricos e hidroclimatológicos, por lo cual a partir de herramientas de geoproceso, disponibles en los sistemas de Información geográfica, fue posible combinar las dos fuentes de información y se les asignaron atributos como el área total y los valores promedio para la pendiente, la precipitación, la temperatura y la escorrentía. Las cuencas hidrográficas se clasificaron y reagruparon empleando técnicas estadísticas como el análisis de componentes principales, el análisis de clúster y el análisis discriminante. Puesto que se clasifican espacios geográficos, los resultados se presentan como salidas gráficas expresadas en mapas como los que se presentan en este capítulo.

CÁLCULO DE PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

Inicialmente se evaluó la exactitud vertical del modelo digital del terreno, para determinar las imprecisiones que se presentan en las regiones del país, mediante comparación con la fuente de mayor precisión que son el conjunto de puntos materializados en la red geodésica nacional, suministrado por el IGAC. Para este propósito se aplicaron las pruebas de Koppe y National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA); las cuales permitieron estimar el error del modelo considerando la pendiente local del terreno y el error medio cuadrático entre valores observados y calculados. Se determinó que los errores más altos están asociados a terrenos con relieve accidentado, mientras que para zonas de baja pendiente el error tiende a disminuir. Las pruebas de Koppe y NSSDA resultaron en promedio de 16,93 m y 18,64 m de exactitud vertical, al 95% de nivel de confianza respectivamente, lo que indica que en este rango de



magnitudes fluctúan las diferencias entre las alturas de la superficie real del terreno y la generalizada del modelo.

En la figura 3.3 se presenta el histograma con las diferencias entre el modelo SRTM-30 y las alturas geométricas IGAC, en la que se puede observar que las diferencias tienden a concentrase entre 0 y ± 20 m., situación que se complementa con lo ilustrado en el diagrama de cajas y bigotes, la cual indica valores anómalos que corresponden a zonas donde el error supera los 70 m, presentando estos una frecuencia baja en el conjunto de datos analizado.

El signo del error calculado, indica la posición del punto de la red geodésica con respecto a la superficie del modelo digital del terreno, como se ilustra en la figura 3.4.

Una vez se evaluó la exactitud vertical del modelo digital del terreno, este se ajustó hidrológicamente recurriendo al método DEM Surface Reconditioning System, desarrollado en 1997 por el Centro de Investigación de Recursos Hidráulicos de la Universidad de Texas. El procedimiento permitió simular la red de drenaje oficial del país, escala 1:100.000, aplicando el algoritmo D8. La identificación de la red de drenaje se utilizó para generar cuencas hidrográficas y redes de drenaje con diferentes umbrales.

Se construyó un árbol de decisión, que relacionaba información de pendientes, densidad de estaciones de registro de caudal y rendimientos hídricos, y se analizó conjuntamente con el desnivel de cuenca hidrográfica y la potencia hidroeléctrica que se podía obtener. Como resultado de este procedimiento se seleccionó el Área hidrográfica Magdalena-Cauca, para identificar regiones hidrológicas y cuencas hidrográficas en el intervalo de 50 a 250 km2. Para las demás áreas hidrográficas la disponibilidad de información y la representatividad de la pendiente media, orientaron la selección de cuencas hidrográficas generadas con un umbral superior a los 100 km2. En ningún caso se identificó un tamaño máximo de cuenca.

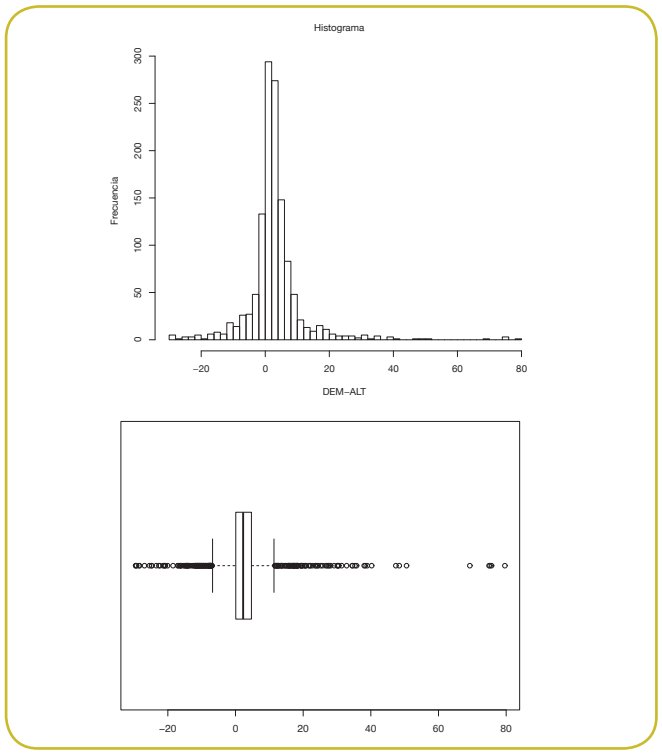


Figura 3.3. Histograma de las diferencias entre el modelo SRTM y alturas geométricas IGAC

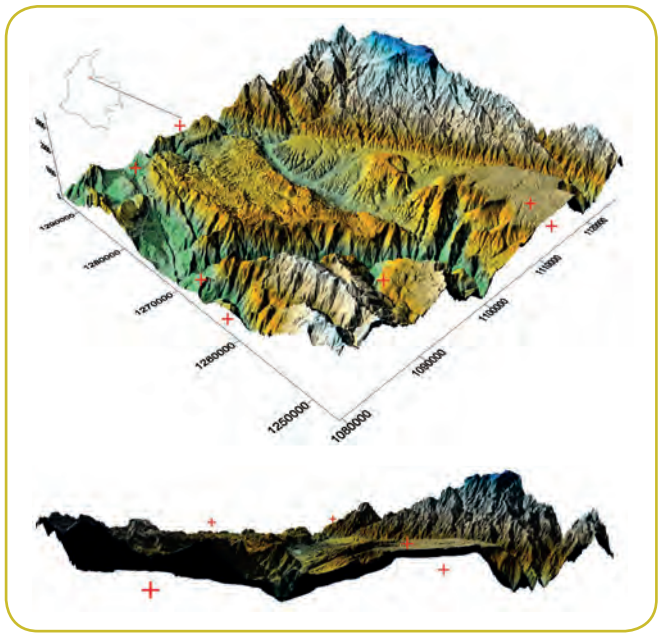


Figura 3.4. Modelo de elevación digital SRTM con puntos subestimados y sobreestimados de la red geodésica

La red de estaciones limnimétricas y limnigráficas del IDEAM, se ajustó a la red de drenaje simulada, lo que facilitó delimitar las áreas aferentes a los puntos de registro de caudal sobre la corriente hídrica correspondiente. Con esta información y con los productos del procesamiento del modelo digital del terreno, se calcularon los atributos necesarios para el análisis de regionalización en las cuencas

Tabla 3.1. Parámetros empleados en el cálculo del caudal medio en el Alto Magdalena

Código estación	Nombre estación	Nombre de la corriente	Area de la cuenca (Km2)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevación media de la cuenca (msnm)	Déficit de agua en el suelo Penman anual (mm)	Área de cobertura bosque (Km2)	Escorrentía basada en Penman anual (mm)	Evaporación real morton anual (mm)	Evaporación real penman anual (mm)	Evaporación potencial Turc (mm)	Precipitación media anual (mm)	Temperatura del aire en la superficie anual (Grados Celcius)	Rendimiento anual ENA 2014 (L/s.Km2)
21017020	San Agustin	Naranjos	326,22	33,97	2353,47	212,46	187,44	1437,00	927,75	927,75	894,50	2596,75	15,75	64,75
21017040	Salado Blanco	Magdalena	2991,86	33,59	2252,94	338,48	1088,42	1027,35	919,35	919,35	889,29	2093,59	15,18	59,92
21017050	Pitalito 2	Guarapas	270,51	31,49	1810,77	232,08	76,12	1753,67	919,33	919,33	1000,00	2808,00	17,39	48,75
21017060	La Magdalena	Magdalena	558,36	41,74	2978,60	311,44	244,68	1335,20	987,00	987,00	647,80	2292,60	10,96	73,36
21027010	Pericongo	Magdalena	3566,19	33,42	2156,54	306,08	1181,87	953,33	908,79	908,79	949,62	1991,60	16,09	57,39
21037010	Pte Garces	Suaza	996,18	37,16	1608,68	303,67	336,71	1275,18	917,91	917,91	1059,27	2240,27	18,19	55,64
21037020	San Marcos	Suaza	352,92	36,77	1793,65	301,27	226,96	1468,25	919,00	919,00	1016,50	2559,75	17,63	60,20
21047010	Pte Balseadero	Magdalena	5654,58	33,85	1898,96	309,62	1572,17	962,63	909,78	909,78	1038,81	1972,50	17,40	54,12
21057020	San Rafael-Laguna	Bedon	111,82	24,66	3516,39	166,53	36,80	1114,03	975,90	975,90	628,92	1846,83	10,57	50,46
21057030	Pte Ricaurte	Paez	2459,16	45,84	2781,05	81,06	665,32	1088,82	962,89	962,89	782,93	2029,25	13,36	38,79
21057050	Vega El Salado	La Plata	1214,95	32,62	2389,95	160,84	293,35	919,86	954,93	954,93	730,14	1901,36	12,43	45,28
21057060	Paicol	Paez	4840,62	41,81	2504,29	109,91	1304,02	973,07	943,74	943,74	837,78	1932,98	14,26	39,56
21057080	Villa Losada	La Plata	863,37	33,24	2492,63	174,75	212,75	1000,10	971,80	971,80	662,60	1850,30	11,07	46,36
21087040	Hidroelectrica	Pedernal	103,93	50,92	1596,16	225,78	4,13	824,00	781,50	781,50	1304,00	1698,50	21,16	35,89
21087050	Bocatoma	Iquira	54,10	50,68	2185,29	277,48	22,66	739,80	791,33	791,33	1415,58	1644,05	22,25	33,35
21087070	Hda El Jardin	Yaguara	493,27	38,77	1447,45	294,70	54,24	701,83	839,50	839,50	1350,83	1592,67	21,58	30,78
21087080	Hda Venecia	Yaguara	671,67	38,78	1395,22	277,47	58,37	732,38	825,00	825,00	1339,13	1619,13	21,47	31,47
21097070	Pte Santander-Auto	Magdalena	15132,70	36,02	1903,55	294,92	3659,90	855,34	913,17	913,17	1088,39	1808,74	17,76	42,08
21107020	Pte Mulas	Neiva	615,79	46,21	2000,32	542,03	269,20	824,25	950,00	950,00	951,50	1778,63	16,32	25,46
21107030	El Casil	Neiva	215,81	41,66	2090,31	556,48	168,22	693,33	901,33	901,33	997,00	1698,33	17,04	26,35
21117080	Guayabo	Ceibas	224,35	51,89	1912,32	263,68	137,41	1060,33	925,00	925,00	859,33	1726,67	15,27	26,38
21127010	Palermo	Tune	181,77	34,19	1101,48	294,64	6,90	783,50	784,50	784,50	1587,00	1727,00	23,96	30,47
21127020	El Socorro	Bache	306,84	46,29	2271,90	110,15	89,53	1121,25	886,00	886,00	921,00	1982,75	16,14	29,71
21127030	Sta Maria	Bache	101,15	44,72	2666,36	109,47	58,66	1208,46	842,16	842,16	980,70	2002,26	17,06	30,34
21137010	Purificacion-Auto	Magdalena	25510,80	33,26	1627,77	254,03	4679,98	820,17	938,80	938,80	1221,69	1747,61	19,58	37,32
21137020	Purificacion 1	Chenche	271,56	6,22	354,96	407,52	11,24	431,00	1158,67	1158,67	1828,00	1704,00	26,34	36,53
21137030	Pte Carretera	Aipe	658,96	38,38	1366,32	127,36	49,89	1206,67	886,44	886,44	1222,44	1949,22	20,31	32,04
21137040	Anchique	Anchique	219,81	34,51	1034,78	356,11	N/A	907,00	972,50	972,50	1382,00	1996,00	22,63	36,39
21137050	Angostura	Magdalena	22295,80	34,63	1730,53	252,80	4512,29	824,82	923,05	923,05	1174,72	1748,31	18,97	38,27



Continuación de la Tabla 3.1. Parámetros empleados en el cálculo del caudal medio en el Alto Magdalena

Código estación	Nombre estación	Nombre de la corriente	Area de la cuenca (Km2)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevación media de la cuenca (msnm)	Déficit de agua en el suelo Penman anual (mm)	Área de cobertura bosque (Km2)	Escorrentía basada en Penman anual (mm)	Evaporación real morton anual (mm)	Evaporación real penman anual (mm)	Evaporación potencial Turc (mm)	Precipitación media anual (mm)	Temperatura del aire en la superficie anual (Grados Celcius)	Rendimiento anual ENA 2014 (L/s.Km2)
21147030	Carrasposo	Cabrera	1662,57	33,24	2110,36	157,65	390,91	710,28	1067,39	1067,39	1011,94	1647,72	17,66	31,19
21147050	Pte Venado	Venado	527,99	46,42	2017,57	153,51	114,38	730,00	933,14	933,14	1135,00	1682,00	19,28	34,15
21167020	Boqueron	Prado	1629,24	25,51	1147,86	262,19	141,52	1019,22	1022,50	1022,50	1424,11	1942,83	22,46	28,23
21167050	Pte Cunday	Prado	148,84	24,81	998,78	730,36	2,95	344,71	1076,31	1076,31	846,58	1405,04	15,43	24,44
21167060	San Pablo-Auto	Cuinde	278,17	23,57	1590,87	248,48	38,86	1257,00	1040,50	1040,50	1158,50	2081,00	20,15	25,04
21187020	Pavo Real	Luisa	168,12	40,65	1559,36	354,83	31,48	650,17	1040,77	1040,77	1649,42	1634,73	24,96	27,53
21187030	Cucunuba	Luisa	264,85	35,49	1320,77	320,46	36,89	610,33	1062,00	1062,00	1371,67	1832,67	22,34	28,86
21197010	El Profundo-Auto	Sumapaz	945,88	25,60	3283,69	527,35	101,66	579,08	1149,69	1149,69	582,69	1549,85	9,49	18,81
21197030	La Playa	Sumapaz	1166,41	26,92	3064,58	549,40	132,34	556,00	1136,06	1136,06	639,75	1546,06	10,75	19,03
21197090	Dos Mil	Sumapaz	703,25	26,01	3485,60	601,61	45,42	472,67	1169,89	1169,89	536,56	1461,56	8,53	19,11
21197110	Silvania	Subia	160,18	24,40	2305,87	260,47	0,29	649,00	980,33	980,33	1046,00	1321,00	18,48	18,67
21197150	El Limonar	Sumapaz	2432,45	27,35	2545,62	515,66	154,74	501,52	1071,07	1071,07	808,90	1426,69	13,77	19,68
21207960	Pte Portillo	Bogota	5407,21	20,22	2524,43	390,65	33,27	319,11	950,25	950,25	863,90	980,43	14,89	17,80
21217070	Payande	Coello	1528,97	47,08	2415,40	442,75	470,68	612,24	1126,06	1126,06	849,71	1781,65	14,97	33,25
21217120	Pte Carretera	Coello	797,31	48,54	2805,56	531,82	265,27	489,00	1179,50	1179,50	717,00	1666,50	12,96	35,15
21217180	Montezuma	Combeima	164,70	60,12	2883,41	456,30	42,98	836,50	1046,50	1046,50	887,50	1719,00	16,10	52,54
21217190	Juntas	Qda Perlas	10,84	53,48	3247,17	565,89	2,48	648,00	1027,00	1027,00	734,00	1504,00	13,27	78,82
21217200	El Carmen	Coello	1096,83	48,57	2622,86	462,40	379,38	525,08	1157,77	1157,77	782,38	1772,38	13,86	32,12
21217220	San Vicente	Combeima	105,75	59,61	3120,65	339,62	19,52	1047,13	1010,23	1010,23	816,01	1785,84	14,57	61,68
21217270	El Chuzo	Anaime	260,85	43,00	2957,67	369,94	109,78	472,00	1265,00	1265,00	562,50	1807,00	9,55	26,88
21217280	Pte Bolivar	Bermellon	81,17	48,59	2840,46	551,41	29,17	482,63	1151,91	1151,91	787,00	1626,70	14,51	31,71
21227010	Piedras	Opia	316,67	12,09	669,30	336,37	37,19	381,33	1039,67	1039,67	1706,00	1343,00	25,53	23,21
21237010	Nariño-Auto	Magdalena	48114,30	32,89	1807,23	291,61	7889,44	758,95	985,24	985,24	1145,81	1722,94	18,43	33,20
21237020	Arranca Plumas	Magdalena	54525,80	32,55	1740,68	282,19	8541,49	750,69	992,98	992,98	1179,80	1698,13	18,81	32,74
21237040	Corralitos	Seco	248,09	32,42	1222,30	211,56	N/A	375,33	1032,33	1032,33	1458,67	1212,00	23,27	17,95
21247050	Bocatoma	Totare Rio	412,71	46,45	3014,30	240,74	31,52	1045,20	1009,00	1009,00	780,60	1764,40	12,99	44,14
21257070	Pte San Francisco	Sabandija	340,79	25,13	864,45	69,06	79,25	1327,25	983,75	983,75	1374,75	2093,25	22,11	34,39
21257090	La Esmeralda	Lagunilla	670,97	38,31	1901,83	80,25	93,02	1222,50	1000,83	1000,83	1012,33	1781,83	15,99	35,98
21257100	La Nueva	Recio	645,55	43,57	2542,62	149,71	33,79	1161,80	968,80	968,80	784,60	1775,10	12,92	37,93
21257120	Pte Gato Negro-Auto	Lagunilla	175,47	42,15	2920,88	83,66	35,80	1156,71	946,52	946,52	1229,75	1898,22	20,20	36,63



hidrográficas, en las zonas y subzonas hidrográficas y en las áreas aferentes a las estaciones hidrométricas del IDEAM. (Tabla 3.1).

Se presentan los resultados obtenidos para atributos, de las estaciones IDEAM ubicadas en el Alto Magdalena, caracterizando cada cuenca hidrográfica y que agrupados mediante técnicas estadísticas permiten identificar regiones hidrológicas. En el territorio continental de Colombia se identificaron 9.139 cuencas hidrográficas cada una de ellas caracterizada por 20 atributos numéricos, correspondientes a variables topográficas e hidroclimatológicas asociadas con el comportamiento hidrológico.

IDENTIFICACIÓN DE REGIONES HIDROLÓGICAS

El análisis regional es válido siempre que la región que contenga las cuencas, con o sin registro de caudal, sea meteorológica y topográficamente homogénea. Por consiguiente la primera actividad desarrollada para implementar el análisis regional, fue identificar las regiones hidrológicas mediante la construcción de cuencas hidrográficas en cada una de las áreas hidrográficas. Considerando la precisión del modelo digital del terreno y la pendiente del territorio (Mapa 3.1), el número de estaciones hidrométricas disponibles (Mapa 3.2) y empleadas (Mapa 3.3) se identificaron cuencas hidrográficas con área superficial comprendida en el rango de 50 km2 a 250 km2 (Mapa 3.4).

La identificación de cada cuenca, dentro de una región hidrológica, requirió determinar los siguientes aspectos: parámetros del río principal (longitud, desnivel y pendiente); parámetros geomorfológicos (área, pendiente, perímetro, desnivel, elevación media, densidad de corrientes, densidad de drenaje, coeficiente de compacidad); y parámetros climáticos (precipitación, rendimiento, escorrentía, temperatura, evaporación real, evaporación potencial, déficit de agua en el suelo).

Para tipificar regiones hidrológicas homogéneas se utilizó el procedimiento conocido con el nombre de “análisis de clúster” que consiste en dividir el número total de parámetros en un número reducido de grupos, en los que cada parámetro pertenece a la agrupación con la media más cercana. En otras palabras, se pretende definir el centro geométrico para cada grupo. Para cada área hidrológica del IDEAM se realizó el análisis de clúster, con agrupaciones finales de 2, 3 y 4 clústeres, mediante el cálculo iterativo de la distancia que hay entre los parámetros y la posición de su centro geométrico, proceso que se repitió hasta alcanzar el valor mínimo promedio de distancia.

El área hidrológica Caribe, (Mapa 3.5), requirió el análisis individual de tres subregiones: i) Atrato-Darién, Caribe-Litoral, Sinú, Caribe-Urabá, en adelante Caribe-Litoral; ii) Caribe-Guajira, y iii) Caribe-Catatumbo, ya que el hecho de ser áreas no colindantes dificulta la extrapolación de información dentro del esquema metodológico de regionalización implementado. La subregion Caribe-Litoral se representó por tres (3) clústeres, ya que diferencia la zona montañosa de la zona de baja pendiente, además de separar las cuencas hidrográficas que desembocan al Océano Pacífico de las cuencas hidrográficas con descarga al Océano Atlántico. Por las características de la información disponible en la subregion Caribe-Guajira, esta se representó con dos (2) clústeres, ya que diferencia la zona de la Guajira de la Sierra Nevada de Santa Marta. La subregión Caribe-Catatumbo, se representó por dos (2) clústeres, pues permite identificar la zona de alta montaña y la zona de baja montaña, además de capturar las marcadas diferencias que existen entre precipitación y evaporación.

El área hidrológica Magdalena-Cauca, (Mapa 3.6), requirió la agrupación de tres (3) clústeres, pues describe adecuadamente las condiciones de la cuenca alta, media y baja.



El Área hidrológica Pacífico, (Mapa 3.7), requirió la agrupación de dos (2) clústeres, pues diferencia las cuencas de alta montaña y las de baja montaña.

Para el Área hidrológica Orinoco, (Mapa 3.8), con base en la disponibilidad de información se agrupó en dos (2) clústeres.

Para el Área hidrológica Amazonas, (Mapa 3.9), con base en la disponibilidad de información se agrupó en dos (2) clústeres, orientando la agrupación principalmente hacia la pendiente del terreno.

Finalmente, las 9.139 cuencas hidrográficas analizadas se reagruparon en 16 clústeres o regiones hidrológicas, (Mapa 3.10), mediante la técnica estadística que presenta el "análisis discriminante", ya que la información disponible está mejor representada a nivel de zonas y subzonas hidrográficas, en el marco de la clasificación IDEAM, para estimar el caudal en cuencas no aforadas, ajustándose a un análisis regional que satisface las necesidades de cálculo requeridas por el Proyecto del potencial hidroenergético de Colombia. De los 16 grupos identificados en el análisis de clúster, la reagrupación por zonas hidrológicas reduce el número a 10 grupos (Mapa 3.11):

El área hidrográfica Caribe se representa adecuadamente por tres (3) grupos, cada uno de ellos simbolizando las áreas Caribe-Litoral, Caribe-Guajira y Caribe-Catatumbo.

Las áreas hidrográficas Amazonía y Orinoquía se dividen en dos (2) grupos, en los que la diferencia se explica por la influencia de parámetros topográficos como la pendiente y la elevación promedio de la cuenca.

El área hidrográfica Pacífico se identifica con un (1) grupo, en el que predomina el comportamiento de variables hidroclimatológicas como la precipitación y la escorrentía.

El área hidrográfica Magdalena-Cauca se representa por dos grupos (2), el primero de ellos, conformado por las zonas hidrológicas Sogamoso, Saldaña, Cauca y Nechí; mientras que el segundo, lo integran las zonas Alto Magdalena, Medio Magdalena, Bajo Magdalena, Cauca-San Jorge, Bajo Magdalena y César. Este agrupamiento se explica con base en variables hidroclimatológicas y topográficas.

ESTIMACIÓN DEL CAUDAL MEDIO ANUAL

Para la toma de decisiones sobre la implementación de un modelo de regionalización, inicialmente se analizó el caudal registrado en cada estación caracterizando su distribución espacial y temporal. Espacialmente, el caudal se agrega en regiones hidrológicas o en zonas hidrológicas; en el tiempo, se agrega en una escala mensual. Un modelo regional basado en ecuaciones de regresión, permite estimar el caudal en sitios que carecen de registro.

El primer paso para generar las ecuaciones de regionalización, consistió en seleccionar las zonas homogéneas en las cuales se cuenta con información registrada de caudales medios mensuales, para el periodo enero de 1974-diciembre de 2011, en las 472 estaciones hidrométricas de la Red Básica de Monitoreo Hidrológico que administra el IDEAM. En el mapa 3.12 se presenta la distribución mensual multianual del caudal, para cada una de las zonas hidrológicas IDEAM, se observa la diferencia que existe en la respuesta hidrológica de cada una de estas zonas, comportamiento que se aprecia más claramente en cada una de las áreas hidrológicas. (Mapa 3.13 al Mapa 3.17).

Partiendo de las 16 regiones hidrológicas citadas en el numeral anterior, fue posible reagruparlas en 17 regiones hidrológicas de acuerdo con: i) la zonificación hidrográfica de Colombia desarrollada por el IDEAM, ii) los resultados del proceso de identificación de regiones hidrológicas, y iii) la información registrada en la red de monitoreo del IDEAM. La distribución de las 17 regiones de acuerdo con el número de estaciones y zona geográfica se presenta a continuación.



- Región 1 =Zona 11 (18 Estaciones) Atrato – Darién.
- Región 2 =Zonas 12 13 (23 Estaciones) Caribe - Litoral, Sinú.
- Región 3 =Zona 15 (18 Estaciones) Caribe – Guajira.
- Región 4 =Zona 16 (17 Estaciones) Catatumbo.
- Región 5 =Zona 21 (59 Estaciones) Alto Magdalena.
- Región 6 =Zona 22 (16 Estaciones) Saldaña.
- Región 7 =Zona 23 (40 Estaciones) Medio Magdalena.
- Región 8 =Zona 24 (28 Estaciones) Sogamoso.
- Región 9 =Zona 25 (10 Estaciones) Bajo Magdalena- Cauca -San Jorge.
- Región 10 =Zona 26 27 (65 Estaciones) Cauca, Nechí.
- Región 11 =Zona 28 (18 Estaciones) Cesar.
- Región 12 =Zona 29 (10 Estaciones) Bajo Magdalena.
- Región 13 =Zonas 31 32 33 34 38 (20 Estaciones) Inírida, Guaviare, Vichada.
- Región 14 =Zonas 35 36 37 39 (58 Estaciones) Meta, Casanare, Arauca, Apure.
- Región 15 =Zonas 41 42 43 44 45 46 47 48 49 (30 Estaciones) Amazonas.
- Región 16 =Zonas 51 52 (28 Estaciones) Mira, Patía.
- Región 17 =Zonas 53 54 55 56 (14 Estaciones) San Juán, Baudó.

Las variables utilizadas en la selección de regiones hidrológicas homogéneas, se consideraron para el análisis de regresión que permitió identificar los coeficientes de regresión del modelo regional. Se obtuvieron entonces 17 ecuaciones de regionalización, con coeficientes de determinación superiores a 0,90. Las variables regresoras en cada región hidrológica son diferentes, las que se presentaron con mayor frecuencia fueron el área de la cuenca, la pendiente media de la cuenca, la precipitación, la evapotranspiración y el rendimiento hídrico; con menor frecuencia se presentaron la densidad de corrientes y el perímetro de la cuenca.

Para cada región hidrológica se seleccionaron cinco (5) variables regresoras. El raster de caudales se construyó en función del valor del coeficiente de regresión, empleando el mapa de la red de drenaje, descrito anteriormente, sobre el cual se definió la dirección del flujo y la acumulación del caudal. El siguiente paso consistió en identificar el área aferente al punto de interés, y finalmente con la ecuación de regionalización, considerando los coeficientes de regresión, se calculó el caudal para el punto de interés. La figura 3.5 ilustra el procedimiento metodológico, cuyo resultado se presenta en el mapa 3.18.

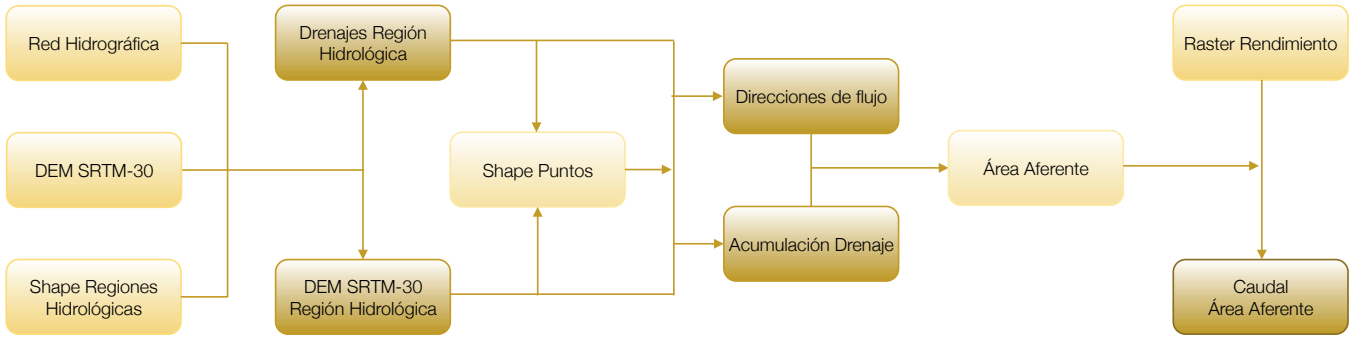


Figura 3.5. Esquema metodológico para el cálculo de caudal

ESTIMACIÓN DE CURVAS DE DURACIÓN DE CAUDAL

La curva de duración de caudal es el componente hidrológico base para el diseño de una central hidroeléctrica, y representa la relación que existe entre el caudal y la duración o porcentaje de tiempo en el que ese caudal es igualado o excedido. La forma de la curva de duración de caudal es una evidencia del tipo de régimen de caudal que se presenta en el sitio de estudio, ya que éste se encuentra influenciado por condiciones geológicas, hidrológicas y climatológicas de la cuenca aferente hasta este punto.

El caudal es normalmente representado por Q, y el valor de excedencia como un número subíndice. Entonces, Q95 significa el caudal igual o superior a un 95% del tiempo. Los caudales de ubican entre Q70 y Q100 se consideran caudales bajos. En la medida que los caudales pasan de Q95 a Q100 se alcanzan condiciones de sequía. En el diseño de sistemas de aprovechamiento hidroenergético es importante considerar estos caudales puesto que, por ejemplo, en la legislación colombiana el Q95 se emplea para el cálculo de la energía firme. Así, la curva de duración de caudal se constituye en una fuente de información de consulta obligatoria en la evaluación del potencial hidroenergético.

Para la construcción de las curvas de duración de caudal sintéticas, se utilizó un método regional ajustado a las 17 regiones hidrológicas que se emplearon para el cálculo del caudal. La primera actividad desarrollada, consistió en la construcción de curvas de duración de caudal adimensionales utilizando el caudal promedio anual, como expresión del primer momento estadístico de los datos disponibles. La segunda actividad, consistió en corregir las desviaciones significativas involucrando el segundo momento estadístico, expresado en el coeficiente de variación. Finalmente la tercera actividad, consistió en identificar regresiones lineales para cada percentil de las curvas de duración de caudal adimensionales, en función del coeficiente de variación. Estos coeficientes se obtuvieron para cada una de las 17 regiones.

La determinación de la curva de duración de caudal, en un sitio sin medición, comienza con el cálculo del coeficiente de variación para dicho sitio. Con este valor, para cada percentil, se construye la curva de duración de caudal adimensional, la cual se multiplica por el valor del caudal promedio anual estimado en el sitio de interés (Figura 3.6). En el mapa 3.19 se presentan las curvas de duración de caudal para el territorio continental colombiano, y detalladas por área hidrológica del mapa 3.20 al mapa 3.24.



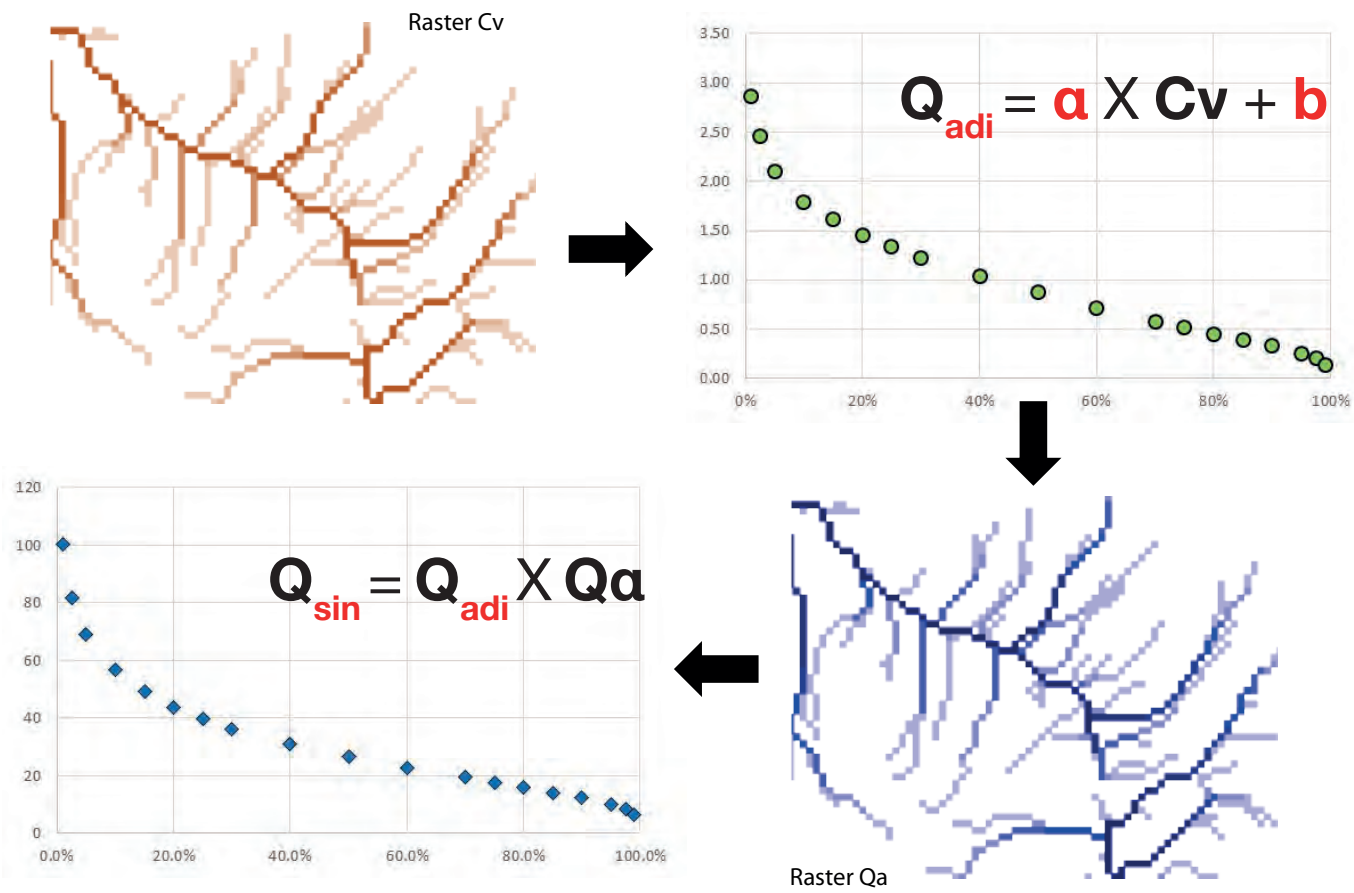


Figura 3.6. Metodología para el cálculo de una curva de duración de caudal sintética

Para el desarrollo de la metodología mencionada anteriormente se utilizó la siguiente información procesada por el IDEAM: curvas de duración de caudal de 472 estaciones hidrométricas, a nivel de caudal diario; caudales medios mensuales para las mismas estaciones hidrométricas; y el raster de coeficiente de variación reportado en el estudio nacional del agua 2008.

Los resultados obtenidos se evaluaron mediante las medidas de desempeño, Error Relativo Medio Absoluto (ERMA) y el Error Cuadrático Medio (ECM). Se obtuvo un ERMA mínimo de 19,2% para la región 2 y un ERMA máximo de 103,3% para la región 11. El ECM resultó muy sensible cuando se estima el caudal medio anual para los primeros percentiles de la curva, sin embargo, en un análisis por cada percentil éste disminuye al acercarse a percentiles mayores. El comportamiento resulta contrario cuando se analiza el ERMA.

Resulta evidente que en algunas regiones se obtienen ajustes bajos, puesto que no se dispone de información suficiente para realizar una identificación robusta de los parámetros del modelo. Otro factor con gran influencia en el comportamiento de la curvas de duración sintéticas es el valor de la relación Q simulado/Q observado, valores altos de esta relación significan representaciones de baja correlación. La magnitud del caudal no influye en el resultado, ya que se pueden observar ajustes buenos, regulares y malos tanto para caudales grandes como para caudales pequeños. No hay una relación directa entre valores aceptables del coeficiente de determinación, para las ecuaciones lineales que describen cada percentil, y el desempeño de la curva de duración sintética, puesto que se observan ajustes buenos, regulares y malos.

En términos generales el modelo propuesto genera representaciones adecuadas para valores mayores al



Q25%, valor que resulta muy cercano al percentil donde se localizaría el caudal medio multianual. La dispersión alrededor del modelo lineal disminuye en la medida que se incrementa el percentil, por lo que se considera adecuada la representación que hace el modelo del Q95%. Sin embargo, la revisión analítica del modelo ante los errores considerados no reporta los niveles de confianza necesarios para adoptar íntegramente los resultados del modelo, por lo que se recomienda utilizar los valores calculados entre los percentiles Q25% y Q95% como indicadores de la magnitud del caudal que se espera en estos percentiles, mientras se recolecta información que pueda sustentar el desarrollo de otros enfoques.



Mapa 3.1. Relieve



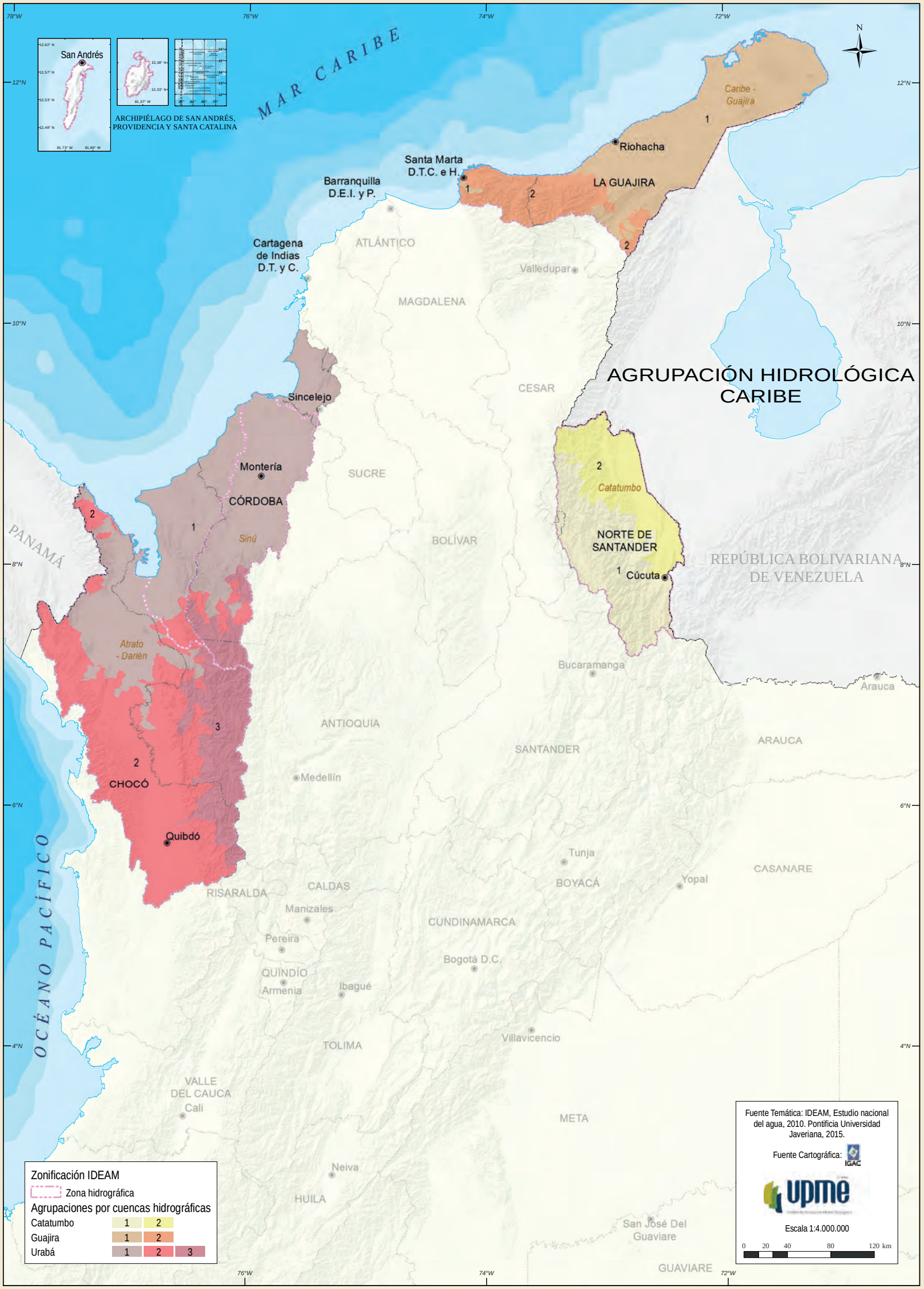
Mapa 3.2. Estaciones de caudal suministradas por el IDEAM



Mapa 3.3. Estaciones de caudal utilizadas en la modelación hidrológica



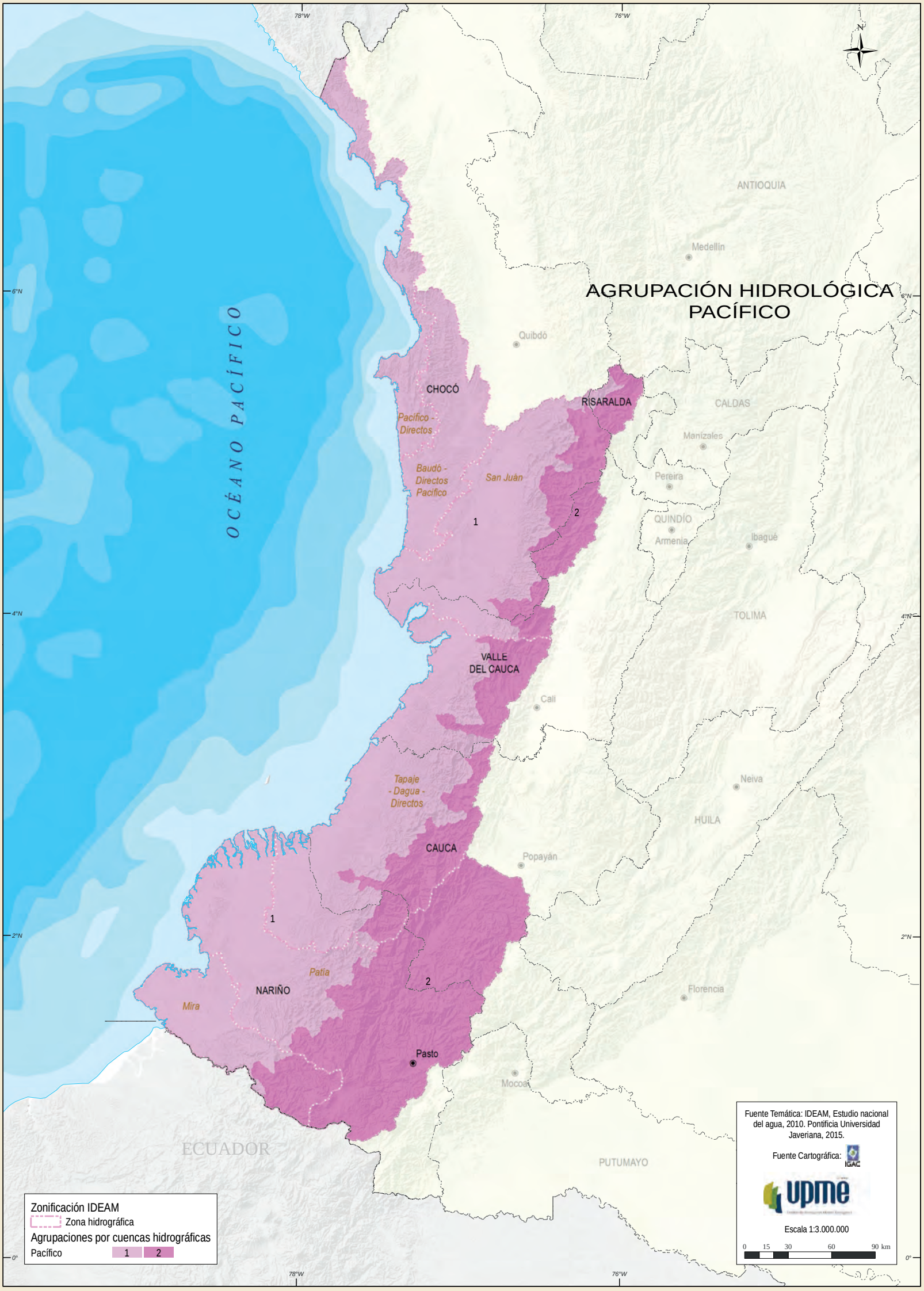
Mapa 3.4. Cuencas hidrográficas



Mapa 3.5. Agrupación hidrológica Caribe



Mapa 3.6. Agrupación hidrológica Magdalena - Cauca



Mapa 3.7. Agrupación hidrológica Pacífico



Mapa 3.8. Agrupación hidrológica Orinoco



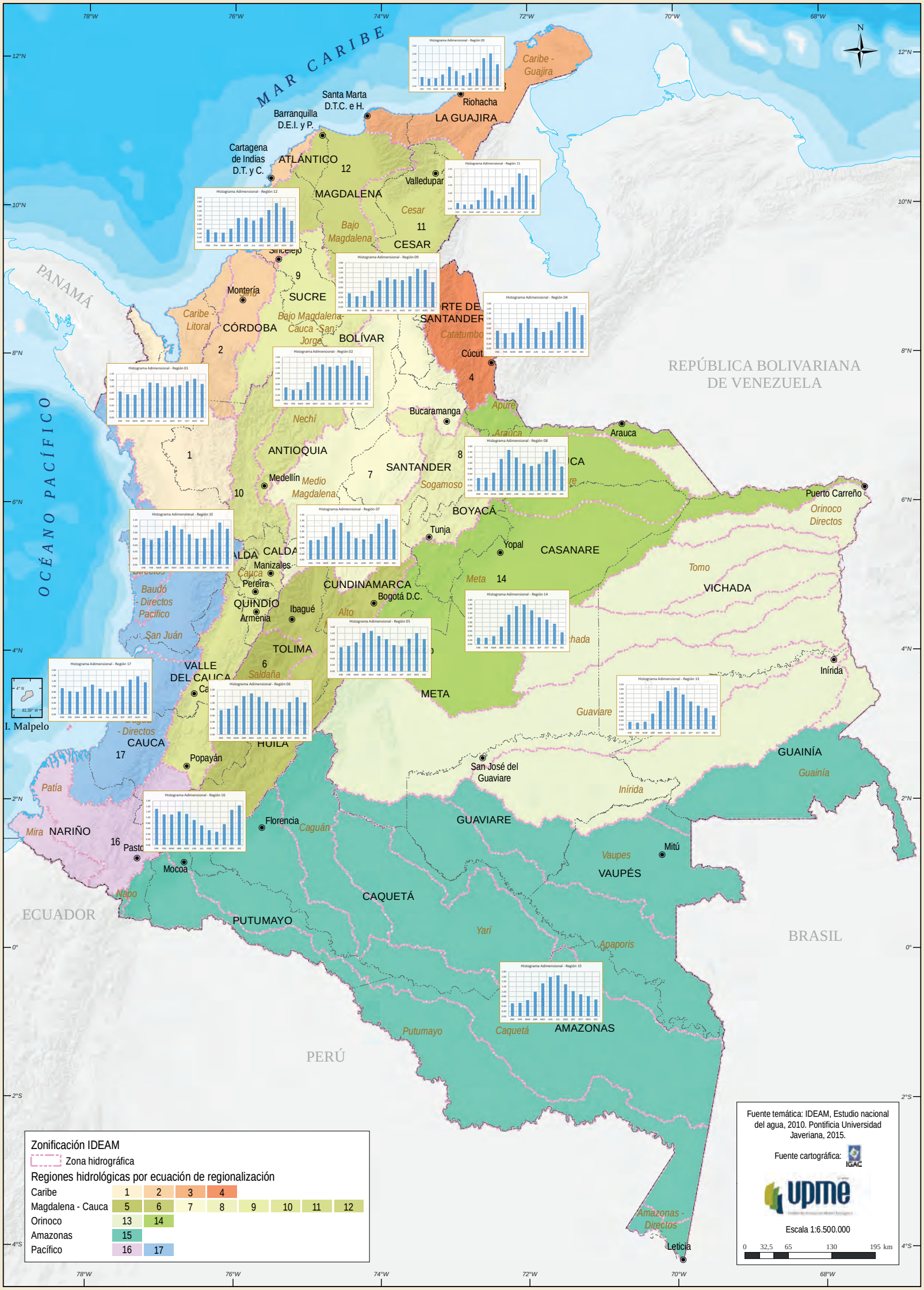
Mapa 3.9. Agrupación hidrológica Amazonas



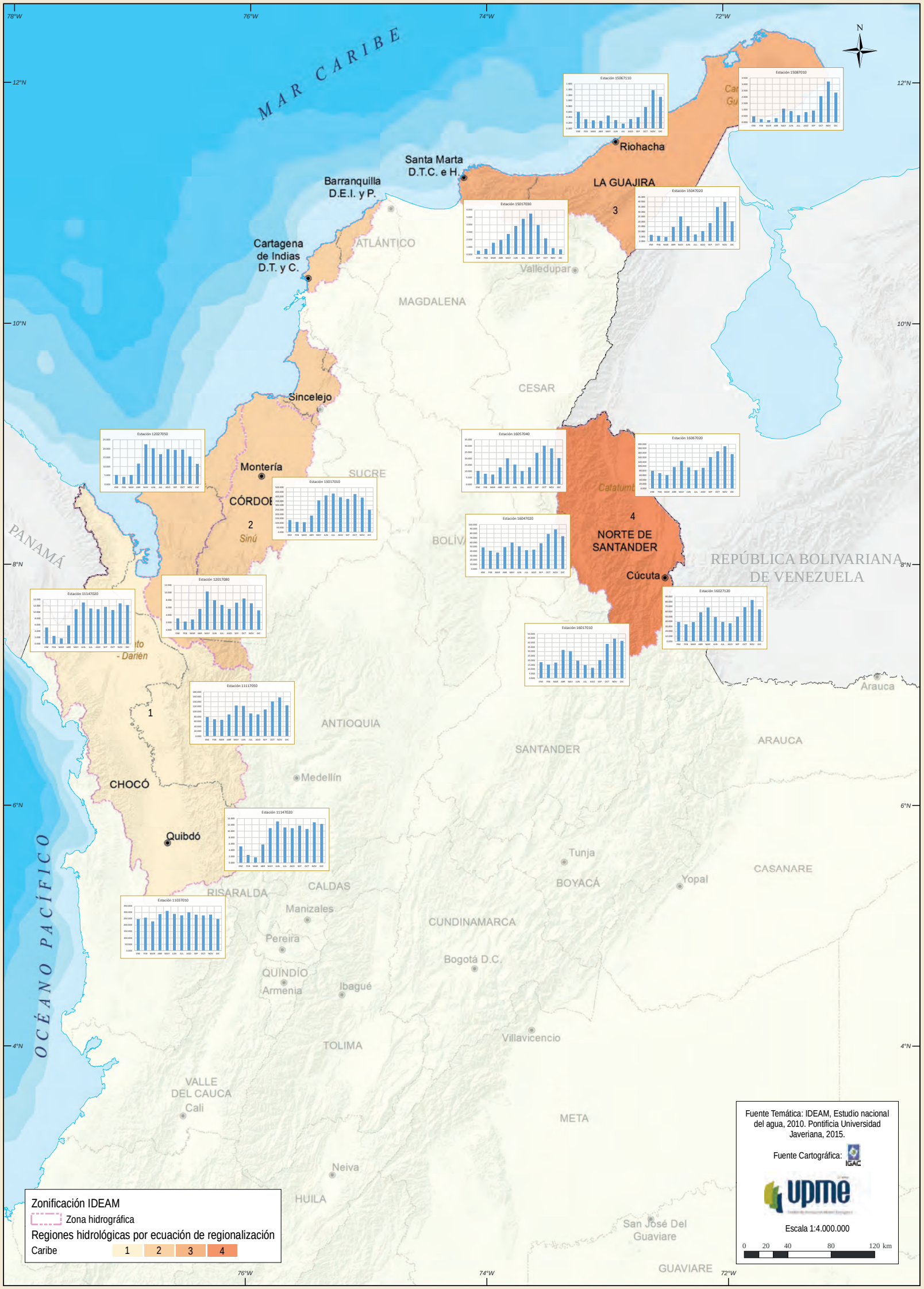
Mapa 3.10. Agrupaciones hidrológicas



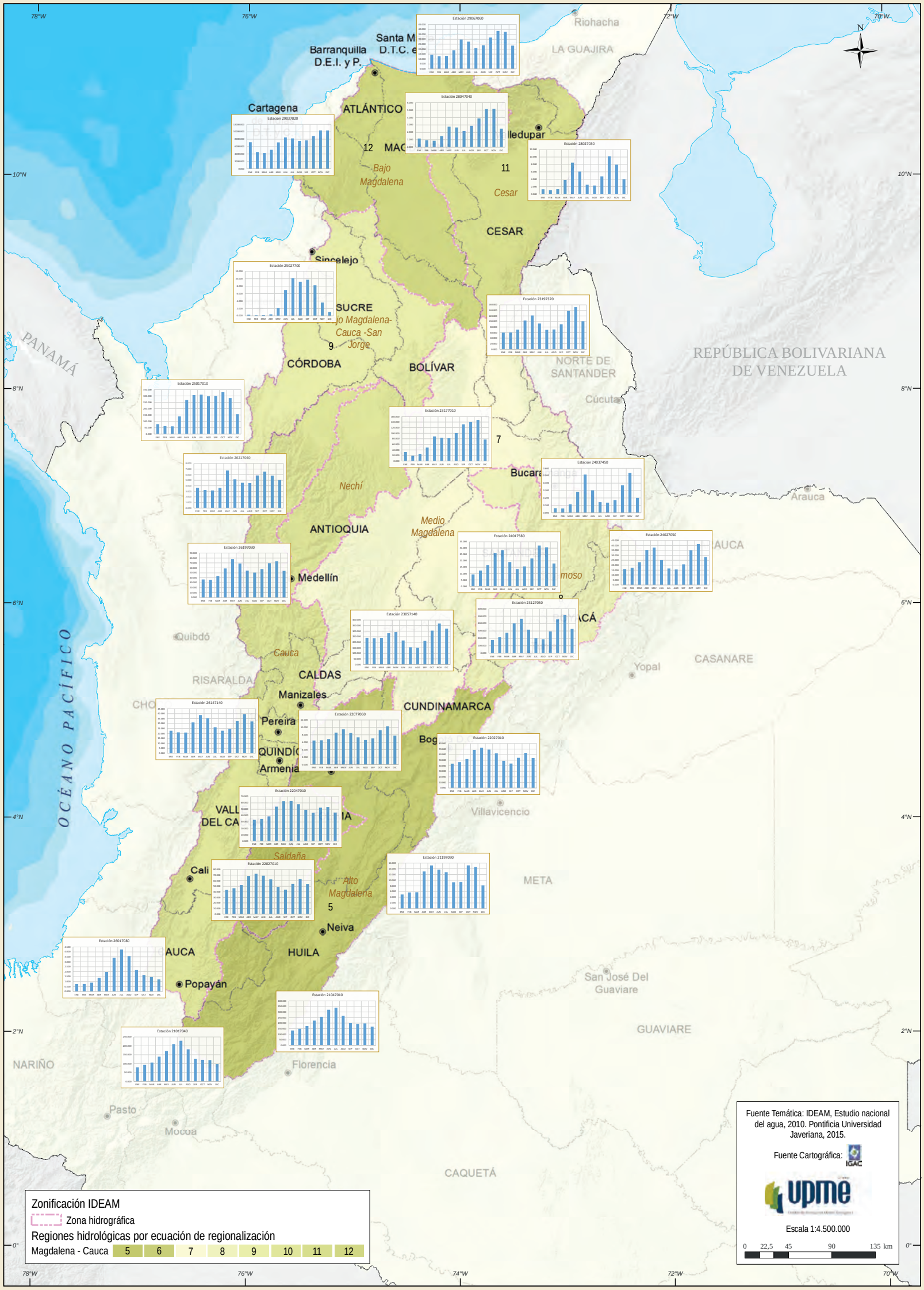
Mapa 3.11. Regiones hidrológicas



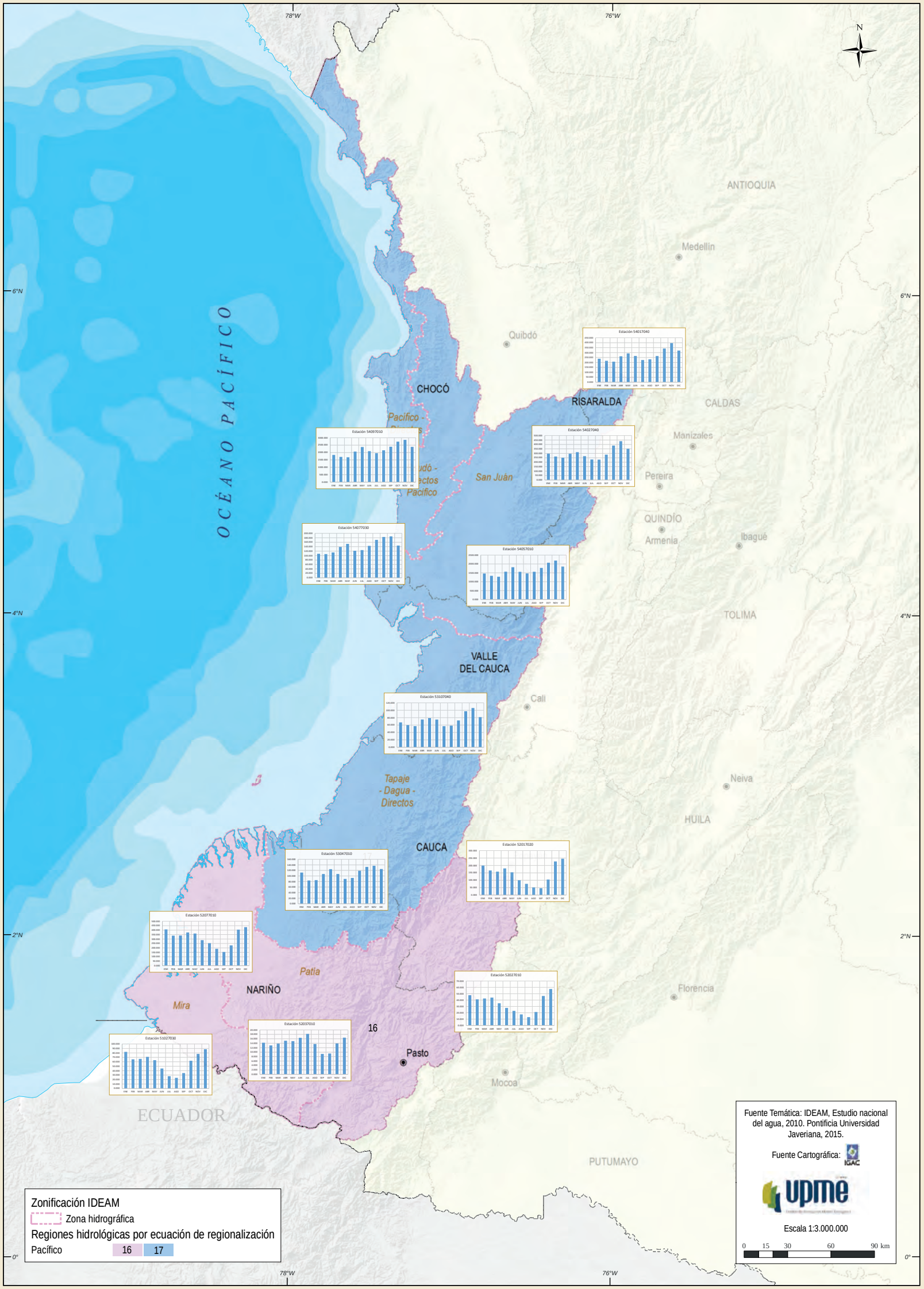
Mapa 3.12. Histograma de caudal por zona hidrográfica IDEAM



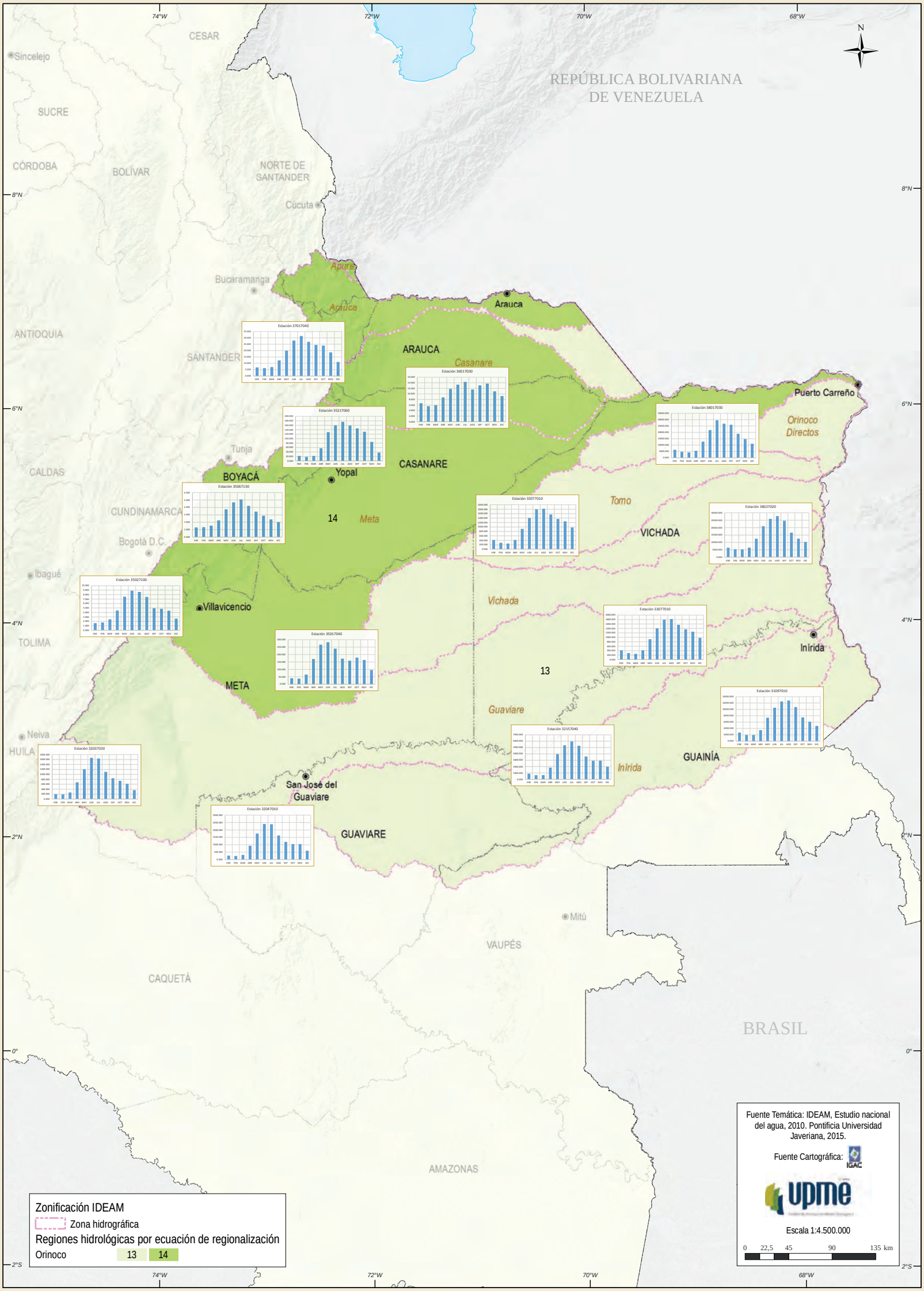
Mapa 3.13. Histograma de caudal Caribe



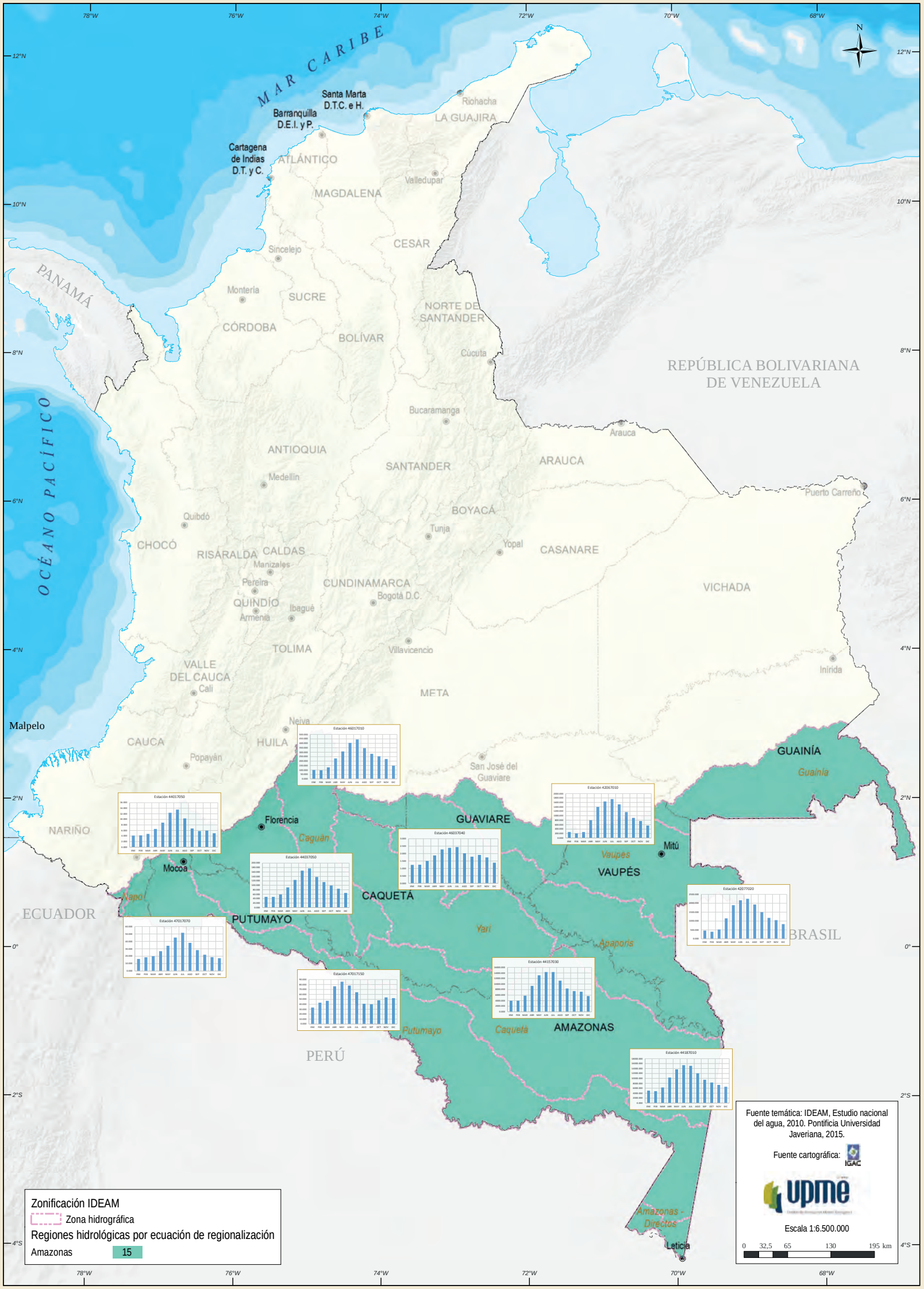
Mapa 3.14. Histograma de caudal Magdalena-Cauca



Mapa 3.15. Histograma de caudal Pacífico



Mapa 3.16. Histograma de caudal Orionoquía



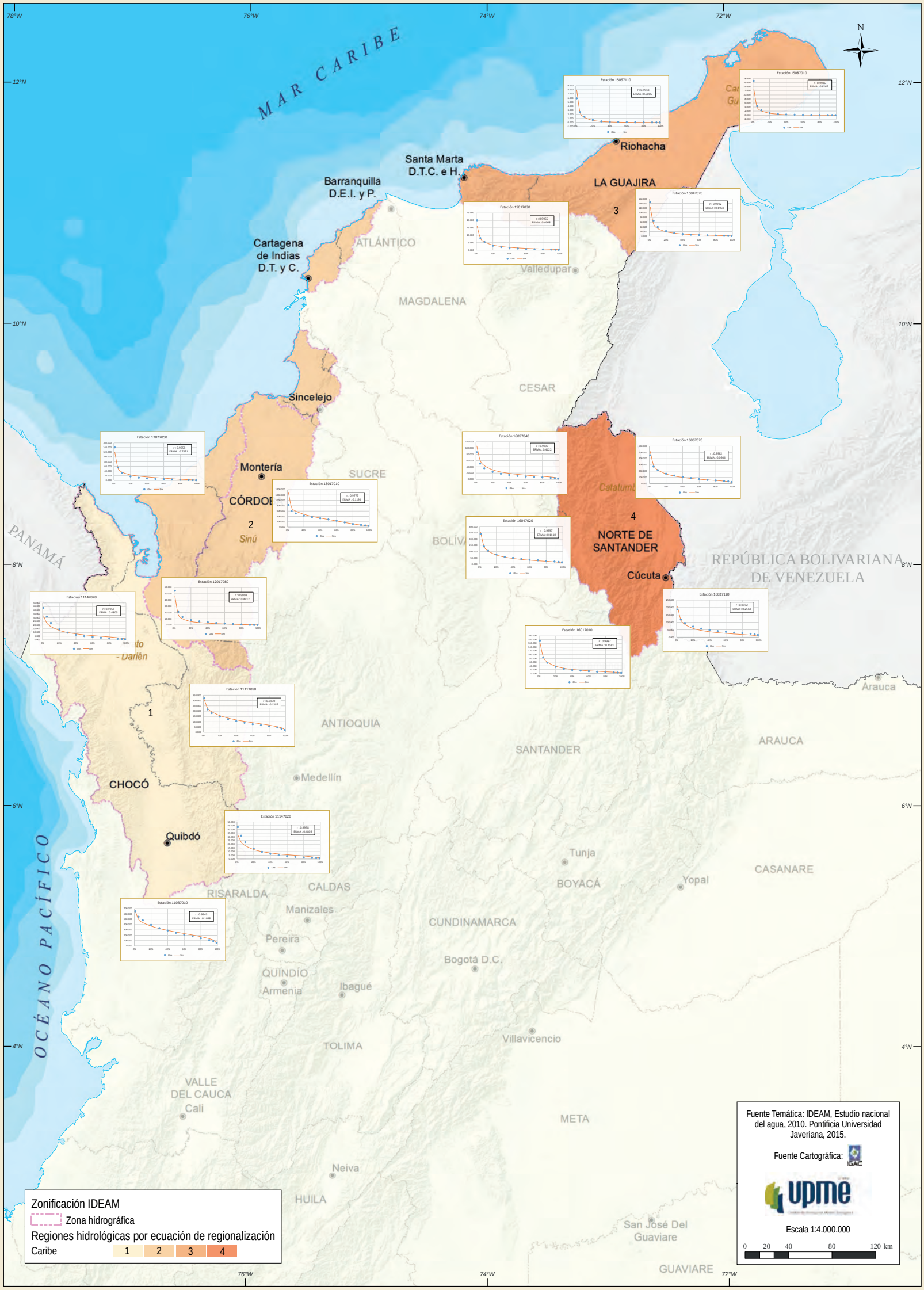
Mapa 3.17. Histograma de caudal Amazonía



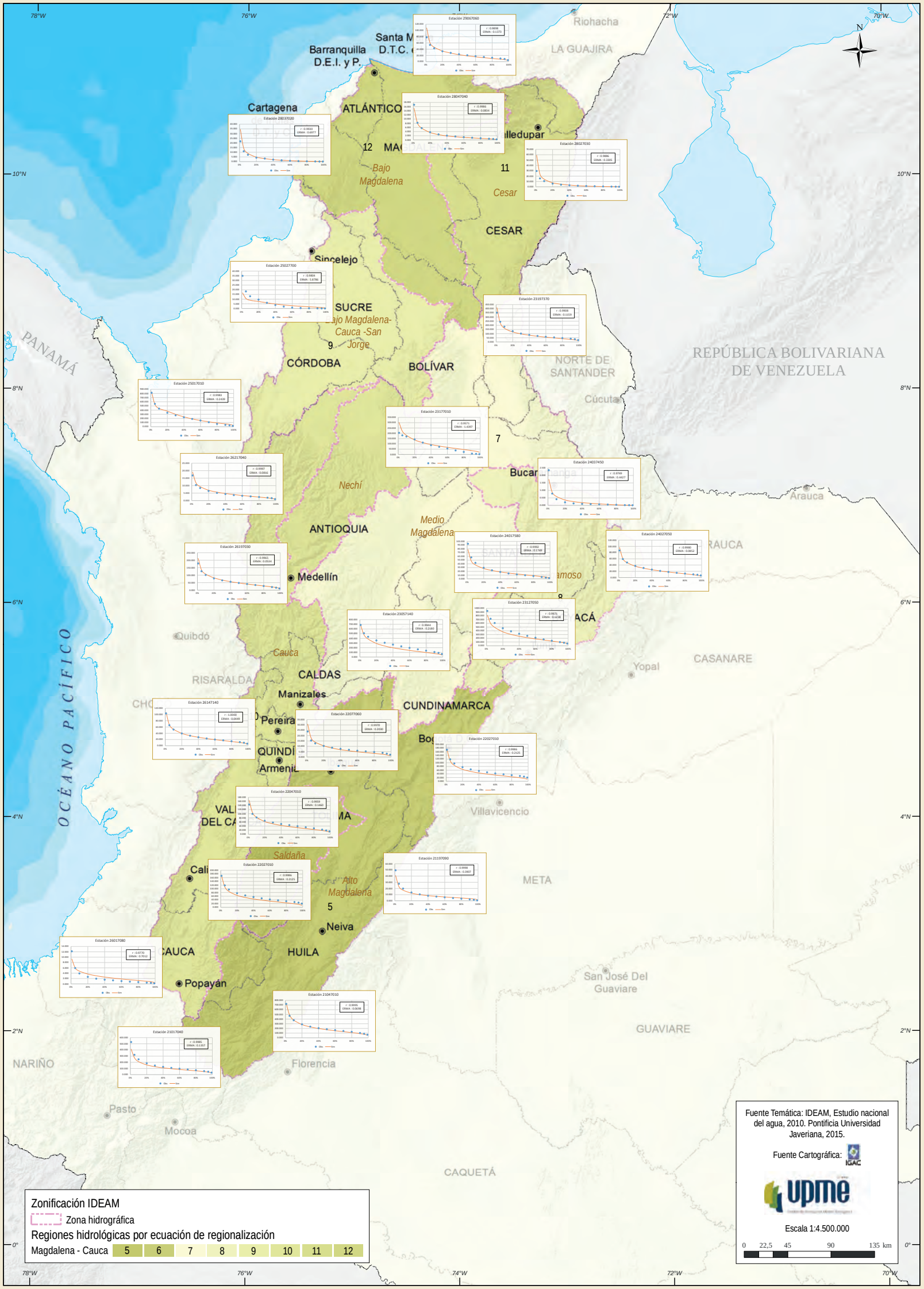
Mapa 3.18. Caudal promedio anual



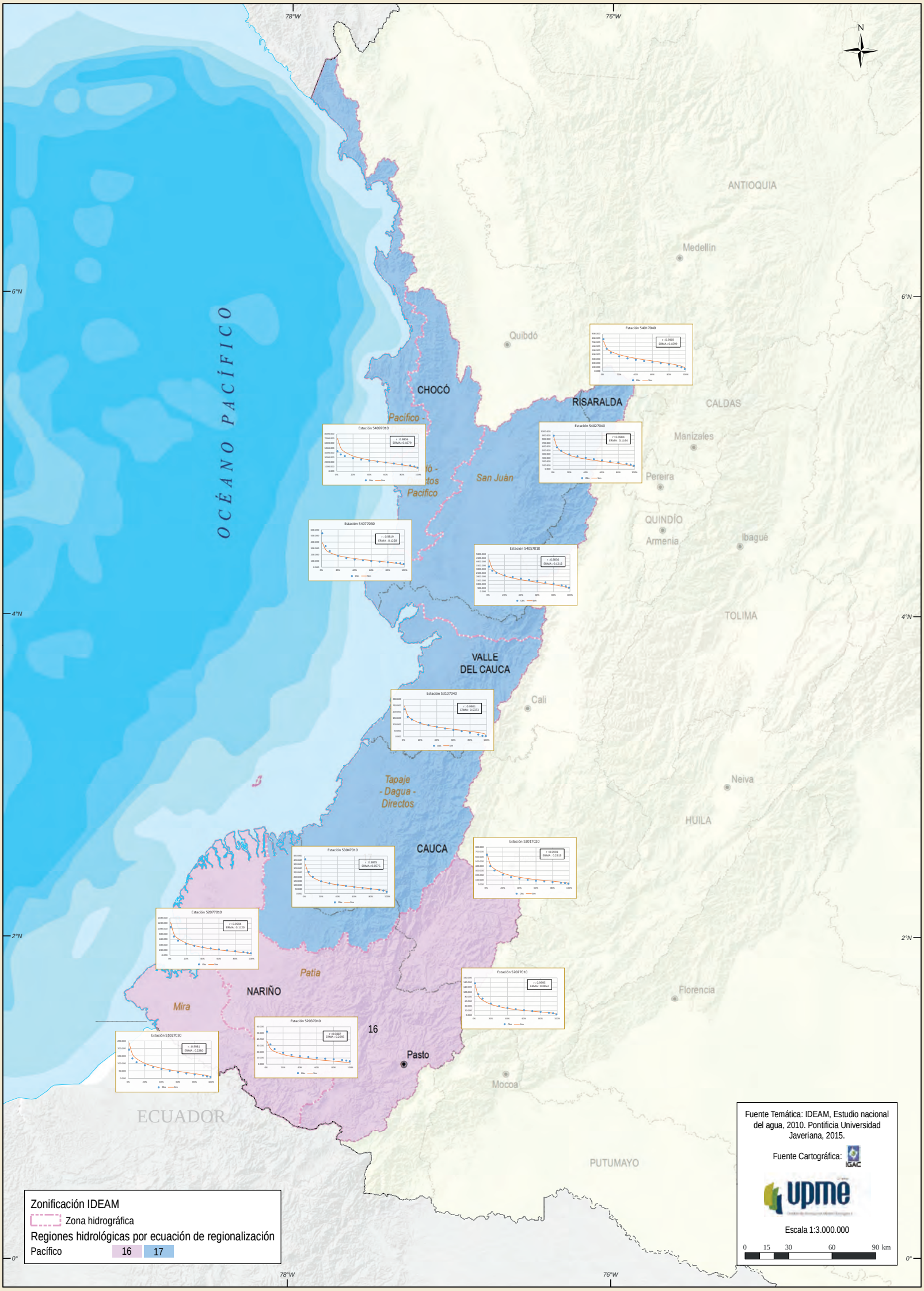
Mapa 3.19. Curva de duración de caudal por zona hidrográfica IDEAM



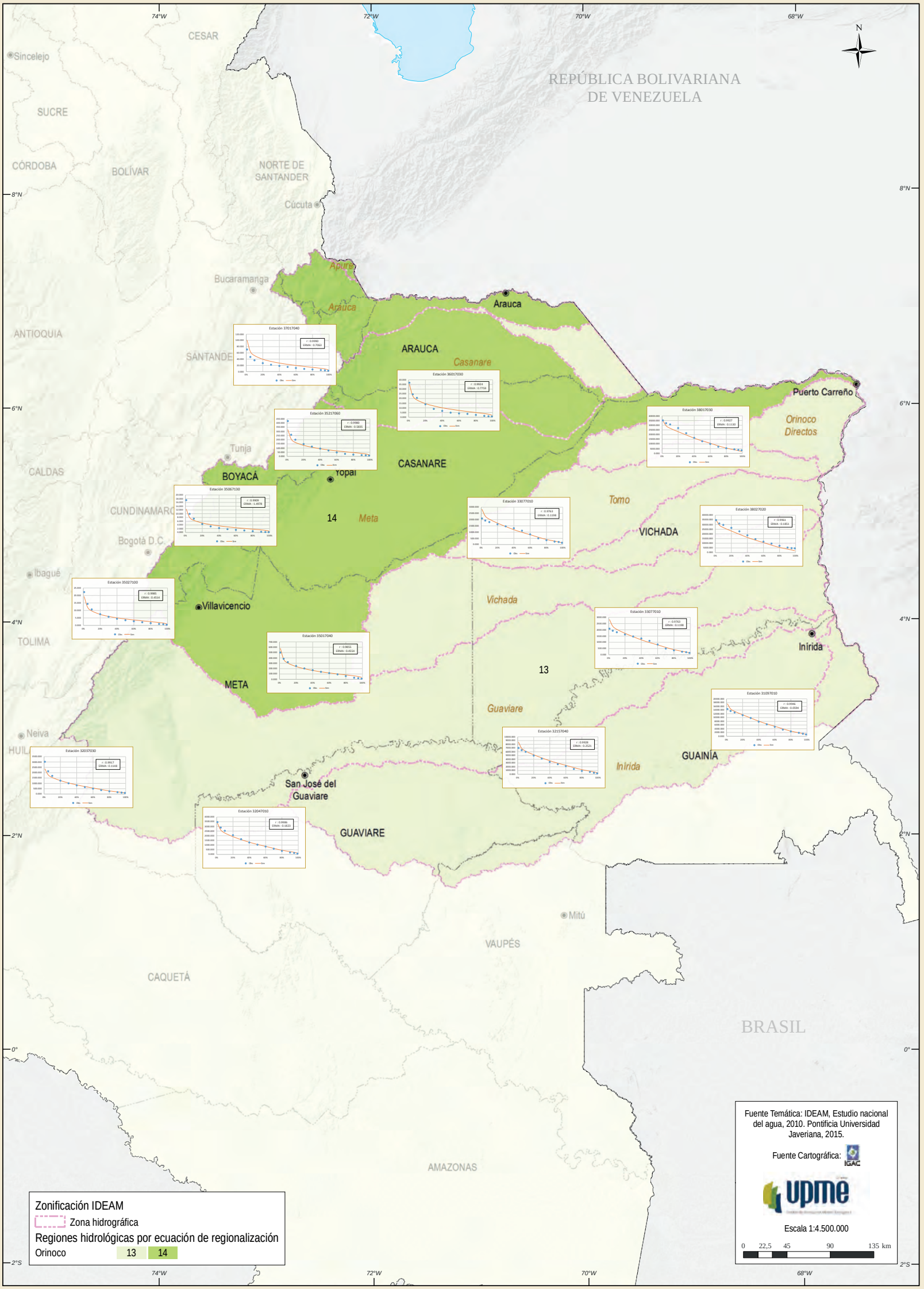
Mapa 3.20. Curva duración de caudal Caribe



Mapa 3.21. Curva duración de caudal Magdalena-Cauca



Mapa 3.22. Curva duración de caudal Pacífico



Mapa 3.23. Curva duración de caudal Orinoquía



Mapa 3.24. Curva duración de caudal Amazonía

Capítulo 4

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL HIDROENERGÉTICO



Central Urrá
Autor: Ingfocol Ltda

Considerando los bajos costos de la energía hidroeléctrica y la alta confiabilidad de funcionamiento y de abastecimiento, hace que esta sea muy competitiva en comparación con otras fuentes de energía, tanto renovables como convencionales y ofrece una posibilidad económica para garantizar el suministro básico de electricidad. Puesto que las centrales hidroeléctricas almacenan la energía y suministran electricidad con rapidez, contribuyen de manera importante a la estabilidad del sistema interconectado nacional y reducen la dependencia y los riesgos de la importación de energía, constituyendo la base fundamental para el desarrollo económico de la nación.

Colombia, por su orografía y régimen pluviométrico, presenta condiciones óptimas para la generación hidroeléctrica en gran parte del territorio nacional; actualmente cerca del 80% de la energía que se produce en el país proviene de las centrales hidroeléctricas.

El potencial hidroenergético calculado y presentado en el atlas, corresponde a aprovechamientos a filo de agua, y se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$Pot: \gamma \cdot Q \cdot \Delta H \cdot \mu$$

Dónde: Pot, es la potencia generada; γ, es el peso específico del agua; Q, es el caudal turbinado; ΔH, es la caída hidráulica; y μ es la eficiencia del sistema. Puesto que el caudal y la caída hidráulica son las variables que determinan la disponibilidad de energía en el sitio seleccionado para el aprovechamiento hidroeléctrico, el estudio se enfocó en la determinación de estas variables en la configuración geográfica de Colombia.

En la figura 4.1 se presenta la relación del potencial hidroenergético con el caudal y la caída hidráulica, y se infiere como con el incremento de cualquiera de estas dos variables se incrementa el potencial teórico, lo que además determina el tipo de central, tal como se presenta en la misma figura.

El potencial hidroenergético, presentado en el atlas, se calculó a partir de la caída hidráulica, utilizando cartografía del IGAC a escala 1:100.000, y del caudal, mediante las metodologías descritas en los capítulos 2 y 3. Los estimativos realizados no requirieron de información levantada en campo. En la figura 4.2 se presenta el esquema del proceso de obtención del mapa de potencial hidroenergético.



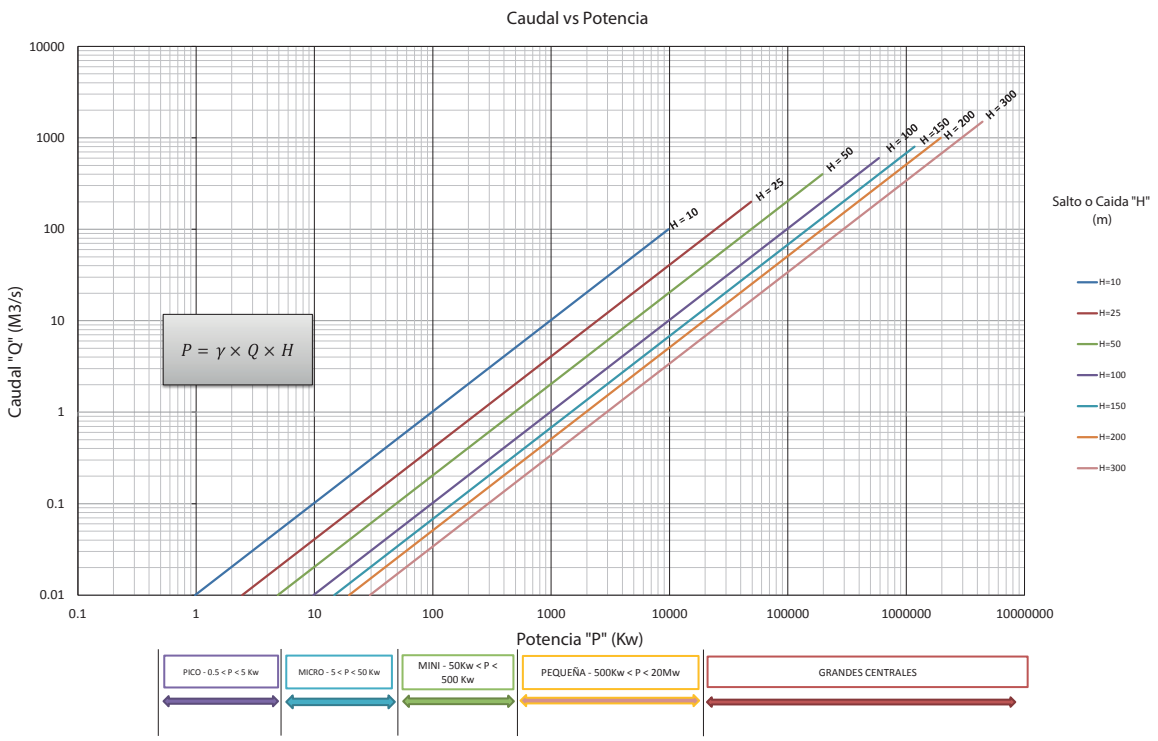


Figura 4.1. Variación del potencial hidroenergético con el caudal y la caída hidráulica

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015

CAUDAL APROVECHABLE

Es el volumen de agua por unidad de tiempo, normalmente en m3/s, disponible en un sitio determinado para la generación hidroeléctrica.

Como se trata de aprovechamientos a filo de agua, no se cuenta con almacenamiento de agua para regulación de caudales, por lo que el caudal empleado en la fórmula del potencial hidroenergético corresponde al caudal disponible en épocas secas, con un determinado porcentaje de confiabilidad. Teniendo en cuenta lo anterior, y para garantizar la disponibilidad del recurso hídrico, se adoptó como caudal aprovechable el correspondiente a una probabilidad de excedencia del 95% (Q95), este será siempre un valor inferior al caudal medio del río en el sitio del aprovechamiento.

En el capítulo 3, se presenta la metodología de cálculo del caudal medio y de las curvas de duración de caudales a partir de las cuales se determina el Q95. En el mapa 4.1 se presentan los caudales obtenidos sobre la red de drenaje de todo el país, considerando rangos comprendidos entre 1 m3/s y superiores de 3.000 m3/s.

CAÍDA HIDRÁULICA

Es la diferencia de cota entre el punto de captación del agua y las turbinas; a mayor diferencia de cota, mayor potencia hidráulica disponible.

Cada uno de los ríos analizados de la red de drenaje se estudió en tramos de 30 m, para que esta longitud fuera consistente con el modelo digital del terreno (MDT) disponible para todo el país. Para el cálculo de la caída hidráulica en cada uno de los tramos estudiados se asumió que la longitud horizontal (Lc), entre la captación y las turbinas, corresponde a valores de 0,2 km, 1 km y 5 km.

En los mapas 4.2, 4.3 y 4.4 se presentan las caídas hidráulicas promedio para las subzonas hidrológicas adoptadas por el IDEAM para la caracterización hidrológica del país. Se identifican en estos que la zona andina por su orografía presenta las mayores caídas hidráulicas. En la tabla 4.1 se presenta los valores medios y máximos de caídas hidráulicas por cada área hidrográfica.



Tabla 4.1. Caídas hidráulicas en metros por área hidrográfica

Longitud horizontal de conducción	0,2 km		1km		5km
Área hidrográfica	Media	Máxima	Media	Máxima	Media
Amazonas	6	181	23	295	74
Caribe	14	273	62	555	181
Magdalena Cauca	19	357	90	679	300
Orinoco	10	277	46	444	149
Pacífico	18	351	79	806	257

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015

RESTRICCIONES DEL APROVECHAMIENTO HIDROENERGÉTICO

Existen restricciones de carácter social y ambiental que, si bien no intervienen en el comportamiento físico y mecánico del sistema, si restringen y/o condicionan legalmente su aprovechamiento. Las variables que imponen esta condición son: la existencia de parques y/o reservas naturales y/o áreas protegidas y las zonas de páramos, manglares y humedales. Existen otros aspectos que pueden influir en la capacidad de explotación de una zona; sin embargo, al no ser estrictamente restrictivos, no se consideran como variables que afecten y/o disminuyan la generación hidroeléctrica. En el capítulo 5 se analizan estos aspectos, en el mapa 4.5 se presentan las zonas del país con restricción para el aprovechamiento hidroeléctrico.

POTENCIAL HIDROENERGÉTICO

A partir del caudal (Q95) y de la caída hidráulica, a lo largo del río, se calculó la potencia hidráulica como el producto de estas variables y la eficiencia del sistema. Como se mencionó anteriormente, se analizaron tres opciones de caída hidráulica para longitudes de 0,2 km, 1 km y 5 km, obteniendo para cada una de ellas la potencia hidráulica.

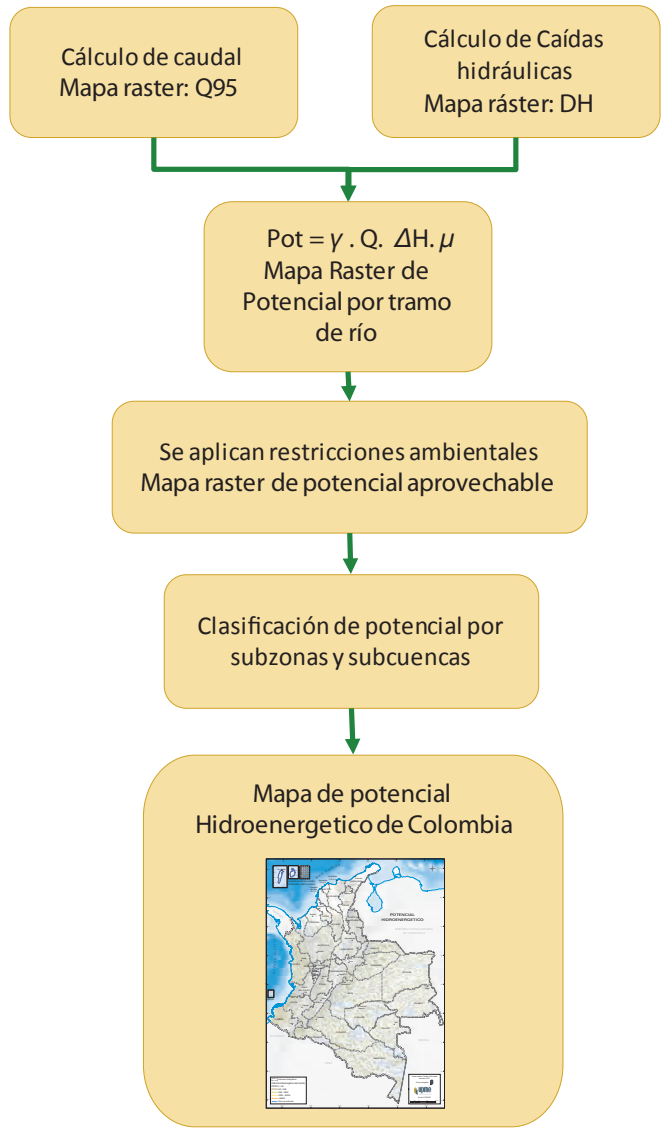


Figura 4.2. Esquema del proceso de obtención del mapa de potencial hidroenergético



Mediante el álgebra de mapas se multiplicaron las variables distribuidas espacialmente (Q95 x ΔH x γ) obteniendo un potencial hidroenergético teórico. Este valor de potencial no contempla la eficiencia de los equipos mecánicos, el cual es particular de cada proyecto y del tipo de turbina; y no contempla las perdidas hidráulicas entre la captación del desarrollo a filo de agua y la casa de máquinas, incluyendo la conducción. En los mapas 4.6 a 4.11 se presenta el potencial hidroenergético aprovechable calculado para la red hidrográfica de Colombia.

Los valores de potencial obtenidos y consignados en los mapas del presente atlas no contemplan proyectos simultáneos, es decir que si se instala una central en un punto determinado, el potencial hidroenergético de esta afecta directamente la posibilidad de aprovechar el potencial hidroenergético de una central aguas abajo. Debido a esto se realizó un análisis por subzona hidrográfica, seleccionando únicamente los valores máximos de potencial teórico aprovechable para cada una de ellas y para longitudes de conducción de 0,2 km, 1,0 km y 5,0 km.; en los mapas 4.12 a 4.14 se presentan los resultados obtenidos. En las tablas 4.2, 4.3 y 4.4 se muestran los cinco mayores valores calculados para cada área hidrográfica.

Tabla 4.2. Subzonas hidrográficas con mayor potencial hidroenergético por área hidrográfica considerando una longitud Lc de 0,2 km

Área hidrográfica	Subzona hidrográfica	Potencia (kW)
Amazonas	Río Putumayo directos (mi)	524.115
	Bajo río Apaporis	1.039.945
	Río Caguán bajo	364.170
	Alto río Apaporis	228.577
	Río Sencella	193.717
Caribe	Directos Atrato entre ríos Bebaramá y Murrí (md)	179.324
	Río Murindó - directos al Atrato	242.595
	Río Cacarica	113.941
	Río Andágueda	30.642
	Río Sucio	413.632
Magdalena-Cauca	Río Frío y otros directos al cauca	460.300
	Directos río Cauca entre río San Juan y Pto Valdivia (mi)	600.105
	Rio Tapias y otros directos al Cauca	519.417
	Directos río Cauca entre ríos San Juan y Pto Valdivia (md)	541.938
	Directos al Magdalena entre ríos Seco y Negro (md)	174.254
Orinoco	Bajo Guaviare	662.131
	Directos al río Meta entre ríos Cusiana y Carare (md)	273.790
	Medio Guaviare	419.595
	Río Inírida medio	348.311
	Directos río Metica entre ríos Guayuriba y Yucao	217.080
Pacífico	Río Patía medio	211.114
	Río San Juan medio	96.825
	Ríos Calima y bajo San Juan	296.028
	Río Patía bajo	214.155
	Río Baudó	148.888

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015



Tabla 4.3. Subzonas hidrográficas con mayor potencial hidroenergético por área hidrográfica considerando una longitud Lc de 1,0 km

Área hidrográfica	Subzona hidrográfica	Potencia (kW)
Amazonas	Bajo río Apaporis	1.044.713
	Río Putumayo directos (mi)	809.995
	Río Caguán bajo	557.196
	Río Caquetá bajo	1.226.796
	Alto río Apaporis	330.917
Caribe	Directos Atrato entre ríos Bebaramá y Murrí (md)	271.601
	Río Murindó - directos al Atrato	280.538
	Río Cacarica	156.339
	Río Andágueda	34.205
	Directos Atrato entre ríos Quito y Bojayá (mi)	254.366
Magdalena-Cauca	Río Frío y otros directos al Cauca	676.248
	Directos al Magdalena entre ríos Seco y Negro (md)	397.480
	Directos río Cauca entre ríos San Juan y Pto Valdivia (mi)	742.384
	Rio Tapias y otros directos al Cauca	750.819
	Directos Bajo Magdalena entre El Banco y El Plato (md)	850.488
Orinoco	Bajo Guaviare	760.663
	Directos al río Meta entre ríos Cusiana y Carare (md)	417.218
	Medio Guaviare	491.426
	Río Margua	153.344
	Directos río Metica entre ríos Guayuriba y Yucao	261.568
Pacífico	Río Patía Medio	251.619
	Río San Juan Medio	128.473
	Ríos Calima y bajo San Juan	296.028
	Río Patía Bajo	267.693
	Río Capoma y otros directos al San Juan	274.933

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015



Tabla 4.4. Subzonas hidrográficas con mayor potencial hidroenergético por área hidrográfica considerando una longitud Lc de 5km

Área hidrográfica	Subzona hidrográfica	Potencia (kW)
Amazonas	Río Putumayo directos (mi)	4.445.379
	Bajo río Apaporis	1.441.261
	Río Caquetá bajo	1.241.535
	Río Caguán bajo	605.518
	Alto río Apaporis	374.572
Caribe	Directos Atrato entre ríos Bebaramá y Murrí (md)	310.556
	Río Andágueda	51.524
	Alto Atrato	105.093
	Río Cacarica	304.227
	Río Bebaramá y otros directos Atrato (md)	220.223
Magdalena-Cauca	Directos al Magdalena entre ríos Seco y Negro (md)	532.012
	Río Frío y otros directos al Cauca	707.802
	Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz (md)	913.463
	Directos al Magdalena Medio entre ríos Negro y Carare (md)	752.744
	Río Opón	870.384
Orinoco	Bajo Guaviare	907.888
	Directos al río Meta entre ríos Cusiana y Carare (md)	561.352
	Río Bojabá	255.928
	Medio Guaviare	550.396
	Río Margua	226.262
Pacífico	Río Patía medio	260.178
	Río Telembí	192.200
	Río San Juan medio	141.996
	Río San Juan alto	111.722
	Río Mira	134.522

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015

En las figuras 4.3, 4.4 y 4.5 se presentan los valores máximos acumulados de potencial hidroenergético, obtenidos por cada subzona hidrográfica, para longitudes de conducción de 0,2 km, 1 km y 5 km.



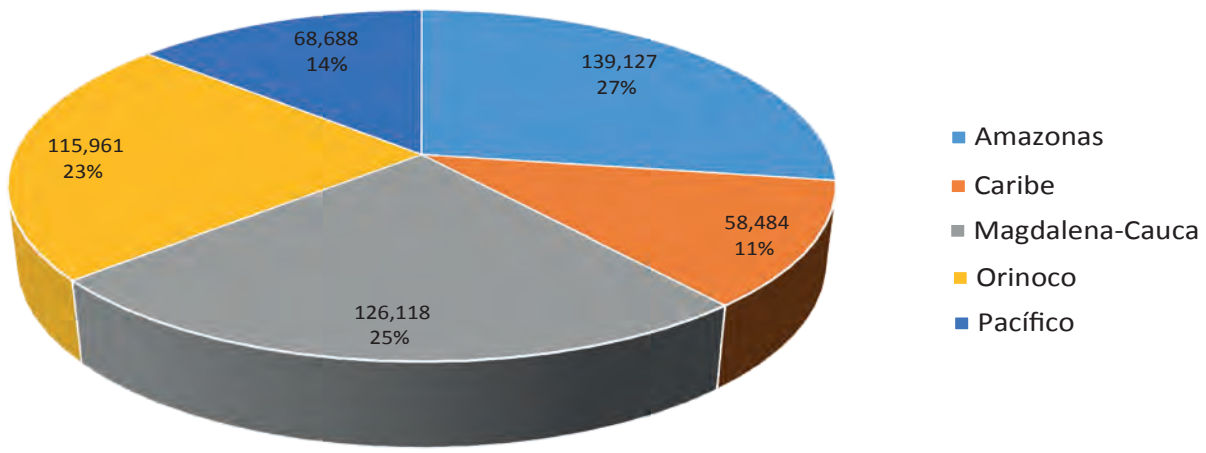


Figura 4.3. Distribución en áreas hidrográficas del potencial máximo acumulado por subzona hidrográfica. Longitud (Lc) 0,2 km. Potencial total: 508 MW

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015

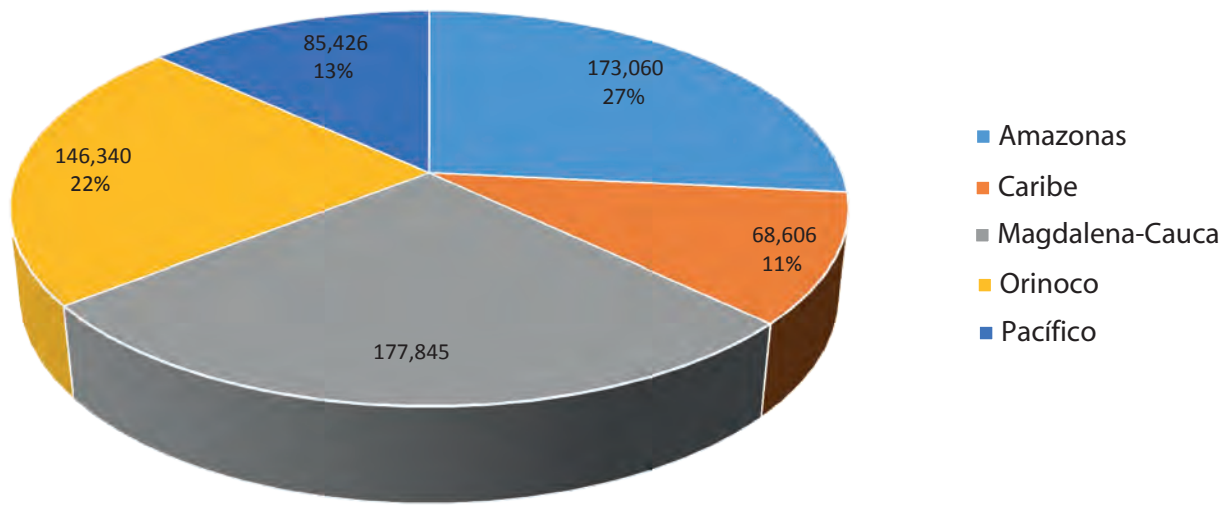


Figura 4.4. Distribución en áreas hidrográficas del potencial máximo acumulado por subzona hidrográfica. Longitud (Lc) 1,0 km. Potencial total: 651 MW

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015

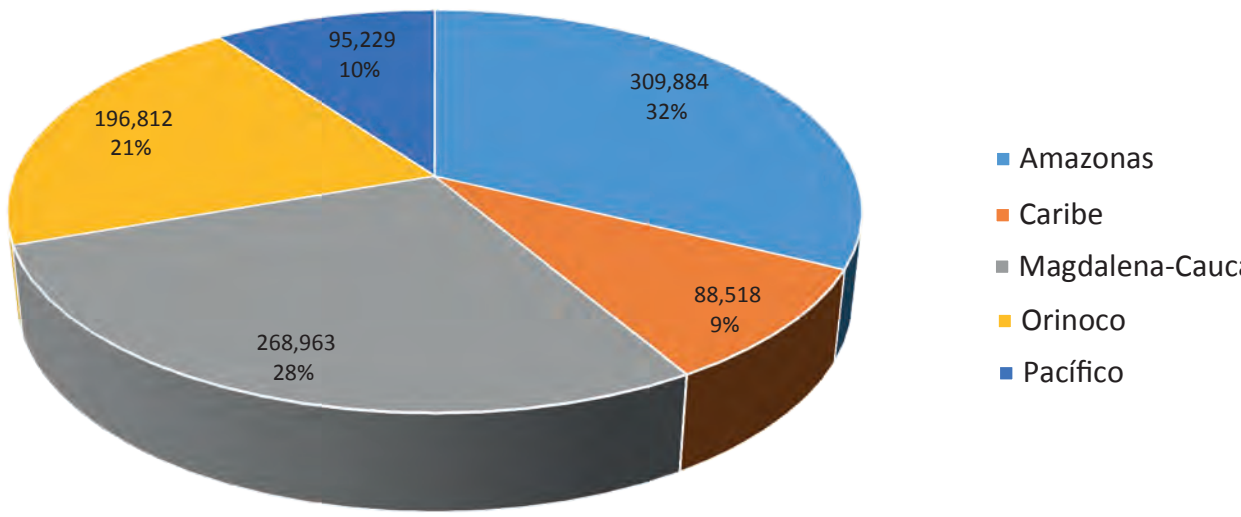


Figura 4.5. Distribución en áreas hidrográficas del potencial máximo acumulado por subzona hidrográfica. Longitud (Lc) 5,0 km. Potencial total: 959 MW

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015



Con el fin de identificar sitios óptimos para el aprovechamiento hidroeléctrico, se seleccionó para cada subzona hidrográfica y para cada rango de clasificación de las centrales, según su capacidad de generación, el tramo de río en el que se presenta mayor potencial hidroeléctrico aprovechable. En los mapas 4.15 a 4.19 se muestra la localización de estos puntos.

En la tabla 4.5 se presenta el potencial hidroenergético total, por tipo de central, identificado en cada una de las subzonas hidrográficas. En la figura 4.6 se presenta, porcentualmente, el potencial aprovechable por área hidrográfica.

Tabla 4.5. Potencial hidroenergético acumulado por tipo de central y por sitio identificado para aprovechamiento, en kilovatios

Área hidrográfica	Tipo de Central					
	Pico	Micro	Mini	Pequeñas	Grandes	
					20 - 40 MW	> 40 MW
Amazonas	285	2.799	26.948	903.311	1.518.300	9.522.541
Caribe	210	1.935	16.843	436.476	749.309	2.922.066
Magdalena Cauca	514	5.229	47.567	1.646.204	2.808.652	17.713.622
Orinoco	360	3.599	35.789	1.230.958	2.205.013	10.227.236
Pacífico	165	1.647	15.984	568.657	831.949	2.743.598
Total por tipo de central	1.533	15.209	143.132	4.785.606	8.113.222	43.129.063

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015

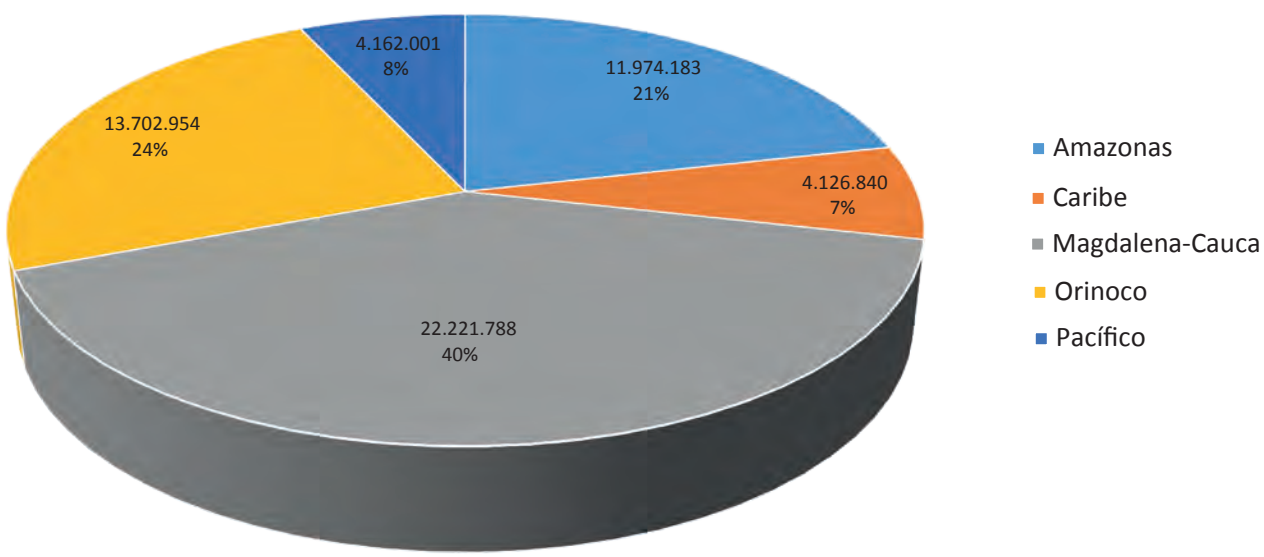


Figura 4.6. Potencial hidroenergético a filo de agua por área hidrográfica en kilovatios
Potencial total: 56.187 MW

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015



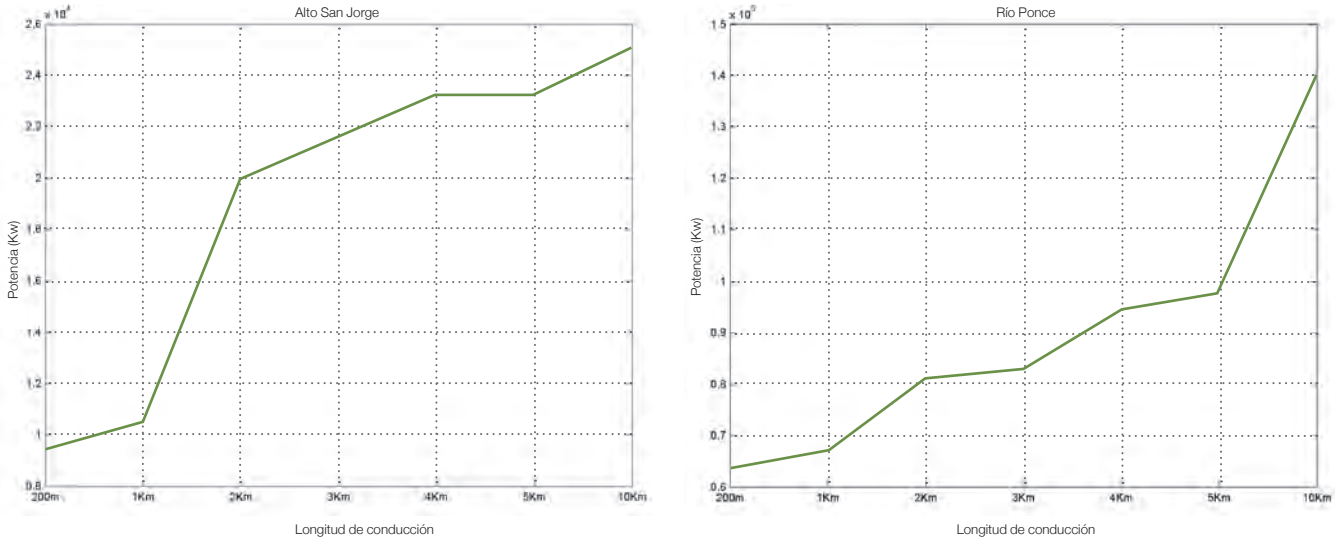


Figura 4.7. Relación entre el potencial hidroenergético a filo de agua y la longitud de conducción

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015

A manera de ejemplo en la figura 4.7 se presenta la variación del potencial hidroenergético con la longitud de la conducción estudiada para el río Porce y el alto San Jorge. En el río Porce, el rango de mayor potencial se obtiene cuando las longitudes de conducción están comprendidas entre 5,0 km y 10,0 km, mientras que en el alto San Jorge, el mayor potencial se obtiene cuando las longitudes de conducción están comprendidas entre 2,0 km y 10,0 km. La mejor alternativa de conducción será aquella que resulte de un análisis beneficio/costo.

Un ejemplo de restricción por aspectos ambientales corresponde a la cuenca alta del río Magdalena, localizada en un área de Parque Natural, (Figura 4.8). Teniendo un potencial de generación alto este no es aprovechable debido a la restricción.

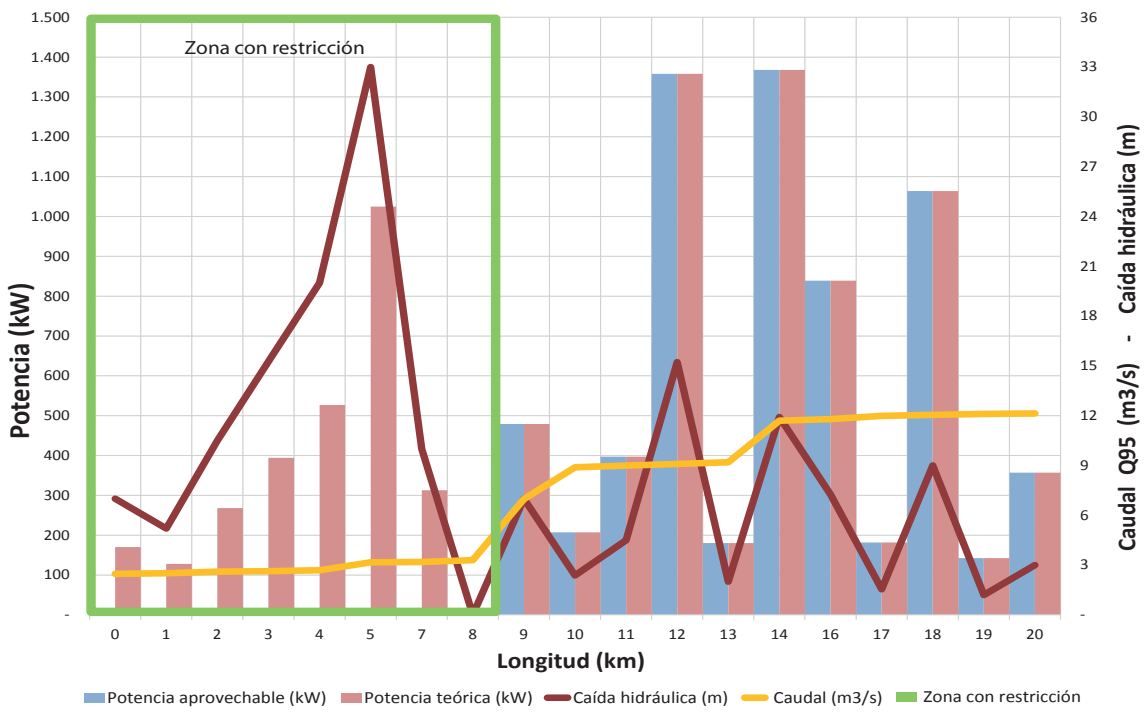
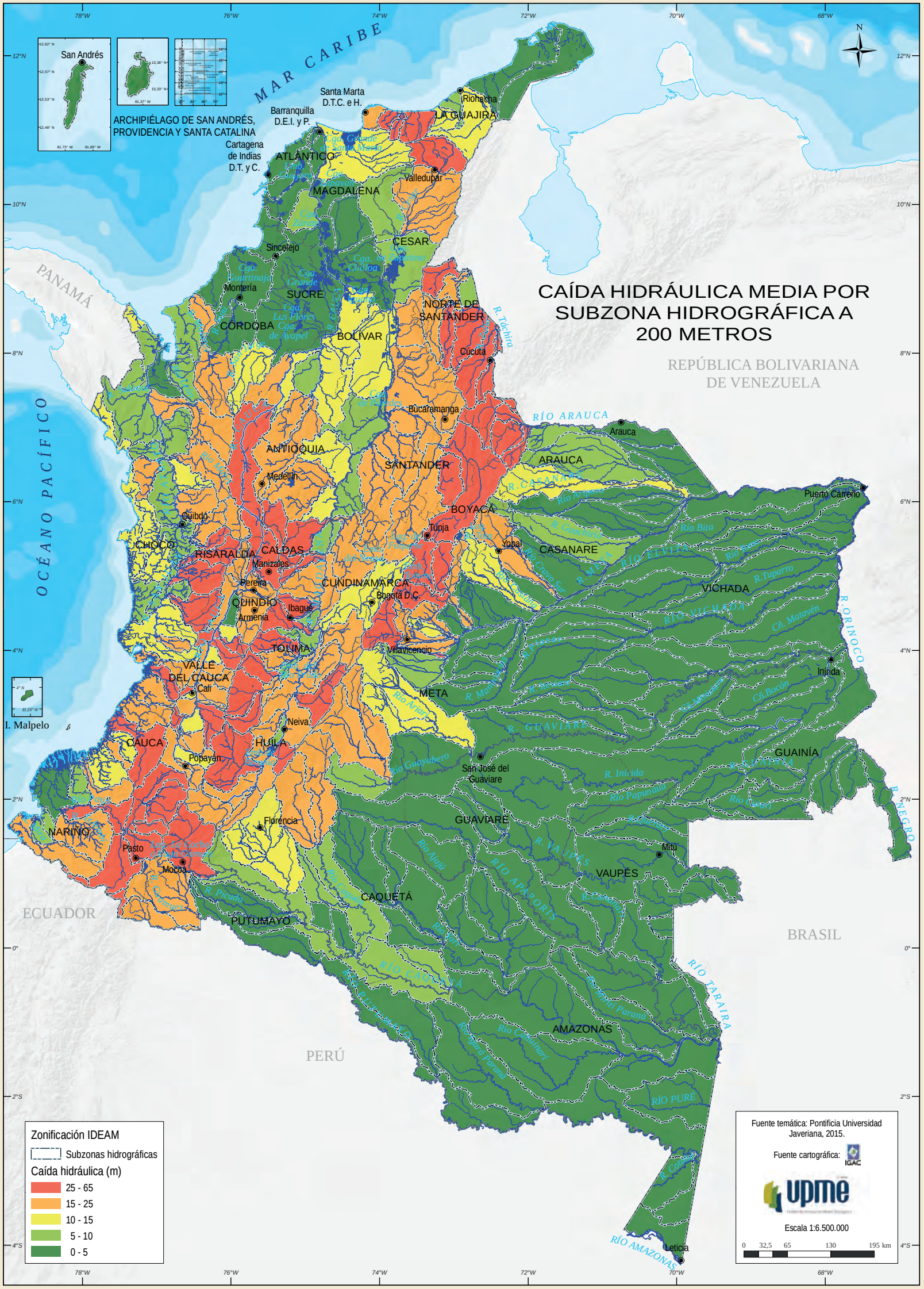


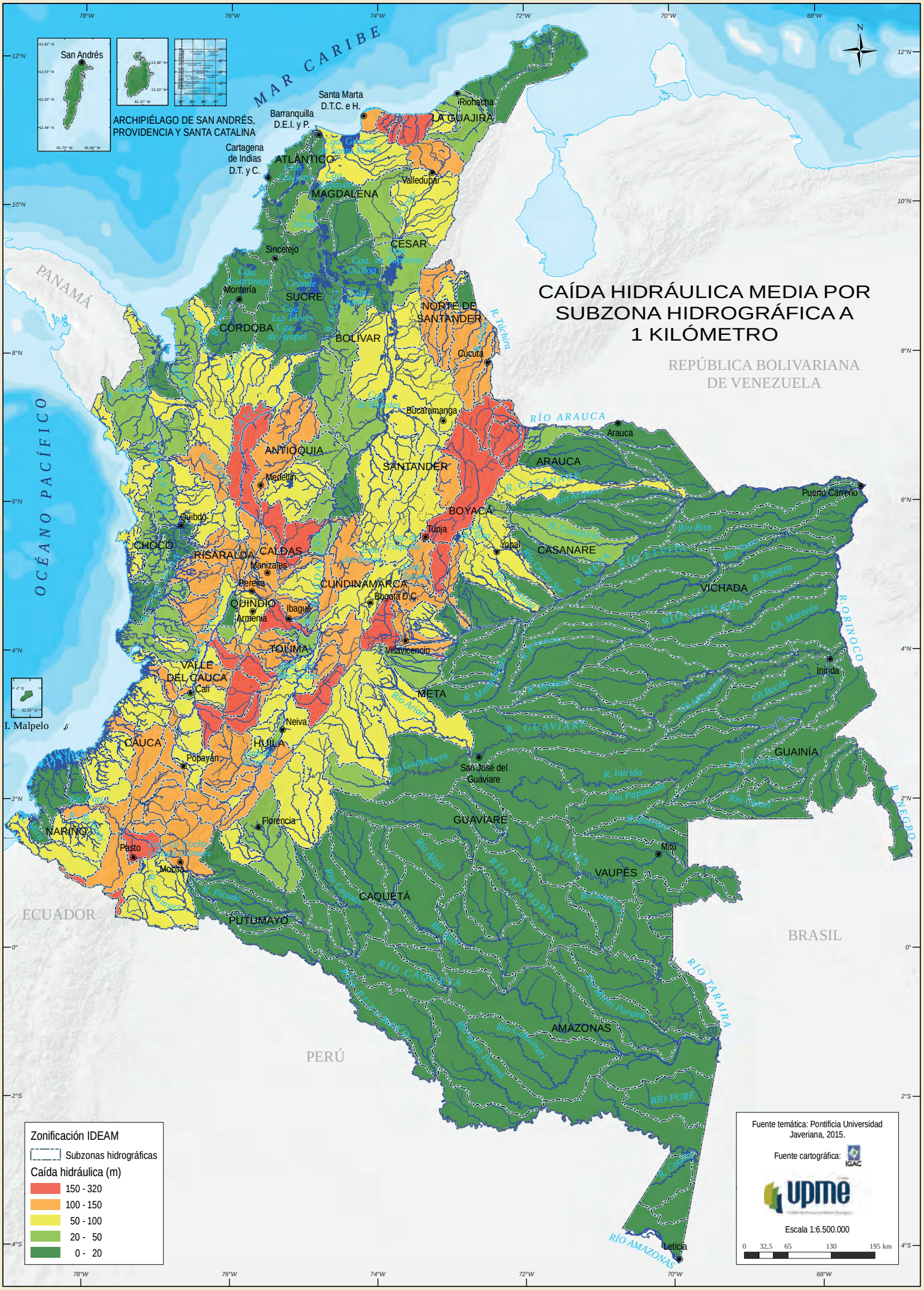
Figura 4.8 Perfil energético de la cuenca alta del río Magdalena (20 km)

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana, 2015



Mapa 4.1. Caudal con probabilidad de excedencia del 95% (Q95)


CAÍDA HIDRÁULICA MEDIA POR SUBZONA HIDROGRÁFICA A 200 METROS
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MAR CARIBE
OCÉANO PACÍFICO
PANAMÁ
ECUADOR
PERÚ
BRASIL
ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA
San Andrés
I. Malpelo
Santa Marta D.T.C. e H.
Barranquilla D.E.I. y P.
Cartagena de Indias D.T. y C.
Riohacha
LA GUAJIRA
ATLÁNTICO
MAGDALENA
Valledupar
CESAR
Sincelejo
Montería
SUCRE
CÓRDOBA
BOLÍVAR
NORTE DE SANTANDER
Cúcuta
Bucaramanga
SANTANDER
ANTIOQUIA
Medellín
ARAUCA
Arauca
Puerto Carreño
BOYACÁ
Tunja
Yopal
CASANARE
Quibdó
CHOCÓ
RISARALDA
CALDAS
Manizales
Pereira
QUINDÍO
Armenia
Ibagué
CUNDINAMARCA
Bogotá D.C.
Villavicencio
TOLIMA
VICHADA
VALLE DEL CAUCA
Cali
META
Inírida
GUAINÍA
Neiva
HUILA
CAUCA
Popayán
San José del Guaviare
GUAVIARE
NARIÑO
Pasto
Mocoa
Florencia
Mitú
VAUPÉS
CAQUETÁ
PUTUMAYO
AMAZONAS
Leticia
RÍO ARAUCA
RÍO ELVITA
RÍO VICHADA
RÍO TARAIRA
RÍO PURÉ
RÍO AMAZONAS
RÍO APAPORIS
R. GUAVIARE
R. INÍRIDA
R. ORINOCO
R. NEGRO
R. Táchira
Río Bita
R.Tuparro
Cñ. Matavén
Río Guayabero
Río Ariari
Río Ajajú
Río Caguán
Río Pescado
Río Mecaya
Río Sucumbíos
Río Putumayo
Río Caquetá
Río Amazonas
Río Cahuinarí
Río Negro Parana
Río Apaporis
Río Vaupés
Río Tiquié
Río Papunaua
Río Isana
Río Guainía
Río Atabapo
Río Cuao
Río Manapiare
Río Orinoco
Río Casiquiare
Río Cravo Sur
Río Pauto
Río Unete
Río Upía
Río Humea
Río Guachiría
Río Tomo
Río Meta
Río Arauca
Río Cinaruco
Río Capanaparo
Río Suapure
Río Caura
Río Paragua
Río Aro
Río Caroní
Río Yuruari
Río Cuyuni
Río Mazaruni
Río Esequibo
Río Potaro
Río Siparuni
Río Branco
Río Uraricoera
Río Tacutu
Río Mahu
Río Amacuro
Río Grande de la Magdalena
Río Sogamoso
Río Opón
Río Carare
Río Nechí
Río Cauca
Río Sinú
Río Verde
Río San Jorge
Río Nare
Río Porce
Río Tarra
Río Chicamocha
Río Suárez
Río Fonce
Río Lebrija
Río Negro
Río Minero
Río Guarinó
Río Bogotá
Río Negro
Río Sumapaz
Río Guarapas
Río Patía
Río Mira
Río Mataje
Río Guiza
Río Guiza
Río Guamuez
Río Sucio
Río Guáitara
Río Juanambú
Río Mayo
Río Caguán
Río Caquetá
Río Pescado
Río Orteguaza



Mapa 4.3. Caída hidráulica media por subzona hidrográfica a 1 kilómetro


CAÍDA HIDRÁULICA MEDIA POR SUBZONA HIDROGRÁFICA A 5 KILÓMETROS
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MAR CARIBE
OCÉANO PACÍFICO
PANAMÁ
ECUADOR
PERÚ
BRASIL
ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA
San Andrés
I. Malpelo
Riohacha
LA GUAJIRA
Santa Marta D.T.C. e H.
Barranquilla D.E.I. y P.
Cartagena de Indias D.T. y C.
ATLÁNTICO
MAGDALENA
Valledupar
CESAR
Sincelejo
SUCRE
Montería
CÓRDOBA
BOLÍVAR
NORTE DE SANTANDER
Cúcuta
Bucaramanga
SANTANDER
ANTIOQUIA
Medellín
ARAUCA
Arauca
Puerto Carreño
BOYACÁ
Tunja
Yopal
CASANARE
CHOCÓ
Quibdó
RISARALDA
CALDAS
Manizales
Pereira
CUNDINAMARCA
Bogotá D.C.
QUINDÍO
Armenia
Ibagué
VICHADA
TOLIMA
Villavicencio
VALLE DEL CAUCA
Cali
META
Inírida
GUAINÍA
CAUCA
Popayán
HUILA
Neiva
San José del Guaviare
GUAVIARE
NARIÑO
Pasto
Mocoa
Florencia
Mitú
VAUPÉS
CAQUETÁ
PUTUMAYO
AMAZONAS
Leticia
RÍO ARAUCA
RÍO ELVITA
RÍO VICHADA
RÍO ORINOCO
RÍO APAPORIS
RÍO CAQUETÁ
RÍO TARAIRA
RÍO PURÉ
RÍO AMAZONAS
Río Bita
R. Tuparro
Cñ. Matavén
Río Arauca
R. Guachiría
Río Cravo Sur
Río Casanare
Río Meta
Río Ariari
Río Guayabero
R. Inírida
Río Guainía
R. Negro
R. Vaupés
Río Apaporis
Río Caquetá
Río Putumayo
Río Amazonas
Río Cahuinarí
Río Igará Paraná
Río Yavarí
Río Napo
Río Caguán
Río Patía
Río Mira
Río Mayo
Río Sinú
Río San Jorge
Río Cauca
Río Magdalena
R. Catatumbo
R. Táchira
Río Ranchería
Río Cesar
Río Zulia
Río Lebrija
Río Opón
Río Suárez
Río Chicamocha
Río Fonce
Río Negro
Río Guayuriba
Río Sumapaz
Río Blanco
Río Saldaña
Río Coello
Río Recio
Río Carare
Río La Miel
Río Nechí
Río Porce
Río Tarazá
Río Cimitarra
Río Carare
Río Opón
Río Suárez
Río Fonce
Río Negro
Río Guayuriba
Río Sumapaz
Río Blanco
Río Saldaña
Río Coello
Río Recio
Río Carare
Río La Miel
Río Nechí
Río Porce
Río Tarazá
Río Cimitarra
Río Sinú
Río San Jorge
Río Cauca
Río Magdalena
R. Catatumbo
R. Táchira
Río Ranchería
Río Cesar
Río Zulia
Río Lebrija
Río Opón
Río Suárez
Río Chicamocha


RESTRICCIONES
SOCIO-AMBIENTALES
MAR CARIBE
OCÉANO PACÍFICO
PANAMÁ
ECUADOR
PERÚ
BRASIL
REPÚBLICA BOLIVARIANA
DE VENEZUELA
ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS,
PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA
San Andrés
I. Malpelo
Riohacha
Santa Marta
D.T.C. e H.
Barranquilla
D.E.I. y P.
Cartagena
de Indias
D.T. y C.
LA GUAJIRA
ATLANTICO
MAGDALENA
Valledupar
CESAR
Sincelejo
Montería
SUCRE
CORDOBA
BOLIVAR
NORTE DE
SANTANDER
Cúcuta
Bucaramanga
SANTANDER
ANTIOQUIA
Medellín
ARAUCA
Arauca
Puerto Carreño
BOYACA
Tunja
CASANARE
Yopal
Quibdó
CHOCO
RISARALDA
CALDAS
Manizales
Pereira
CUNDINAMARCA
Bogotá D.C.
QUINDIO
Armenia
Ibagué
VICHADA
TOLIMA
Villavicencio
VALLE
DEL CAUCA
Cali
META
Inírida
Neiva
CAUCA
HUILA
Popayán
San José del
Guaviare
GUAINÍA
GUAVIARE
Florencia
NARIÑO
Pasto
Mocoa
Mitú
VAUPÉS
CAQUETÁ
PUTUMAYO
AMAZONAS
Leticia
RÍO ARAUCA
RÍO CASANARE
RÍO META
RÍO VICHADA
RÍO ORINOCO
RÍO GUAVIARE
RÍO GUAINÍA
RÍO APAPORIS
RÍO TARAIRA
RÍO PURÉ
RÍO CAQUETÁ
RÍO PUTUMAYO
RÍO AMAZONAS
Río Arauca
Río Bita
Río Tomo
R. Tuparro
Río Meta
R. Guachiría
Río Ariporo
Río Casanare
Río Cravo Sur
Río Upía
Río Guayabero
R. Inírida
Río Papunaua
Río Guainía
R. Guaviare
R. Querary
R. Isana
R. Vaupés
R. Apaporis
R. Tiquié
R. Pira Paraná
R. Cananari
Río Miriti Paraná
Río Caquetá
Río Yarí
Río Caguán
Río Apaporis
Río Putumayo
R. Caquetá
R. Mecaya
R. Sencella
R. Pacoa
R. Yaguas
R. Cotuhé
R. Tachira
R. Zulia
R. Catatumbo
R. Lebrija
R. Opón
R. Suárez
R. Fonce
R. Chicamocha
R. Sogamoso
R. Minero
R. Negro
R. Nare
R. Samaná Norte
R. Nechí
R. Cauca
R. Magdalena
R. Cesar
R. Ranchería
R. Patía
R. Mira
R. Mataje
R. Guiza
R. Guamuez
R. Sucumbíos
R. Putumayo
R. Tigre
R. Napo
R. Amazonas
R. Orinoco
R. Meta
R. Ariari
R. Guayabero
R. Manacacías
R. Humadea
R. Duda
R. Guejar
R. Tunjuna
R. Iteviare
R. Planas
R. Tomo
R. Tuparro
R. Matavén
R. Bacón
R. Inírida
R. Papunaua
R. Guainía
R. Isana
R. Vaupés
R. Querary
R. Apaporis
R. Cananari
R. Miriti Paraná
R. Pira Paraná
R. Caquetá
R. Yarí
R. Caguán
R. Putumayo
R. Cotuhé
R. Tigre
R. Napo
R. Amazonas
Río Arauca
Río Bita
Río Tomo
Río Meta
Río Ariporo
Río Cravo Sur
Río Upía
Río Guayabero
Río Guainía
Río Papunaua
Río Guaviare
Río Inírida
Río Vaupés
Río Apaporis
Río Caquetá
Río Putumayo
Río Amazonas
Río Yarí
Río Caguán
Río Miriti Paraná
Río Pira Paraná
Río Cotuhé
Río Tigre
Río Napo
Río Amazonas
Río Ariari
Río Guayabero
Río Guainía
Río Papunaua
Río Guaviare
Río Inírida
Río Vaupés
Río Apaporis
Río Caquetá
Río Yarí
Río Caguán
Río Miriti Paraná
Río Pira Paraná
Río Cotuhé
Río Tigre
Río Napo
Río Amazonas
Río Putumayo
Río Mira
Río Patía
Río Mataje
Río Guiza
Río Guamuez
Río Sucumbíos
Río Tigre
Río Napo
Río Amazonas
Río Cauca
Río Magdalena
Río Cesar
Río Ranchería
Río Sinú
Río Nechí
Río Nare
Río Samaná Norte
Río Minero
Río Negro
Río Opón
Río Suárez
Río Fonce
Río Chicamocha
Río Sogamoso
Río Lebrija
Río Zulia
Río Tachira
Río Catatumbo
Río Tiquié
Río Pira Paraná
Río Cananari
Río Miriti Paraná
Río Caquetá
Río Yarí
Río Caguán
Río Putumayo



Mapa 4.6. Potencial hidroenergético



Mapa 4.7. Potencial hidroenergético Magdalena- Cauca



Mapa 4.8. Potencial hidroenergético Pacífico



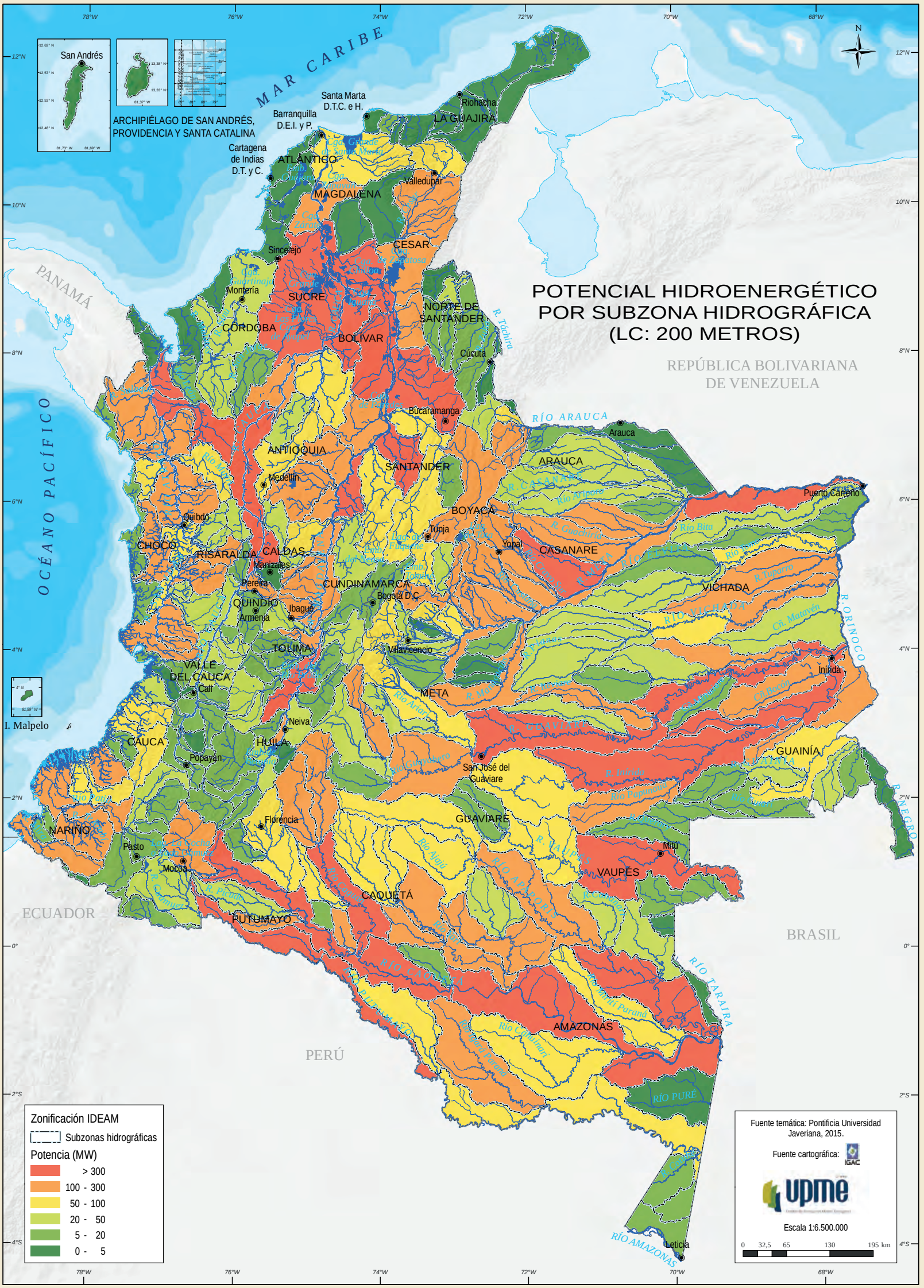
Mapa 4.9. Potencial hidroenergético Caribe



Mapa 4.10. Potencial hidroenergético Orinoco

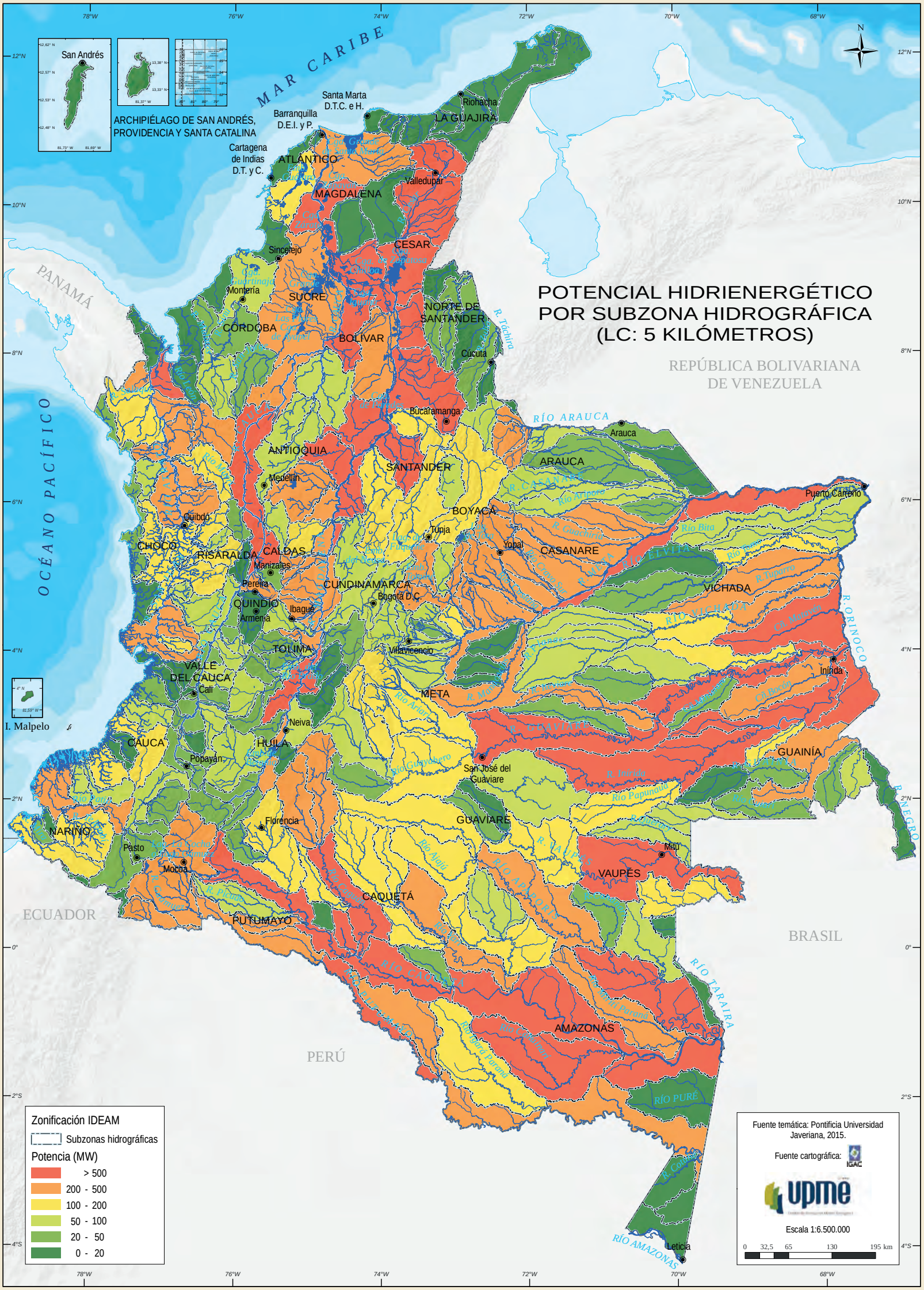


Mapa 4.11. Potencial hidroenergético Amazonas


POTENCIAL HIDROENERGÉTICO
POR SUBZONA HIDROGRÁFICA
(LC: 200 METROS)
REPÚBLICA BOLIVARIANA
DE VENEZUELA
MAR CARIBE
OCÉANO PACÍFICO
PANAMÁ
ECUADOR
PERÚ
BRASIL
ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS,
PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA
San Andrés
I. Malpelo
Santa Marta
D.T.C. e H.
Barranquilla
D.E.I. y P.
Cartagena
de Indias
D.T. y C.
Riohacha
LA GUAJIRA
ATLANTICO
MAGDALENA
Valledupar
CESAR
Sincelejo
SUCRE
Montería
CORDOBA
BOLIVAR
NORTE DE
SANTANDER
Cúcuta
Bucaramanga
SANTANDER
ANTIOQUIA
Medellín
Arauca
ARAUCA
Puerto Carreño
BOYACA
Tunja
Yopal
CASANARE
Quibdó
CHOCO
RISARALDA
CALDAS
Manizales
Pereira
QUINDIO
Armenia
Ibagué
CUNDINAMARCA
Bogotá D.C.
VICHADA
TOLIMA
Villavicencio
Inírida
VALLE
DEL CAUCA
Cali
META
Neiva
HUILA
CAUCA
Popayán
San José del
Guaviare
GUAINÍA
NARIÑO
Pasto
Mocoa
Florencia
GUAVIARE
Mitú
VAUPÉS
CAQUETÁ
PUTUMAYO
AMAZONAS
Leticia
RÍO ARAUCA
RÍO TARAIRA
RÍO PURÉ
RÍO AMAZONAS
R. ORINOCO
R. NEGRO
R. Táchira
Río Arauca
Río Bita
R. Cusiana
R. Tocaría
Río Meta
R. Guayabero
R. Manacacías
Río Ariari
R. Guaviare
R. Inírida
R. Papunaua
R. Vaupés
R. Apaporis
Río Ajajú
Río Caguán
Río Caquetá
Río Putumayo
Río Yaguas
Río Cotuhé
Río Puré
Río Amazonas
Río Negro
Río Cauca
Río Magdalena
Río Sogamoso
Río Nechí
Río Opón
Río Carare
Río Lebrija
Río Suárez
Río Chicamocha
Río Fonce
Río Saravena
Río Tame
Río Pauto
Río Unete
Río Upía
Río Casanare
Río Tocaría
Río Tomo
Río Guainía
Río Atabapo
Río Isana
Río Uaupés
Río Papuri
Río Cuiarí
Río Içana
Río Xié
Río Guainía
Río Vichada
Río Tomo
Río Tuparro
Río Matavén
Río Bichada
Río Guaviare
Río Inírida
Río Atabapo
Río Negro
Río Amazonas
Río Putumayo
Río Caquetá
Río Yaguas
Río Cotuhé
Río Puré
Río Amazonas
Río Apaporis
Río Taraira
Río Vaupés
Río Papuri
Río Cuiarí
Río Içana
Río Xié
Río Guainía



Mapa 4.13. Potencial hidroenergético por subzona hidrográfica (Lc 1 kilómetro)

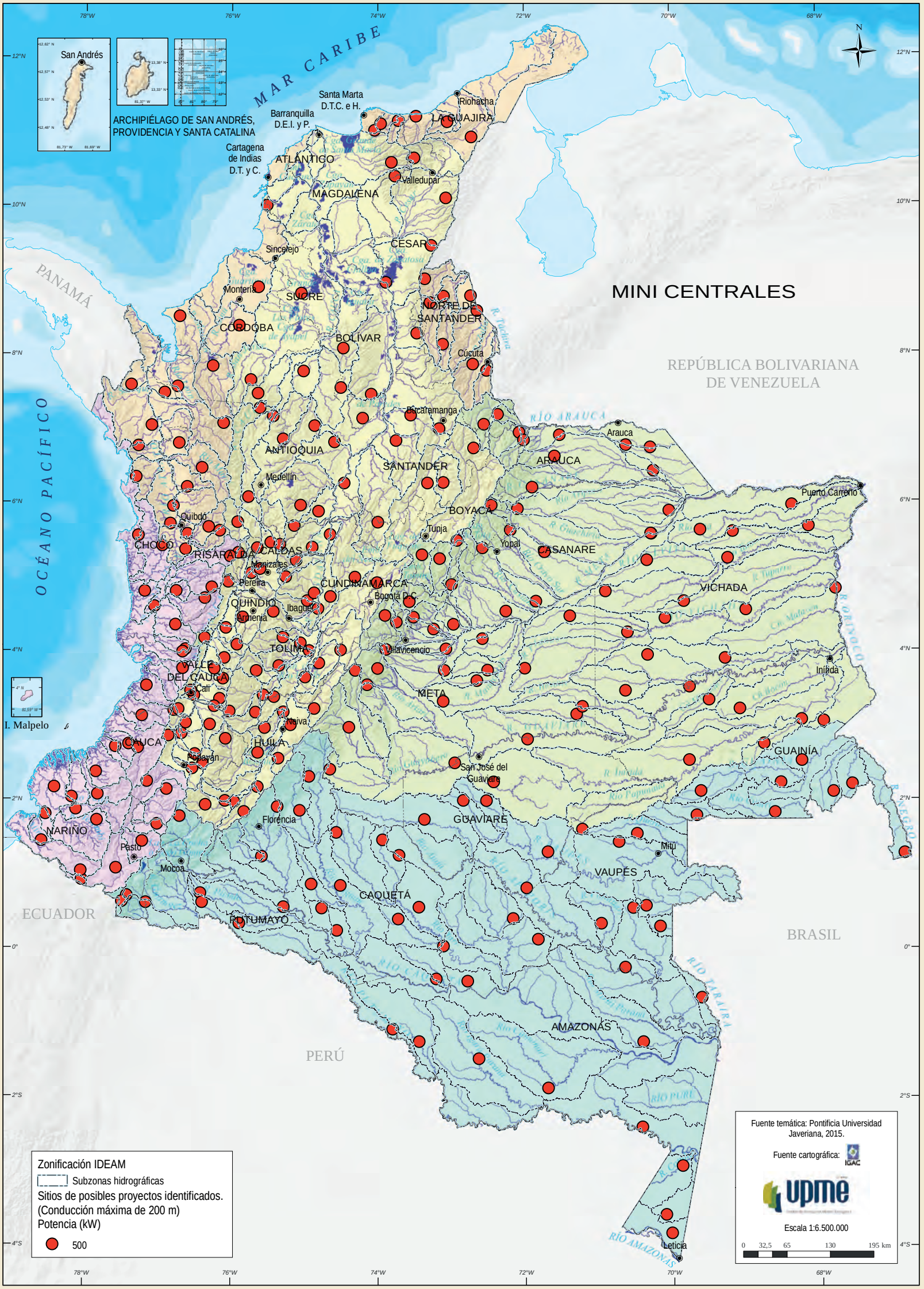

POTENCIAL HIDRIENERGÉTICO
POR SUBZONA HIDROGRÁFICA
(LC: 5 KILÓMETROS)
MAR CARIBE
OCÉANO PACÍFICO
PANAMÁ
ECUADOR
PERÚ
BRASIL
REPÚBLICA BOLIVARIANA
DE VENEZUELA
ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS,
PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA
San Andrés
I. Malpelo
Riohacha
Santa Marta
D.T.C. e H.
Barranquilla
D.E.I. y P.
Cartagena
de Indias
D.T. y C.
LA GUAJIRA
ATLANTICO
MAGDALENA
Valledupar
CESAR
Sincelejo
Montería
SUCRE
CORDOBA
BOLIVAR
NORTE DE
SANTANDER
Cúcuta
Bucaramanga
SANTANDER
ANTIOQUIA
Medellín
ARAUCA
Arauca
Puerto Carreño
BOYACA
Tunja
Quibdó
CHOCO
RISARALDA
CALDAS
Manizales
Pereira
CUNDINAMARCA
Bogotá D.C.
QUINDIO
Armenia
Ibagué
CASANARE
Yopal
VICHADA
TOLIMA
Villavicencio
VALLE
DEL CAUCA
Cali
META
Inírida
Neiva
CAUCA
Popayán
HUILA
San José del
Guaviare
GUAINÍA
GUAVIARE
Florencia
NARIÑO
Pasto
Mocoa
Mitú
VAUPÉS
CAQUETÁ
PUTUMAYO
AMAZONAS
Leticia
RÍO ARAUCA
RÍO AMAZONAS
RÍO PURÉ
RÍO TARAIRA
RÍO APAPORIS
RÍO CAQUETÁ
RÍO PUTUMAYO
R. ORINOCO
RÍO NEGRO
Río Bita
Río Meta
Río Guaviare
Río Papunaúa
Río Inírida
Río Atabapo
Río Vichada
Río Tomo
Río Tuparro
Río Guainía
Río Negro
Río Vaupés
Río Apaporis
Río Caquetá
Río Putumayo
Río Amazonas
Río Yarí
Río Cahuinarí
Río Algodón
Río Mirití Paraná
Río Yapurá Paraná
Río Cotuhé
Río Puré
Río Taraira
Río Cauca
Río Magdalena
Río Sogamoso
Río Nechí
Río Opón
Río Carare
Río Suárez
Río Lebrija
Río Catatumbo
Río Zulia
Río Pamplonita
Río Táchira
Río Arauca
Río Cravo Norte
Río Casanare
Río Pauto
Río Ariporo
Río Tame
Río Cusiana
Río Unete
Río Upía
Río Guatiquía
Río Humea
Río Ariari
Río Guayabero
Río Duda
Río Guape
Río Losada
Río Mocoa
Río Sibundoy
Río Guamuez
Río Patía
Río Mayo
Río Juanambú
Río Guáitara
Río Carchi
Río Blanco
Río Mataje
Río Güiza
Río Chitagá
Río Tarra
Río Sardinata
Río Algodonal
Río Oibita
Río Chicamocha
Río Fonce
Río Suaita
Río Guavio
Río Negro
Río Sumapaz
Río Bogotá
Río Ubaté
Río Suárez
Río Minero
Río Guarinó
Río Lagunilla
Río Saldaña
Río Coello
Río Sumapaz
Río Prado
Río Opia
Río Recio
Río Gualí
Río Bogotá
Río Negro



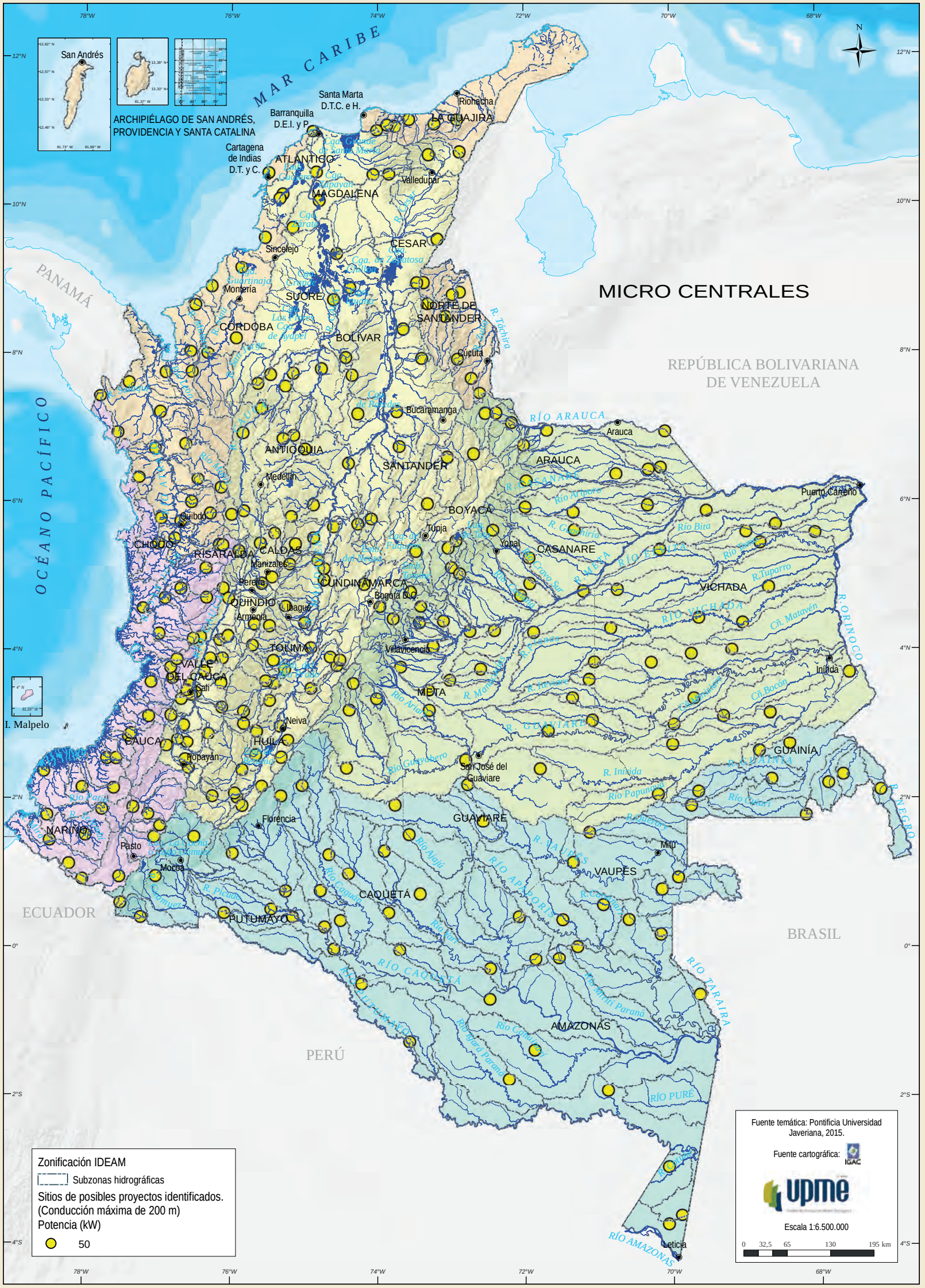
Mapa 4.15. Grandes centrales



Mapa 4.16. Pequeñas centrales



Mapa 4.17. Mini centrales


MICRO CENTRALES
MAR CARIBE
OCÉANO PACÍFICO
PANAMÁ
ECUADOR
PERÚ
BRASIL
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA
San Andrés
I. Malpelo
ATLANTICO
Barranquilla D.E.I. y P.
Santa Marta D.T.C. e H.
Riohacha
LA GUAJIRA
Cartagena de Indias D.T. y C.
MAGDALENA
Valledupar
CESAR
Sincelejo
SUCRE
Montería
CORDOBA
BOLIVAR
NORTE DE SANTANDER
Cúcuta
Bucaramanga
SANTANDER
ANTIOQUIA
Medellín
ARAUCA
Arauca
Puerto Carreño
BOYACA
Tunja
Quibdó
CHOCO
RISARALDA
CALDAS
Manizales
Pereira
CUNDINAMARCA
Bogotá D.C.
CASANARE
Yopal
VICHADA
QUINDIO
Armenia
Ibagué
TOLIMA
Villavicencio
Inírida
VALLE DEL CAUCA
Cali
META
CAUCA
Popayán
HUILA
Neiva
GUAINÍA
San José del Guaviare
GUAVIARE
NARIÑO
Pasto
Mocoa
Florencia
VAUPÉS
Mitú
CAQUETÁ
PUTUMAYO
AMAZONAS
Leticia
RÍO ARAUCA
RÍO CASANARE
RÍO META
RÍO GUAVIARE
RÍO VICHADA
RÍO ORINOCO
RÍO NEGRO
RÍO APAPORIS
RÍO CAQUETÁ
RÍO PUTUMAYO
RÍO AMAZONAS
RÍO TARAIRA
RÍO PURÉ
R. Tachira
R. Arauca
R. Cravo Sur
R. Guaviare
R. Inírida
R. Vichada
R. Tuparro
R. Orinoco
Río Bita
Río Meta
Río Ariari
Río Guayabero
Río Papunaua
Río Caquetá
Río Putumayo
Río Amazonas
Río Apaporis
Río Yavarí
Río Yaguas
Río Javari
Río Içá
Río Jutaí
Río Solimões
Río Negro
Río Parú
Río Mirití Paraná
Río Içá Japurá
Río Japurá Paraná
Río Caquetá Japurá
Río Solimões Amazonas
Río Yavarí Mirín
Río Putumayo Içá
Río Amazonas Solimões
Río Amazonas Marañón
Río Marañón
Río Ucayali
Río Tigre
Río Pastaza
Río Napo
Río Curaray
Río Arabela
Río Tiputini
Río Cuyabeno
Río Aguarico
Río Coca
Río Quijos
Río Cocaya
Río Guamués
Río Mocoa
Río Sibundoy
Río Blanco
Río Caucaya
Río Caquetá Orteguaza
Río Caquetá Bodoquero
Río Caquetá Fragua Grande
Río Caquetá Pescado
Río Caquetá Hacha
Río Caquetá Guayas
Río Caquetá Sencella
Río Caquetá Yurilla
Río Caquetá Sunsiya
Río Caquetá Yarí
Río Caquetá Pato
Río Caquetá Mecaya
Río Caquetá Sucio


PICO CENTRALES
MAR CARIBE
OCÉANO PACÍFICO
PANAMÁ
ECUADOR
PERÚ
BRASIL
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA
San Andrés
I. Malpelo
Santa Marta D.T.C. e H.
Barranquilla D.E.I. y P.
Cartagena de Indias D.T. y C.
Riohacha
LA GUAJIRA
Valledupar
ATLANTICO
MAGDALENA
CESAR
Sincelejo
Montería
SUCRE
CORDOBA
BOLIVAR
NORTE DE SANTANDER
Cúcuta
Bucaramanga
SANTANDER
ANTIOQUIA
Medellín
Arauca
ARAUCA
Puerto Carreño
BOYACA
Tunja
Yopal
CASANARE
Quibdó
CHOCÓ
RISARALDA
CALDAS
Manizales
Pereira
QUINDIO
Armenia
Ibagué
CUNDINAMARCA
Bogotá D.C.
VICHADA
TOLIMA
Villavicencio
VALLE DEL CAUCA
Cali
META
Inírida
Neiva
HUILA
CAUCA
Popayán
San José del Guaviare
GUAINÍA
NARIÑO
Pasto
Mocoa
Florencia
GUAVIARE
Mitú
VAUPÉS
CAQUETÁ
PUTUMAYO
AMAZONAS
Leticia
Río Magdalena
Río Cauca
Río Sinú
Río Atrato
Río San Juan
Río Patía
Río Mira
Río Meta
Río Guaviare
Río Inírida
Río Vaupés
Río Apaporis
Río Caquetá
Río Putumayo
Río Amazonas
Río Negro
Río Orinoco
Río Arauca
Río Casanare
Río Guachiría
Río Tarra
Río Tuparro
Río Bita
Río Tomo
Río Vichada
Río Papunaua
Río Yarí
Río Caquetá
Río Cahuinarí
Río Pure
Río Tarairá
Río Cotuhé
Río Ajaju
Río Apaporis
Río Querary
Río Isana
Río Içana
Río Guainía
Río Curicuriari
Río Aiarí
Río Ayarí
Río Tiquié
Río Pira Paraná
Río Papuri
Río Cananari
Río Cuiari
Río Tunuí
Río Cuduiari
Río Yapú
Río Cuduyarí
Río Querarí
Río Cuduiarí
Río Tomo
Río Tuparro
Río Bita
Río Tarra
Río Casanare
Río Arauca
Río Cravo Sur
Río Pauto
Río Ariporo
Río Upía
Río Humea
Río Guachiría
Río Meta
Río Ariari
Río Guayabero
Río Duda
Río Guaviare
Río Inírida
Río Papunaua
Río Guainía
Río Negro
Río Orinoco
Río Vichada
Río Matavén
Río Tomo
Río Bita
Río Tuparro

Capítulo 5
ASPECTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES DEL POTENCIAL HIDROENERGÉTICO



Río Quindío, vereda Tigreros
Autor: Pedro León Garcia Reinoso

Para el análisis del potencial hidroenergético en Colombia se ha propuesto un enfoque territorial, donde es preciso considerar, además de los aspectos hídricos, las características sociales, económicas y ambientales que identifican las diferentes zonas, departamentos y municipios del país.

Este capítulo contiene una colección de 8 mapas temáticos que representan niveles de importancia para la generación de proyectos hidroeléctricos (seleccionadas en un proceso de participación) y 14 que evidencia las variables de contexto donde se incluyen las condiciones del territorio Colombiano. Estos mapas se elaboraron con información referenciada del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Asociación Red Nacional de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATURA), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, el IGAC, la Vicepresidencia de la Republica, el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) y la UPME.

La metodología propuesta por el equipo de la Pontificia Universidad Javeriana para la identificación y selección de las características del territorio se hizo principalmente considerando las etapas presentadas. (Figura 5.1).

- Actividad: inventario de política y normatividad.
- Resultado: fichas resumén y variables a considerar para el análisis del potencial.

- Actividad: estado del arte sobre metodologías para el cálculo del potencial hidroenergético.
- Resultado: variables a considerar para el análisis del potencial.

- Actividad: análisis geográfico.
- Resultado: especificaciones de los mapas, sistema de información y construcción de la base de datos.

- Reuniones y talleres con actores e instituciones.
- Resultado: aspectos sociales, económicos y ambientales del potencial hidroenergético.

Figura 5.1. Metodología para el análisis de los aspectos sociales, económicos y ambientales del potencial hidroenergético



Búsqueda de la política y normatividad con implicaciones restrictivas o potenciales en el sector hidroenergético: consulta de Leyes, decretos, estudios y entidades, de donde se construyeron fichas resumen de la política y normatividad. Para efectos de identificación de aspectos sociales, económicos y ambientales a considerar se dividieron por temáticas en: áreas de especial protección, cuencas, usos del agua, licenciamiento ambiental y estudios importantes, comunidades, zonas fronterizas, biodiversidad y paisaje, grandes ríos y el marco político internacional.

Estado del arte sobre metodologías del cálculo del potencial hidroenergético: se realizo la búsqueda de información secundaria sobre metodologías para la evaluación del potencial hidroenergético a nivel mundial y nacional. Lo que se observó fue que la mayoría de las metodologías calculan el potencial teórico bruto. Los análisis sociales, económicos y ambientales se limitan a presentar un contexto dependiendo del lugar donde se realicen los proyectos para la generación de energía. Adicionalmente, los mecanismos de evaluación del potencial son muy puntuales, dependiendo de las particularidades de los proyectos, se debe hacer un trabajo de campo detallado.

Como resultado de las etapas anteriores y del taller de socialización con actores e instituciones, se identificaron 47 variables que podrían considerarse para la evaluación del potencial hidroenergético. Estas fueron el principal insumo en los talleres y reuniones posteriores: sistema de parques nacionales naturales, reservas forestales protectoras, parques naturales regionales, distritos de manejo integrado, distritos de conservación de suelos, áreas de recreación, reservas naturales de la sociedad civil, páramos, humedales, humedales RAMSAR, manglares, ecosistemas continentales, ecosistemas costeros, paisajes y ecosistemas del fondo marino, biomas, usos del suelo, zonas de reproducción de reptiles sensibles, zonas de reproducción de mamíferos sensibles, conflicto de usos de la tierra, zonificación climática, amenaza por remoción en masa, amenaza por salinización, erosión, grado de amenaza volcánica, tendencia a la desertificación, deglaciación, zonificación sísmica, susceptibilidad de inundación, resguardos indígenas y títulos colectivos de comunidades negras, índice de desarrollo humano, necesidades básicas insatisfechas, índice de condiciones de vida, parques arqueológicos, hallazgos arqueológicos por municipios, zonas de conflicto armado, demanda de energía por sectores en Colombia, demanda de energía en zonas estratégicas para los tratados de libre comercio, consumo promedio de energía por habitante, cobertura total de energía eléctrica, proyectos hidroenergéticos en proceso de formulación y/o implementación, sistema interconectado, necesidades de energía en países fronterizos, potencial de exportación de energía hidroeléctrica a nivel mundial, centrales hidroeléctricas existentes, aportes de energía limpia al mundo con los proyectos hidroenergéticos en términos de disminución de emisiones de dióxido de carbono, zonas concesionadas para extracción de minerales y zonas concesionadas para extracción de petróleo.

Análisis geográfico: se hizó a través del desarrollo del SIG en colaboración con la UPME, el IGAC e ingenieros del Instituto Geofísico de la Pontificia Universidad Javeriana, quienes a través de reuniones, contribuyeron en la definición de las especificaciones cartográficas y sus regulaciones, y la entrega de documentos SIG, entre otros.

La representación cartográfica se desarrolló a través de un estudio que inicialmente buscó identificar las condiciones de tipo social, cultural, ambiental, territorial y político respecto a los proyectos de construcción de las centrales hidroeléctricas en el contexto del territorio colombiano. Posteriormente requirió una jerarquización de las variables



seleccionadas, incluyendo la información institucional y la opinión de expertos de las diferentes entidades participantes.

Reuniones y talleres con actores e instituciones con mayor influencia y conocimiento en el sector hidroenergético: con el fin de seleccionar y desarrollar una valoración de la importancia de los aspectos sociales, económicos y ambientales que se deben tener en cuenta, se programaron (i) dos talleres de socialización del proyecto, (ii) tres talleres de expertos, (iii) reuniones con entidades nacionales públicas y privadas. Estos espacios fueron fundamentales para el proceso de retroalimentación por parte de los actores e instituciones relacionados con los avances y resultados del proyecto en las metodologías y modelos para evaluar el potencial hidroenergético.

Dichas actividades sirvieron como insumo para realizar el proceso de retroalimentación y socialización con los actores e instituciones. De esta forma, representantes de las diferentes entidades apoyaron el proceso de selección de variables y su nivel de jerarquización.

Los aspectos (variables) identificados se jerarquizaron según su nivel de importancia para el aprovechamiento hidroenergético en el contexto colombiano, de la siguiente manera:

Tabla 5.1. Aspectos sociales, económicos y ambientales del potencial hidroenergético

Aspecto	Subaspecto	Unidad	Importancia/ restricción
Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP	Parques Nacionales Naturales - PNN	Área (hm^2)	Restricción absoluta
Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP	RUNAP	Área (hm^2)	Restricción absoluta
Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP	RNSC	Área (hm^2)	Restricción absoluta
Ecosistemas	Páramos	Área (hm^2)	Restricción absoluta
Ecosistemas	Humedales	Área (hm^2)	Restricción absoluta
Ecosistemas	Manglares	Área (hm^2)	Restricción absoluta
Proyectos hidroenergéticos existentes	Reconocimiento, prefactibilidad, factibilidad, diseños, en construcción, en operación		Restricción absoluta
Proyectos hidroenergéticos en trámite		Energía Media (GWh)	Importancia alta
Zonas concesionadas para extracción de petróleo		Área (hm^2)	Importancia alta
Resguardos Indígenas y comunidades negras	Resguardos Indígenas	Área (hm^2)	Importancia alta

Continuación de la Tabla 5.1. Aspectos sociales, económicos y ambientales del potencial hidroenergético

Aspecto	Subaspecto	Unidad	Importancia/ restricción
Resguardos indígenas y comunidades negras	Comunidades negras	Área (hm^2)	Importancia alta
Resguardos indígenas y comunidades negras	Comunidades no resguardadas	Área (hm^2)	Importancia alta
Recursos pesqueros		Ríos	Importancia media
Conflicto armado		Número de conflictos	Importancia media
Zonas concesionadas para extracción minera		Área (hm^2)	Importancia media
Condiciones arqueológicas	Área arqueológica, cementerio, ecoparque arqueológico, parque arqueológico, reserva arqueológica, zona de influencia arqueológica	Área (hm^2)	Importancia baja
Suelo	Uso del suelo	Área (hm^2)	Importancia baja
Suelo	Conflicto de uso del suelo		Importancia baja[1]

Además de estos aspectos, se identificaron 14 más relacionados con el contexto del territorio. Estos representan algunas de las características que se deben tener en cuenta en el proceso de selección de zonas para la generación de proyectos hidroenergéticos. En algunos casos pueden generar restricción o representar una potencialidad dependiendo del proyecto.

La metodología para la selección de los aspectos enunciados en la Tabla 1 estuvo soportada en el proceso analítico jerárquico (Analytical Hierarchy Process - AHP), que se caracteriza por ser una técnica usada para la toma de decisiones con atributos múltiples (Saaty1980; 1987). Está técnica permite la aplicación de datos, experiencia, conocimiento, e intuición de una forma lógica y profunda dentro de una jerarquía como un todo[1].

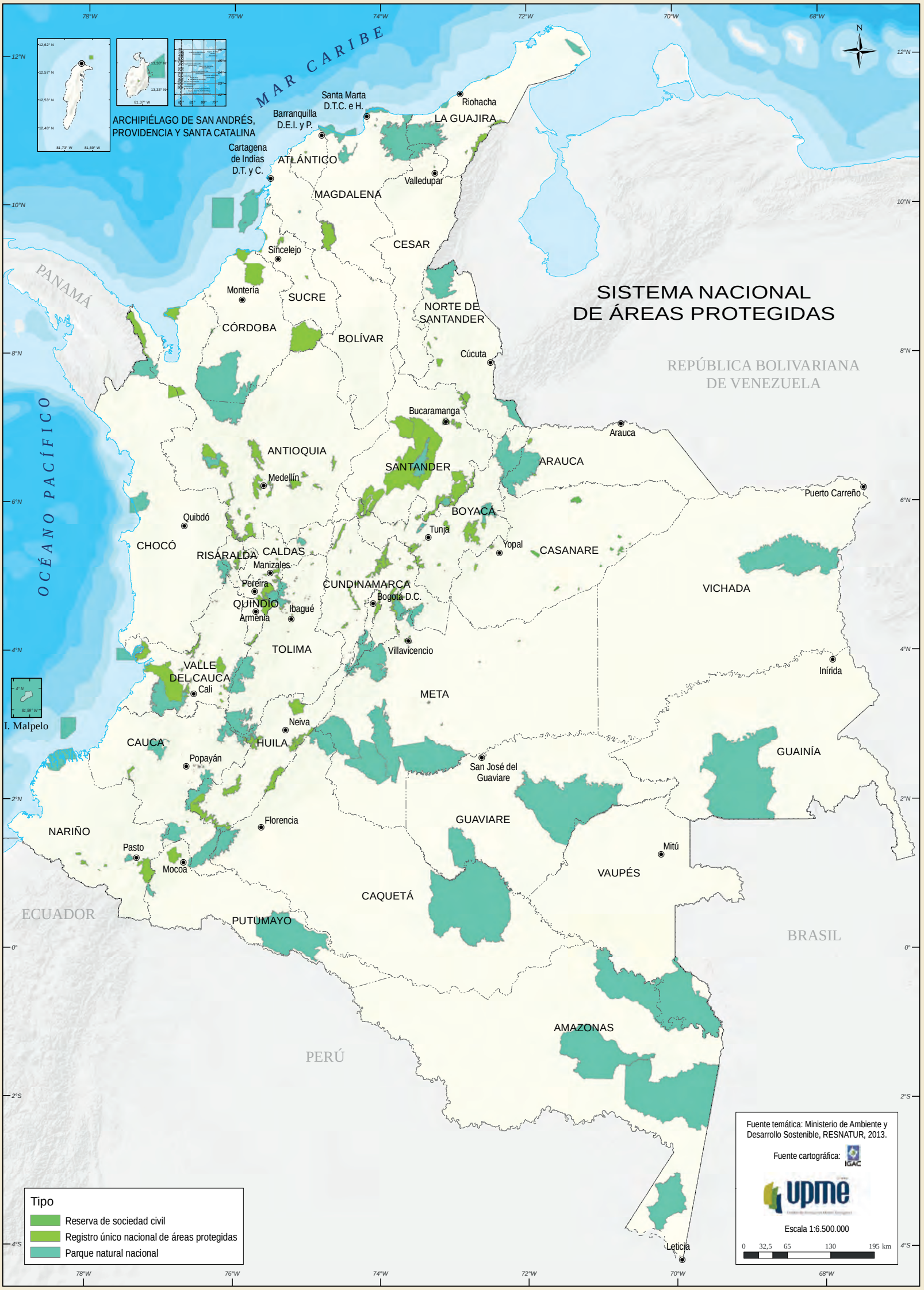
1. Saaty, Thomas L. (2008). Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy/Network Process. RACSAM (Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics) 102 (2): pp. 251–318.



De esta forma, esta herramienta se convirtió en una herramienta útil para evaluar el nivel de importancia de cada aspecto con respecto a los demás, asignando un valor de 1 a 5, siendo 5 el valor de mayor importancia y 1 igual importancia. Aplicando el método se obtiene un valor de importancia para cada variable y de esta manera son jerarquizadas en:

- Restricción absoluta: en las zonas donde se encuentre presente alguno de estos aspectos no se puede realizar ningún proyecto hidroenergético debido a las restricciones en infraestructura y en la política y normatividad ambiental en Colombia.
- Importancia alta: representa un valor alto en el nivel de importancia, para considerar este aspecto en el desarrollo de proyectos de aprovechamiento hidroenergético en el contexto colombiano.
- Importancia media: es un valor medio en el nivel de importancia, para considerar este aspecto en el desarrollo de proyectos de aprovechamiento hidroenergético en el contexto colombiano.
- Importancia baja: significa que es un valor bajo en el nivel de importancia, para considerar este aspecto en el desarrollo de proyectos de aprovechamiento hidroenergético en el contexto colombiano.

Los mapas expuestos a continuación representan los aspectos sociales, económicos y ambientales que se observan en la tabla 5.1 y los relacionados con el contexto del territorio. Algunos de los aspectos seleccionados durante el proyecto no fueron incluidos, dado que la información no se encontraba disponible.



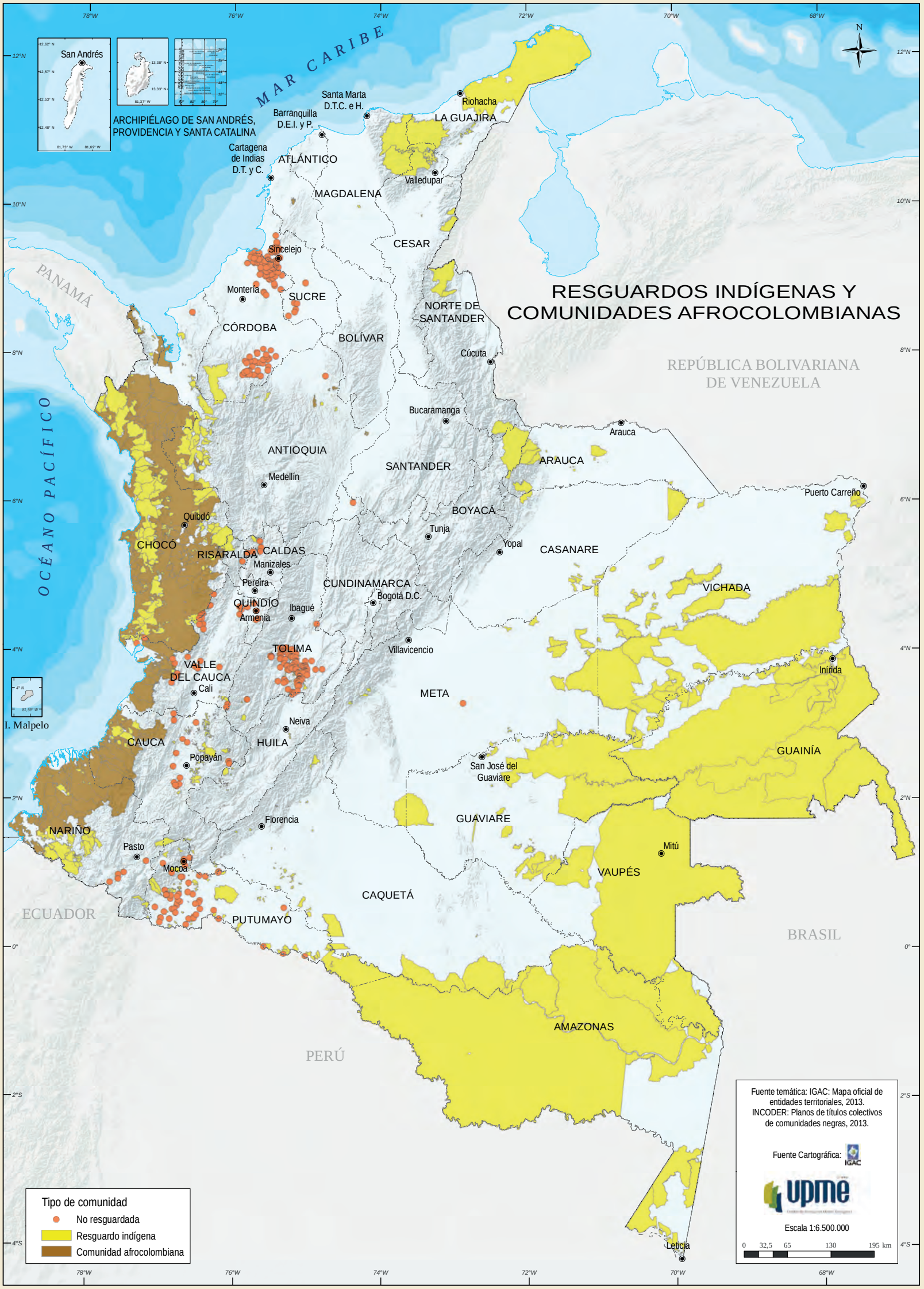
Mapa 5.1. Sistema nacional de áreas protegidas



Mapa 5.2. Ecosistemas de páramos, humedales y manglares

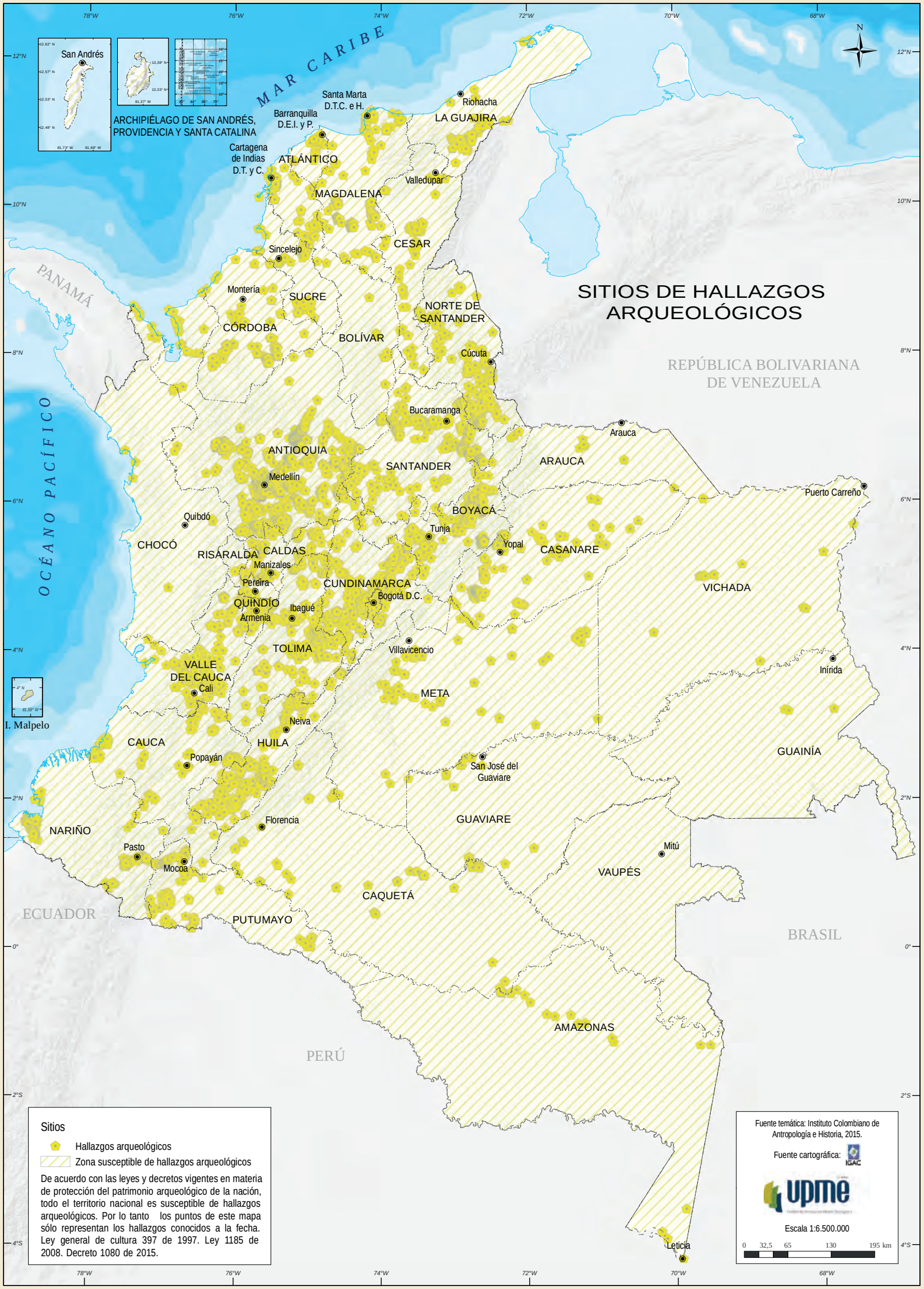


Mapa 5.3. Proyectos hidroenergéticos



Mapa 5.4. Resguardos indígenas y comunidades afrocolombianas

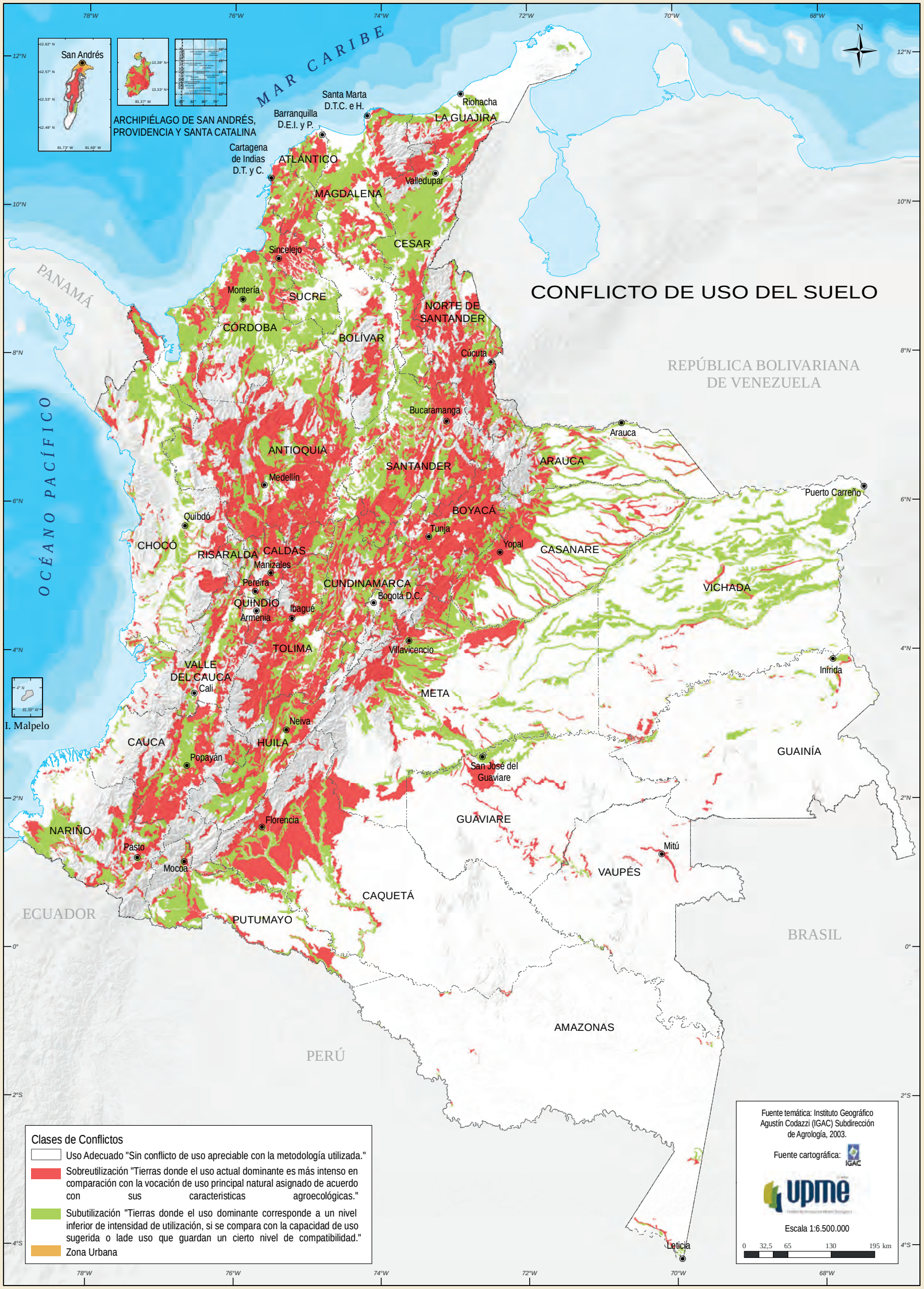

RECURSOS PESQUEROS
MAR CARIBE
OCÉANO PACÍFICO
PANAMÁ
ECUADOR
PERÚ
BRASIL
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
ARCHIPIÉLAGO DE SAN ANDRÉS, PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA
San Andrés
I. Malpelo
LA GUAJIRA
Riohacha
Santa Marta D.T.C. e H.
Barranquilla D.E.I. y P.
Cartagena de Indias D.T. y C.
ATLÁNTICO
MAGDALENA
Valledupar
CESAR
Sincelejo
SUCRE
Montería
CORDOBA
BOLIVAR
NORTE DE SANTANDER
Cúcuta
Bucaramanga
SANTANDER
ANTIOQUIA
Medellín
Arauca
ARAUCA
CASANARE
Puerto Carreño
BOYACA
Tunja
Yopal
Quibdó
CHOCO
RISARALDA
CALDAS
Manizales
Pereira
QUINDIO
Armenia
Ibagué
CUNDINAMARCA
Bogotá D.C.
VICHADA
TOLIMA
Villavicencio
Inírida
VALLE DEL CAUCA
Cali
META
Neiva
HUILA
CAUCA
Popayán
NARIÑO
Pasto
Mocoa
Florencia
GUAVIARE
San José del Guaviare
GUAINÍA
VAUPÉS
Mitú
CAQUETÁ
PUTUMAYO
AMAZONAS
Leticia
RÍO ARAUCA
R. CASANARE
Río Aripor
R. Guachiría
Río Bita
Río Tomo
R.Tuparro
RÍO ELVITA
R. META
Río Cravo Sur
Río Cusiana
RÍO VICHADA
Cñ. Matavén
R. ORINOCO
R.Planas
R. Iteviare
Cñ.Minisiare
Cñ.Bocón
R. GUAVIARE
R. Inírida
Río Papunaua
Río Cuiarí
R. GUAINÍA
R.NEGRO
R.Querary
R. VAUPÉS
RÍO APAPORIS
R.Canamarí
Río Algiú
Río Caguán
RÍO CAQUETÁ
Río Yarí
RÍO PUTUMAYO
Río Miriti Paraná
Río Igará Paraná
Río Cahuinarí
RÍO TARAIRA
RÍO PURÉ
R. Cotuhé
RÍO AMAZONAS
Río Guayabero
Río Ariari
R. Manacacías
Río Guaviare
R. Caguán
R. Pescado
R. Caquetá
R. Mecaya
R. Sencella
R. Igara Paraná
R. Putumayo
R. Cauca
R. Sinú
R. San Jorge
R. Salaqui
R. Magdalena
R. Cesar
R. Zulia
R. Táchira
Río Mayo
Río Patía
R. Telembí
R. Güiza
Río Mira
Río Sumapaz
Río Negro
Río Opia
Río Nevado
Río Lebrija
Río Suárez
Río Fonce
Río Chicamocha
Río Minero
Río Saldaña
Río Prado
Río Coello



Mapa 5.6. Sitios de hallazgos arqueológicos



Mapa 5.7. Uso del suelo



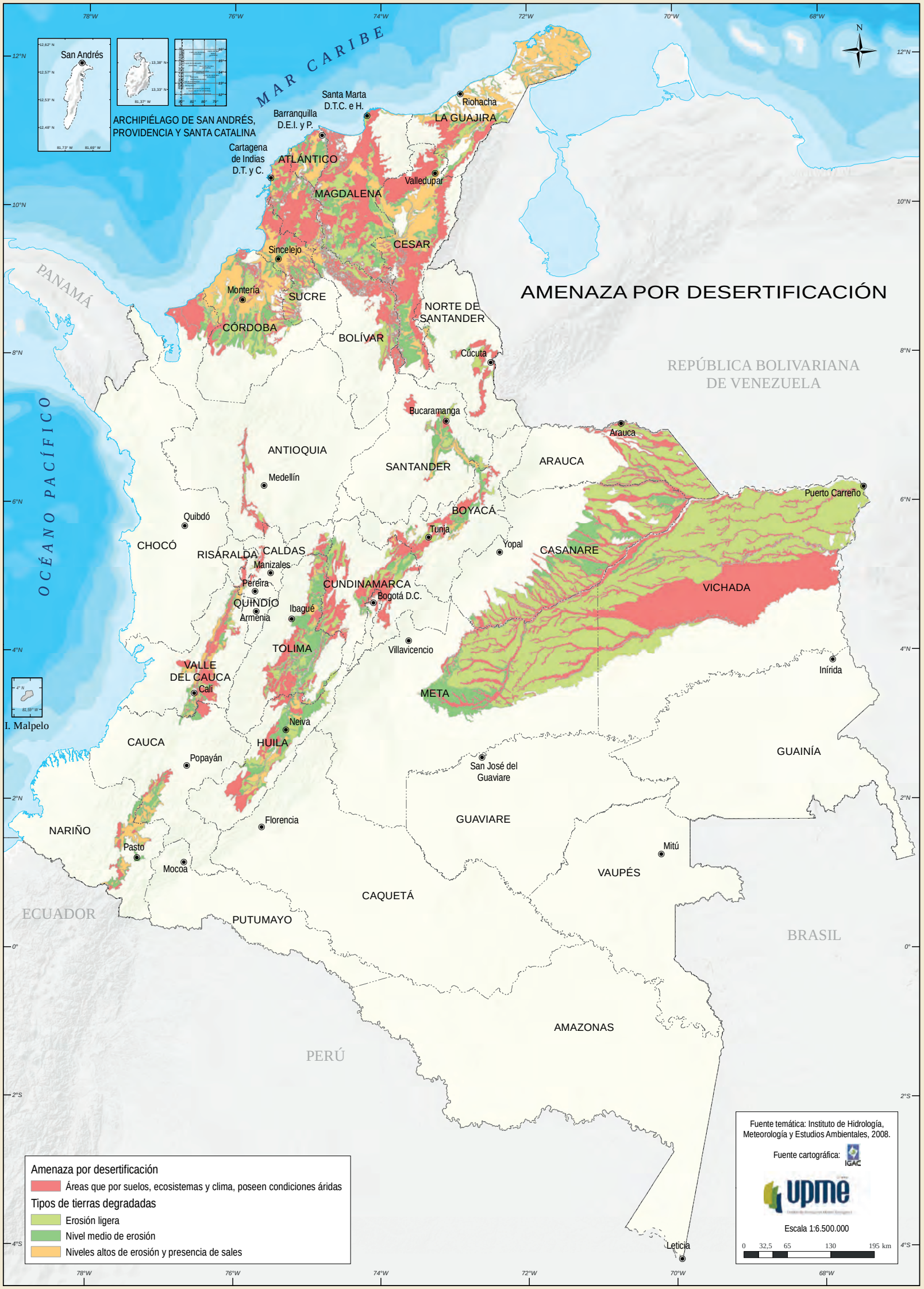
Mapa 5.8. Conflicto de uso del suelo



Mapa 5.9. Amenaza por deglaciación y amenaza volcánica



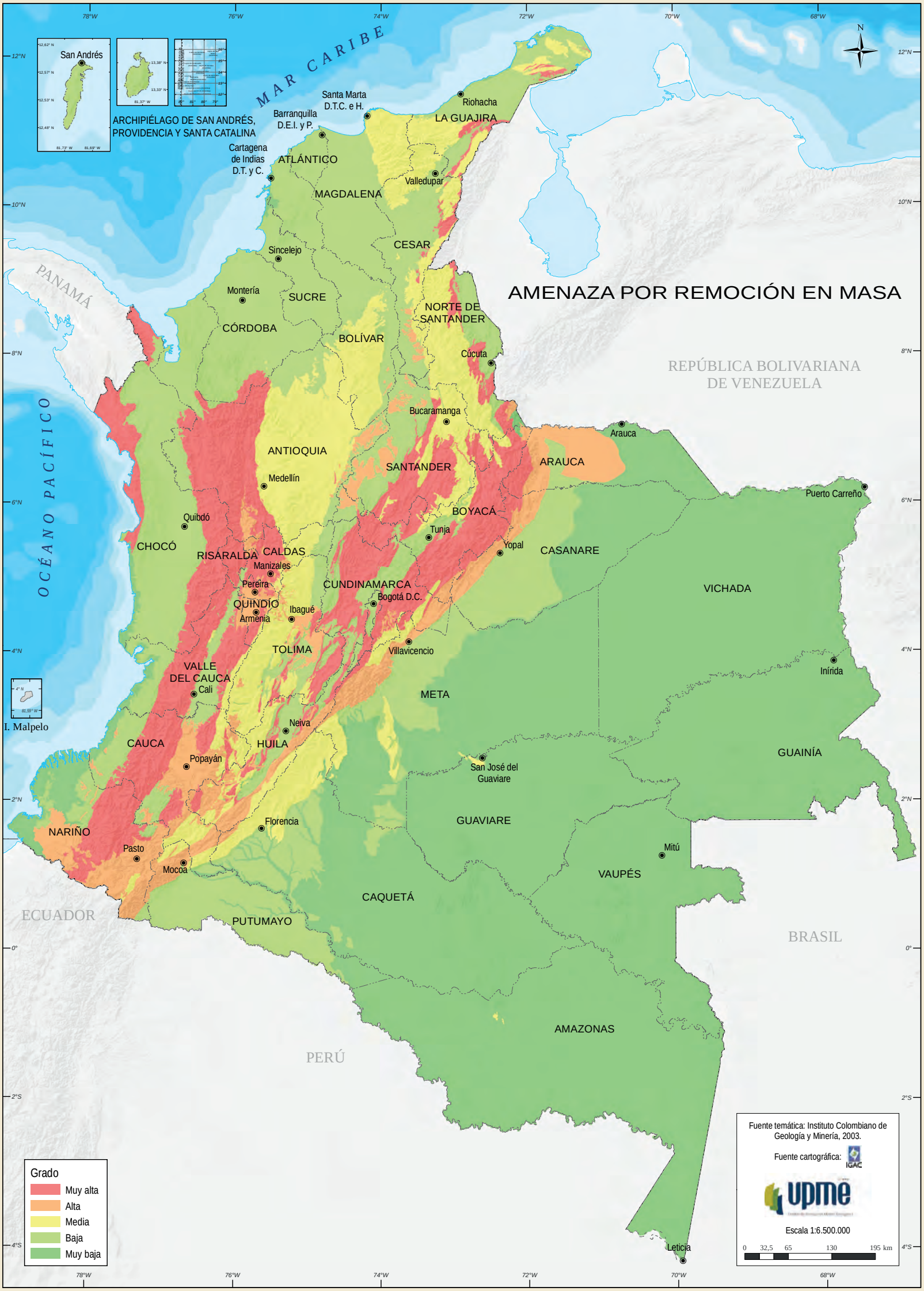
Mapa 5.10. Amenaza por inundación



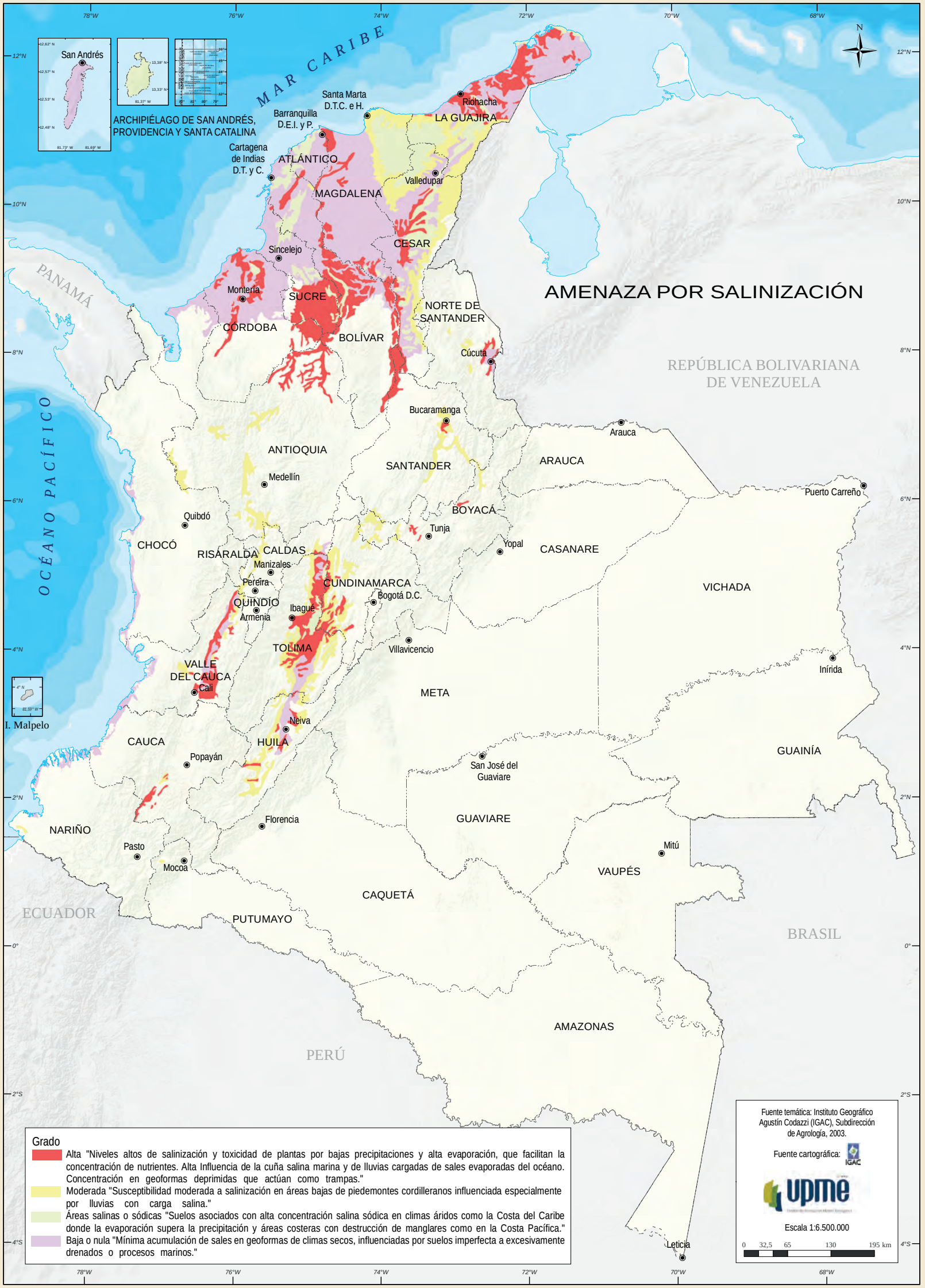
Mapa 5.11. Amenaza por desertificación



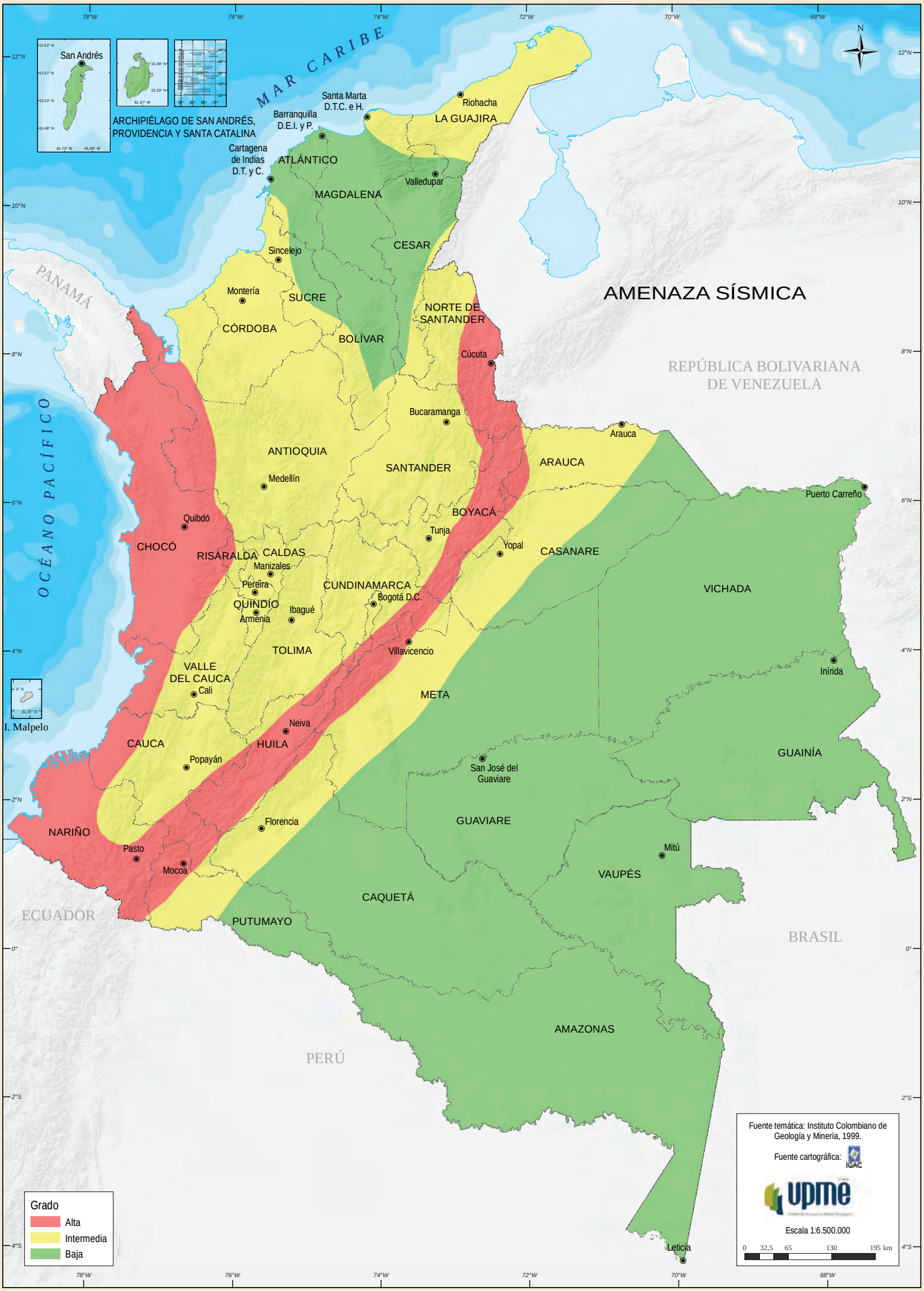
Mapa 5.12. Amenaza por erosión



Mapa 5.13. Amenaza por remoción en masa



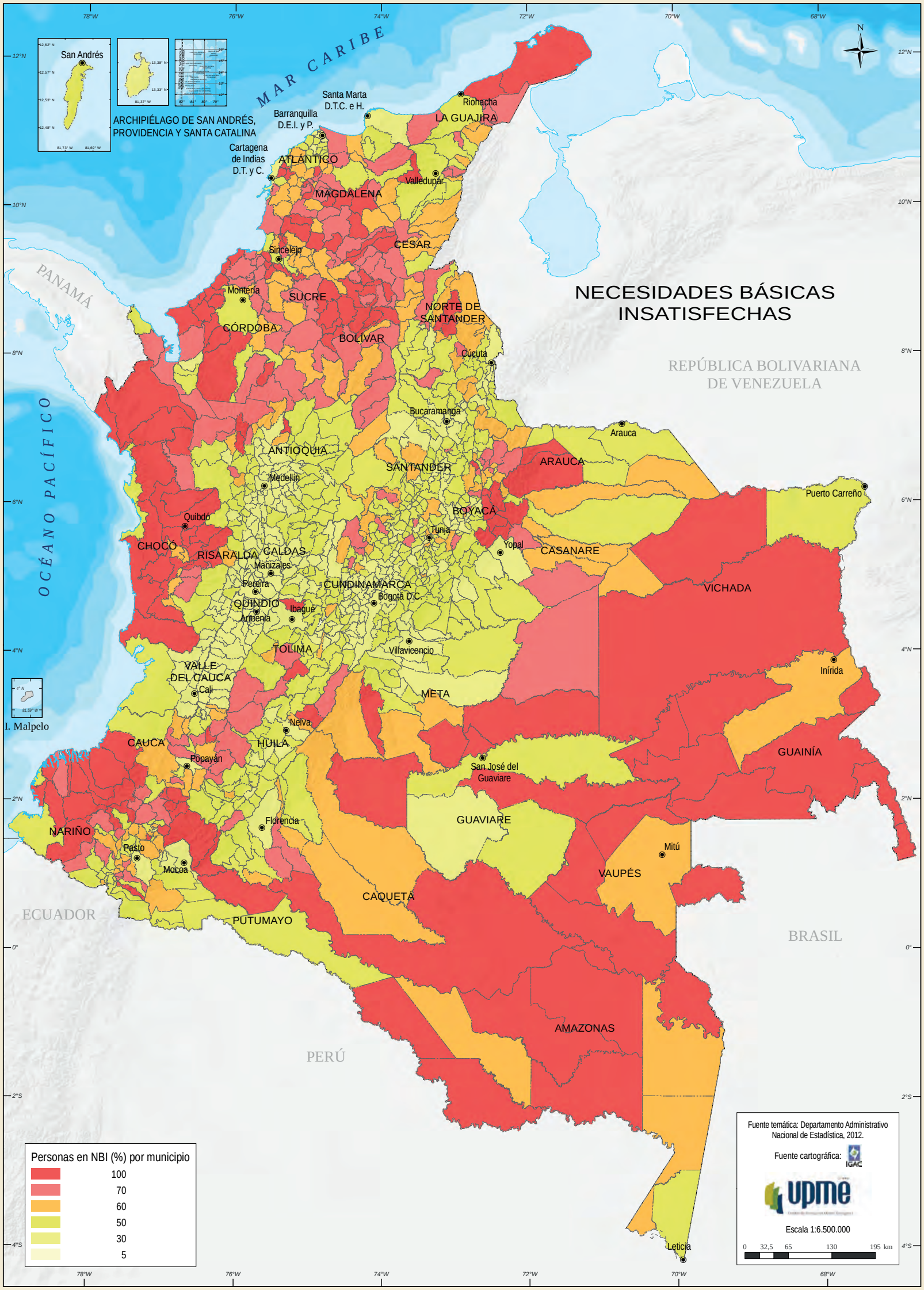
Mapa 5.14. Amenaza por salinización



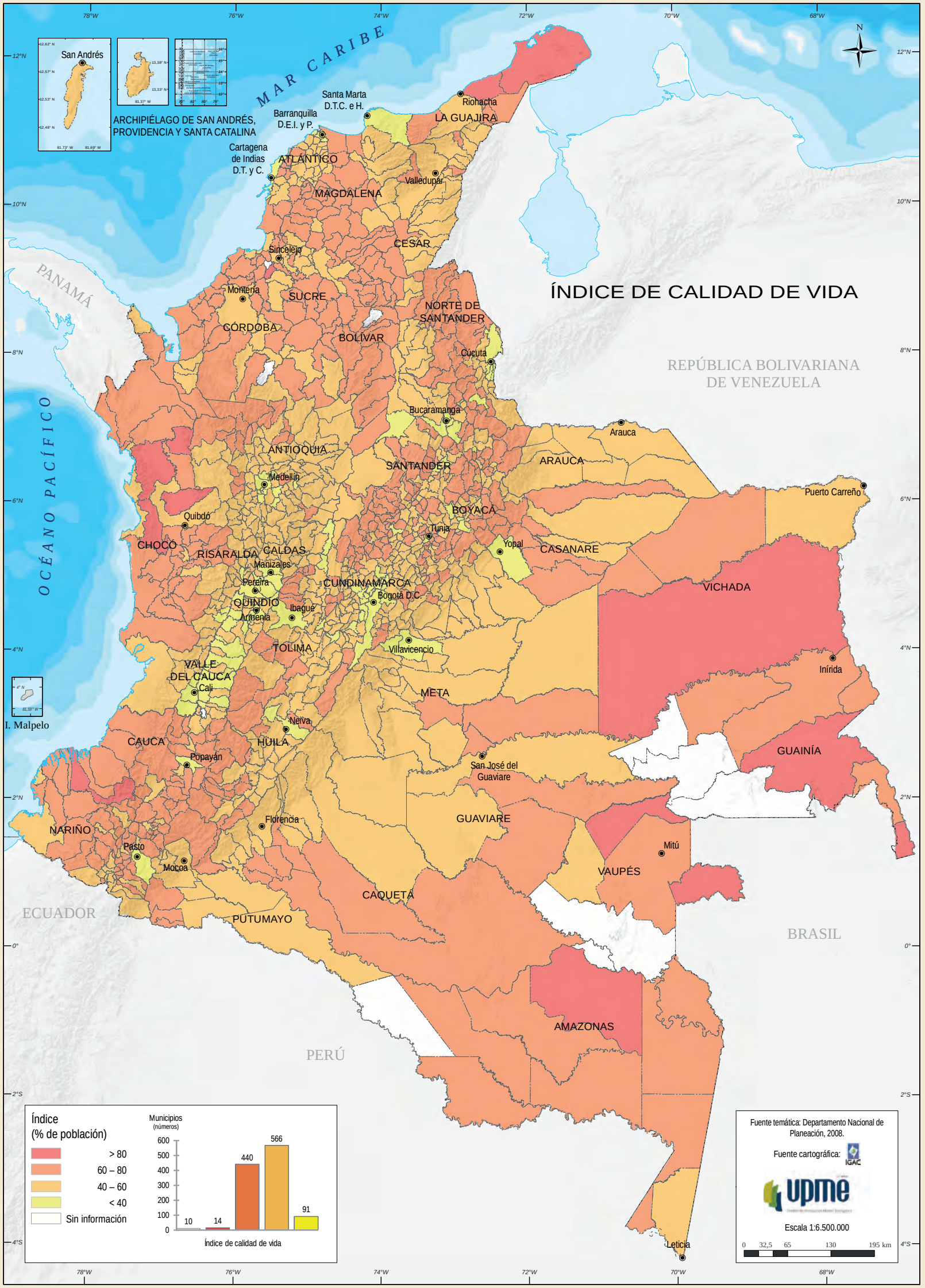
Mapa 5.15. Amenaza sísmica



Mapa 5.16. Índice de desarrollo humano



Mapa 5.17. Necesidades básicas insatisfechas



Mapa 5.18. Índice de calidad de vida



Mapa 5.19. Cobertura total de energía



Mapa 5.20. Sistema interconectado



Mapa 5.21. Red vial



Mapa 5.22. Población



Chivor embalse Esmeralda



Chivor embalse Esmeralda
Autor: Ingfocol Ltda

Bibliografía

Álvarez, R y Arce, A.S. (2009). *Estudio de aprovechamiento de pequeñas centrales hidroeléctricas*. XIII Eriac décimo tercer encuentro regional iberoamericano de Cigré. Puerto Iguazú, Argentina, 24 al 28 de mayo.

Atkinson, A.D.J., García, J.L., Ariza, F.J. (2001). *Los diferentes test para el control de calidad posicional en cartografía. España*, Universidad de Extremadura. Departamento de Expresión Gráfica

Ballance, A., Stephenson, D., Chapman, R. A. and Muller, J. (2000). A geographic information systems analysis of hydro power potential in South Africa. *Journal of Hydroinformatics* (2): 247-254.

Benson, M.A. y Matalas, N.C. (1967). Synthetic Hydrology Based on Regional Statistical Parameters. *Water Resources Research*. 3 (4): 931-935, 1967.

Burgos, V. (2012). *Evaluación de ASTER GDEM y SRTM-C / X para modelación hidráulica de la rotura de presa El Carrizal, Mendoza*. Argentina, Instituto Nacional del Agua – Centro Regional Andino.

CONAGUA (2006). *Estadísticas del Agua en México 2006*. México: Comisión Nacional del Agua.

Consejo mundial de la energía (2008). *Integración Energética Regional en América Latina y el Caribe*. Resumen Ejecutivo. World Energy Council.

Chiang, S.M., Tsay, T.K., Nix, S. (2002). Hydrologic Regionalization of Watersheds. I: Methodology Development. *Journal of Water Resources Planning and Management*. 128: 3-11.

Dourojeanni, A., Jouravlev, A., Chávez, G. (2002). *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*. Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Enríquez, G. (2009). *Tecnologías de generación de energía eléctrica*. México, Limusa.

Fallas, J. (2007). *Modelos digitales de elevación: Teoría, métodos de interpolación y aplicaciones*. Costa Rica: Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Ambientales.

Fernández, T., Irigaray C., El Hamdouni, R., Chacón, J. (2008). *Correlation between natural slope angle and rock mass strength rating in the Betic Cordillera*, Granada, Spain: Bulletin of Engineering Geology and The Environment. 67:153-164.

Fitzgerald, N., Lacal, R., McKeogh, E., Leahy, P. (2012). A GIS-based model to calculate the potential for transforming conventional hydropower schemes and non- hydro reservoirs to pumped hydropower schemes. Energy. 41 (1): 483–490.



Gorokhovich, Y., Voustianiouk, A. (2006). Accuracy assessment of the processed SRTM-based elevation data by CGIAR using field data from USA and Thailand and its relation to the terrain characteristics. *Remote Sensing of Environment*. 104: 409–415.

Grosse, P., Van Wyk de Vries, B., Euillades, P. a., Kervyn, M., Petrinovic, I. (2002). Systematic morphometric characterization of volcanic edifices using digital elevation models. *Geomorphology*. 136 (1): 114–131.

Guth, P. L. (2006). Geomorphometry from SRTM : Comparison to NED. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 72 (3): 269–277.

GWP (2008). Principios de gestión integrada de los recursos hídricos. Bases para el desarrollo de planes nacionales. Argentina, Asociación Mundial para el Agua.

Hayakawa, E. H., Rossetti, D. F., Valeriano, M. M. (2010) Applying DEM-SRTM for reconstructing a late Quaternary paleodrainage in Amazonia. Earth and Planetary Science Letters. 297 (2): 262–270.

Hengl, T., Reuter H.I. (2009). *Geomorphometry: Concepts, Software, Applications*. The Netherlands, Elsevier

IAHS (1994). *FRIEND: flow regimes from international experimental and network data*. USA: International Association of Hydrological Sciences.

IDEAM (2010). *Estudio Nacional del Agua 2010*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

INEA (1997). *Guía de diseño de pequeñas centrales hidroeléctricas*. Colombia: Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas, Ministerio de Minas y Energía.

Kinsey-Henderson, A. E., Wilkinson, S. N. (2013). Evaluating Shuttle radar and interpolated DEM´s for slope gradient and soil erosion estimation in low relief terrain. *Environmental Modelling & Software*. 40 (1): 128–139.

Kondoh, A., Harto, A.B., Eleonora, R., Kojiri. T. (2004). Hydrological regions in monsoon Asia. *Hydrological Processess*. 18: 3147–3158.

Lako, P., Eder, H., de Noord, M y Reisinger, H. (2013). Hydropower development with a focus on Asia and Western Europe. *ECN*. P 97.

Lencinas, J.D., Díaz, G.M. (2011). Corrección geométrica de datos satelitales QuickBird, incidencia de los modelos digitales de elevación SRTM-C/X y ASTER GDEM. *GeoFocus*. 11: 431-454.

Li, Z., Zhu, C., Gold, C. (2010). *Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology*. USA, CRC Press.

Ludwig, R., Schneider, P. (2006). Validation of digital elevation models from SRTM X-SAR for applications in hydrologic modeling. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 60 (5): 339–358.

Maidment, D.R., Djokic, D. (2000). *Hydrologic and Hydraulic Modeling Support: With Geographic Information Systems*. USA: Enviromental Systems Research Institute.

Mantelli, L. R., Rossetti, D. D. F., Albuquerque, P. G., Valeriano, M. D. M. (2009). Applying SRTM digital elevation model to unravel Quaternary drainage in forested areas of Northeastern Amazonia. *Computers & Geosciences*. 35 (12): 2331–2337.

Malinin, N. K. y Ramiro, O. F. (2004). Evaluación de los Recursos Hidroenergéticos en Pequeña Escala. *IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS*. 2. (1): 43-47

Masoud, A., Koike, K. (2011). Auto-detection and integration of tectonically significant lineaments from SRTM DEM and remotely-sensed geophysical data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 66 (6): 818–832

Méndez, J. (1998). Ecología. Editor: Universidad Santo Tomas-USTA. Bogotá.



Mesa, O., Vélez, J.I., Giraldo, J.D., Quevedo, D. (2003). Regionalización de características medias de la cuenca con aplicación en la estimación de caudales máximos. *Meteorología colombiana*. 7: 141-147.

Ministerio de energía y minas Perú (1968). *Evaluación del potencial hidroeléctrico nacional*. pp. 368.

Muguerza, D. (2013) Micro Centrales hidroeléctricas. [En línea] Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/fisica/maestria/modulo2/microturbinas/apuntemch.pdf.> Consultado en marzo de 2013. pp. 81.

Mukherjee, S., Joshi, P.K., Mukherjee, S., Ghosh, A., Garg, R.D., Mukhopadhyay, A. (2013). Evaluation of vertical accuracy of open source Digital Elevation Model (DEM). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 21: 205–217.

NASA. (2005). *An assessment of the SRTM topographic products. Technical Report JPL D-31639*. USA, Jet Propulsion Laboratory.

Olden, J.D., Kennard, M.J., Pusey, B.J. (2012). A framework for hydrologic classification with a review of methodologies and applications in ecohydrology. *Ecohydrology*. 5: 503–518.

Ortíz, R. (2007). *Método para la evaluación de los recursos hidroenergéticos en pequeña escala*. Universidad del Valle. Revista Energía y Computación 15 (1): 15 – 20.

Pan, F., Liao, J., Li, X., Guo, H. (2013) Application of the Inundation Area—Lake Level Rating Curves Constructed from the SRTM DEM to Retrieving Lake Levels from Satellite Measured Inundation Areas. *Computers & Geosciences*. 52 (1): 168–176.

Pérez A., François J. (2009). Evaluación de los errores de modelos digitales de elevación obtenidos por cuatro métodos de interpolación. *Investigaciones Geográficas*, UNAM. 69 (1): 53-67.

Racoviteanu, A. E., Manley, W. F., Arnaud, Y., Williams, M. W. (2007). Evaluating digital elevation models for glaciologic applications: An example from Nevado Coropuna, Peruvian Andes. *Global and Planetary Change*. 59 (4): 110–125.

Rennó, C. D., Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Soares, J. V., Hodnett, M. G., Tomasella, J., Waterloo, M. J. (2008). HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. *Remote Sensing of Environment*. 112 (9): 3469–3481.

Saaty, T. L. (2008). Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy/Network Process. *RACSAM (Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics)*. 102 (2): 251–318.

Siart, C., Bubenzer, O., Eitel, B. (2009). Combining Digital Elevation Data (SRTM/ASTER), High Resolution Satellite Imagery (Quickbird) and GIS for geomorphological mapping: A multi-component case study on Mediterranean karst in Central Crete. *Geomorphology*. 112 (2): 106–121.

Toro, J.C. (2013). Conferencia: experiencia colombiana en la generación de energía a través de pequeñas centrales hidroeléctricas PCH - mini hidráulicas. *II Seminario Iberoamericano de energías renovables*. San Salvador. Empresas públicas de Medellín.

Upme. (2014) *Costos indicativos de generación eléctrica en Colombia*. [En línea] Disponible en: http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/generacion/costos_indicativos_generacion_ee.pdf . Consultado en diciembre 2014. P 66.

Upme. *Estudio para determinar la vulnerabilidad y las opciones de adaptación del sector energético colombiano frente al cambio climático*. [En línea] Disponible en <http://www1.

upme.gov.co/sites/default/files/vulnerabilidad_opciones_adaptacion_sector_energetico_colombiano_frente_cambio_climatico.pdf.> Consultado en febrero 2015. P 21.

Venkatesan, V., Balamurugan, R., Krishnaveni, M. (2012). Establishing Water Surface Area-Storage Capacity Relationship of Small Tanks Using SRTM and GPS. *Energy Procedia*. 16 (1): 1167–1173.

Wechsler, S. P., Kroll, C. N. (2006). Quantifying DEM Uncertainty and its Effect on Topographic Parameters. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 72 (9): 1081–1090.

XM S.A. E.S.P. (s.f.). *Informe operación del SIN y administración del mercado*. [En línea] Disponible en <http://www.xm.com.co/Pages/DescripciondelSistemaElectricoColombiano.aspx.>. Consultado el 12 de mayo de 2015.



Rio Murca
Autor: Ingfocol Ltda

Glosario

Agua: en su estado puro resulta de la combinación de dos volúmenes de hidrógeno con un volumen de oxígeno.

Algoritmo D8: algoritmo empleado para definir la dirección de flujo. Contempla la hipótesis de que todo el flujo vierte sobre una única celda, de sus ocho celdas vecinas.

Análisis de componentes principales: el análisis de componentes principales es una técnica estadística que permite identificar variables latentes, de forma y manera que, si las variables originales están linealmente relacionadas entre sí, es posible hallar una solución en un espacio ortogonal de menor dimensión que aquel que definen las variables originales.

Análisis de clúster: técnica estadística empleada para clasificar objetos de tal forma que cada objeto es muy parecido a los que hay en el conglomerado con respecto a algún criterio de selección predeterminado.

Análisis discriminante: técnica estadística empleada para discriminar un conjunto de datos. Explica la pertenencia de un individuo a uno u otro grupo en función de variables independientes cuantificando la importancia relativa de cada una de ellas.

Aplicativos inhouse: interno de la empresa.

Asentamiento humano: ubicación física permanente de un grupo de seres humanos en forma organizada. Incluye desde pequeños caseríos hasta las grandes aldeas.

Bioma: áreas grandes con uniformidad de clima y vegetación, en las que los tipos de vegetación y los animales adaptados a ellas están determinados principalmente por las condiciones climáticas.

Cabeza hidráulica: tambien conocida como la cabeza piezométrica, es una medida específica de la presión del líquido por encima de un datum geodésico. Por lo general se mide como una elevación de la superficie de líquido, expresado en unidades de longitud, en la entrada de un piezómetro

Caudal medio mensual: media aritmética de todos los caudales medios mensuales para un mes dado, en el periodo considerado.

Clima: conjunto de factores meteorológicos que afectan a una región. Cuando se aplica a una región amplia se dice macroclima, y las condiciones particulares a nivel de organismos, microclima.

Clúster: grupo, clase, conglomerado.

Coeficiente de compacidad: cociente adimensional entre el perímetro de la cuenca hidrográfica y la circunferencia de un circulo con área igual al tamaño de la cuenca.



Coeficiente de determinación: se interpreta como proporción de varianza explicada, es decir, de toda la variabilidad de la variable y, una determinada proporción se debe a la variabilidad de la variable X. Toma cualquier valor positivo comprendido entre 0 y 1. Indica el grado en que una variable es capaz de predecir otra con la que está relacionada.

Coeficiente de variación: coeficiente entre la desviación típica y la media de una variable aleatoria.

Contaminación: acción de un agente que mancha o intoxica a cualquier ambiente, haciéndolo perjudicial para la vida humana, animal o vegetal.

Cuenca: extensión geográfica cuyas aguas fluyen a un mismo centro hidrológico.

Cuenca hidrográfica: superficie de terreno que recoge el agua que alimenta, parcial o totalmente, una corriente de agua.

Curva de duración de caudal: curva que muestra el porcentaje de tiempo durante el cual el caudal en un curso de agua es superior a determinados valores, con independencia de su continuidad en el tiempo.

Densidad de drenaje: suma de las longitudes de toda la red de cauces de cualquier orden en una cuenca, dividida por el área de la misma.

Ecología: ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con el medio que los rodea.

Ecosistema: comunidad de individuos que interactúan entre sí y el medio en que viven y, con el que también interactúan.

Ecuación de regresión: función matemática que representa la relación entre dos o más variables.

Embalse: lago artificial que se forma cuando las aguas de un río, represadas por un dique o represa, llenan las partes bajas aledañas.

Energía: capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo.

Energía cinética: aquella que poseerá cualquier cuerpo como consecuencia de su movimiento.

Energía eléctrica: es una fuente de energía renovable que se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones positivos y negativos) que se produce en el interior de materiales conductores (por ejemplo, cables metálicos de cobre).

Energía hidráulica: energía obtenida de las corrientes de agua.

Energía potencial: tipo de energía mecánica asociada a la posición o configuración de un objeto. Se puede decir que es la energía almacenada en el objeto debido a su posición, y que se puede transformar en energía cinética o trabajo. Este concepto se asocia con las llamadas fuerzas conservadoras.

Energía renovable: es la que se obtiene de fuentes naturales, virtualmente inagotables; unas por la inmensa cantidad de energía que contienen y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Estación de aforo: paraje en el recorrido de ríos o canales donde se instalan equipos para medir caudales.

Error cuadrático medio: promedio de los cuadrados de las diferencias entre los valores pronosticados y los observados.

Error relativo medio absoluto: promedio de las diferencias absolutas entre los valores pronosticados y los reales, expresado como porcentaje de los valores reales.

Limnígrafo: dispositivo que registra automáticamente el nivel de agua detectado por un sensor, ya sea de forma continua o en intervalos de tiempo regulares.

Limnímetro: instrumento instalado para medir el nivel de la superficie del agua con respecto a un nivel de referencia.



Metadato: término que describe varios atributos de los objetos de información y les otorga significado, contexto y organización. Son comúnmente definidos como "datos de los datos" o "información sobre los datos", ya que son un conjunto estructurado de información que describe datos (incluyendo tanto datos digitales como los que no lo son) almacenado en un sistema de administración. Estos proporcionan un pequeño resumen del contenido, propósito, calidad, localización de los datos así como información relativa a su creación.

Modelo digital de terreno: representación en formato digital de la cota de la superficie del terreno.

Modelo raster: método para el almacenamiento, procesado y visualización de datos geográficos. Cada superficie a representar se divide en filas y columnas formando una malla o rejilla regular. Cada celda de la rejilla guarda tanto las coordenadas de la localización, como el valor temático.

Potencia eléctrica: es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo, es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La potencia eléctrica se representa con la letra P y la unidad de medida es el Vatio (Watt).

Prueba de Koppe: método matemático que permiten calcular la exactitud de la componente vertical de un modelo digital de terreno. La prueba considera la selección de una muestra de puntos a los que se determina la altitud en el modelo digital de terreno, para compararlos posteriormente con la altitud obtenida en una fuente de mayor exactitud.

Prueba National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA): método matemático que permiten calcular la exactitud tanto de la componente horizontal como la componente vertical de un modelo digital de terreno. Incluye el cálculo del error cuadrático medio de la posición (X,Y,Z) de una muestra puntos sobre el modelo digital de terreno y una fuente de mayor exactitud.

Red geodésica: conjunto de vértices geodésicos, materializados físicamente sobre el terreno, sobre los cuales se han realizado observaciones geodésicas con el fin de determinar la posición de la manera más precisa posible. Una red geodésica es la estructura que sostiene a toda la cartografía de un territorio.

Rendimiento hídrico: cantidad de agua superficial por unidad de superficie de una cuenca, en un intervalo de tiempo dado.

Shape file: formato sencillo, y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Las entidades geográficas de un shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas).

Sistema: conjunto ordenado de cosas y de fenómenos que contribuyen a un fin.

Sistema de baja presión: zona con presiones atmosféricas bajas, caracterizada por corrientes de aire ascendentes y a menudo también de lluvia.

Sistema Interconectado Nacional (SIN): conjunto de centrales de generación eléctrica y sistemas de distribución que se encuentran interconectados entre sí por el Sistema Nacional de Transmisión (SNT).

Sistema de información geográfica: sistema de gestión de datos que emplea un paquete informático que incorpora la superposición de diferentes capas de características, mediante mapas relacionados con tablas de datos y conjuntos de modelos.

Sistema de reacondicionamiento de superficie (Surface Reconditioning System): método matemático que intenta resolver, por medio de algoritmos de ajuste de cotas en el modelo digital de terreno, problemas asociados con interpretaciones erróneas de los flujos y, por ende, de las cuencas generadas. De esta forma



se logra que los mapas topográficos coincidan con los mapas hidrológicos. El reacondicionamiento de superficie involucra la pendiente inicial de una excavación uniforme de cauces desde un mapa vectorial hidrográfico. La excavación es aumentada por un reacondicionamiento dentro de una distancia creando un descenso monotónico desde las inmediaciones a los pixeles cauce.

Suelo: capa de la superficie de la tierra, en donde crecen las plantas, gracias a su contenido mineral y orgánico que le confiere estructura física, química y biológica.

Vatio (W): unidad de la potencia. Potencia (P) requerida para realizar un trabajo a razón de 1 julio (joule) por segundo.

Voltio (V): unidad de medición de la diferencia de potencial eléctrico o tensión eléctrica, comúnmente llamado voltaje. Es la diferencia de potencial entre dos puntos en un conductor que transporta una corriente de 1 amperio, cuando la potencia disipada entre los puntos es de 1 watt.

Zona de Confluencia Intertropical: zona estrecha donde convergen los alisios de los dos hemisferios.

Anexos



Central Urrá
Autor: Ingfocol Ltda

Anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
11017010	LM	Aguasal	Andagueda	898,198	221,208	40,576	876,625	3735	2,067	1,403	0,717	127,989	0,020	118977	2404	689,618	6021,455	1147,727	1147,727	1592,455	6765,727	6143,909	23,302	181,347
11027010	LM	Pte Las Sanchez	Atrato	228,79	79,072	50,615	2312,943	2253	1,464	0,730	0,323	145,021	0,046	30953	1437	114,156	1821	1094,5	1094,5	731	2886,5	2088,5	13,350	74,201
11027030	LG	Siete El	Atrato	210,173	71,762	50,359	2357,609	2176	1,386	0,733	0,316	145,021	0,051	26679,7	1362	108,302	1821	1094,5	1094,5	731	2886,5	2088,5	13,350	72,421
11027050	LG	Gindrama	Atrato	1638,9	256,332	37,506	1022,056	3917	1,773	1,063	0,454	134,589	0,021	136538	2835	1168,804	5991	1109,389	1109,389	1471,611	7113,944	6162,389	21,905	165,797
11037010	LM	San Isidro	Quito	1550,43	319,283	10,363	99,606	286	2,270	1,526	0,609	196,910	0,001	106051	141	955,315	7006,75	1444,5	1444,5	1828	7880,813	7173,5	26,331	189,166
11037020	LG	Pte Certegui	Quito	262,503	95,182	13,291	123,813	260	1,645	1,729	0,783	189,288	0,003	41616,4	126	206,844	7316	1430,667	1430,667	1828	8710,667	7490,667	26,284	215,470
11047010	LG	Belen	Atrato	5415,05	568,89	25,381	525,411	3966	2,165	1,329	0,549	162,438	0,013	187134	2429	3734,109	6621,267	1289,7	1289,7	1673,833	7487,733	6786,25	24,448	180,793
11047020	LM	Quibdo	Atrato	4769,68	508,854	25,957	578,553	3966	2,063	1,322	0,558	159,904	0,014	172291	2451	3334,03	6500	1270,481	1270,481	1654,808	7383,058	6665,75	24,170	181,033
11047030	LM	Negua	Negua	410,998	154,533	28,234	525,987	3413	2,134	0,824	0,288	160,050	0,026	81075,7	2088	337,553	6831,143	1235,714	1235,714	1623,286	8447,571	6953	24,485	176,665
11057010	LM	Tagachi	Atrato	9408,32	597,068	24,396	462,172	3968	1,724	1,164	0,460	169,537	0,008	291171	2445	6619,147	6555,705	1309,2	1309,2	1658,390	7581,848	6714,867	24,415	173,091
11057020	LM	San Antonio Padua	Atrato	10561,6	662,97	24,626	455,753	3968	1,806	1,142	0,443	171,112	0,008	302623	2441	7506,313	6533,758	1306,817	1306,817	1669,7	7562,992	6681,258	24,573	167,469
11077010	LM	Bellavista	Atrato	15558,6	767,109	26,563	645,272	3968	1,722	1,121	0,451	183,388	0,007	372977	2452	10708,08	5671,222	1284,25	1284,25	1579,056	6676,078	5801,122	23,596	142,708
11077020	LG	Magdalena La	Penderisco	636,759	139,771	44,306	2306,215	1910	1,551	1,073	0,571	150,406	0,023	41186,9	945	235,155	1805,375	1135,125	1135,125	787,625	2806,125	2071,375	14,008	61,561
11077030	LM	Playa La	Murri	3284,52	399,694	39,010	1511,467	3930	1,953	0,965	0,399	198,506	0,015	177647	2724	1923,568	3117	1095,333	1095,333	1199,769	4058,718	3210,308	19,301	74,630
11117010	LG	A#ll El	Riosucio	714,928	138,487	49,102	1957,259	2874	1,450	1,033	0,402	156,703	0,031	67300,5	2102	206,044	1544,833	938,5	938,5	871,667	2400,333	1579,667	15,471	52,529
11117040	LG	Mutata	Riosucio	3342,34	377,371	48,075	1440,760	3630	1,828	0,883	0,325	285,881	0,019	139630	2666	1266,282	2345,308	862,744	862,744	1283,846	3138,949	2236,590	20,535	59,119
11117050	LM	Dabeiba 2	Riosucio	1972,64	236,259	53,084	1821,964	3339	1,489	0,961	0,369	288,481	0,026	90958,2	2404	519,317	1618,565	819,696	819,696	1069,478	2326,957	1537,870	18,142	52,074
11147020	LG	Bajira	Bajira	77,566	60,224	4,310	31,955	60	1,915	1,113	0,400	275,279	0,001	20553,8	20	4,735	4014,634	1160,512	1160,512	2058,473	5233,394	3917,949	27,834	72,682
12017010	LM	Chigorodo	Chigorodo	197,093	80,585	23,550	279,860	1680	1,607	1,173	0,381	291,293	0,026	33181,1	854	90,788	3254,25	1189,25	1189,25	1839,75	4144,25	3136,25	26,051	70,621
12017020	LM	Barranquillita	Leon	619,538	157,882	21,433	306,761	1833	1,776	1,092	0,333	262,928	0,014	64997,1	934	102,581	3963,286	1144,286	1144,286	1950,857	5149,714	3849,714	26,989	94,927
12017040	LM	Riogrande	Grande	53,827	37,577	31,547	300,911	1040	1,434	0,658	0,139	343,467	0,023	15334,4	348	44,255	1969,790	1035,914	1035,914	1760,625	3010,658	1700,547	25,451	41,627



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
12017050	LM	Pte Carretera	Zungo	54,430	41,299	17,283	137,070	595	1,567	0,828	0,257	313,346	0,005	19176,4	89	20,844	2462,879	1101,589	1101,589	1734,865	3872,560	2259,410	25,238	49,921
12017060	LM	Apartado	Apartado	91,703	55,351	30,950	366,680	1073	1,618	0,952	0,213	360,978	0,029	21050,1	615	37,580	2027	1111,5	1111,5	1746	3460,5	1825,5	25,330	45,952
12017080	LM	Carepa	Carepa	150,052	84,901	26,421	406,209	1574	1,941	0,971	0,297	285,399	0,014	36217,5	510	28,234	2913,068	1091,112	1091,112	1746,387	4124,120	2731,007	25,322	52,832
12017100	LG	Villarteaga	Leon	226,011	87,134	30,695	473,977	1808	1,623	1,028	0,303	246,630	0,025	35899,4	914	61,935	3837,667	882,667	882,667	2040	5206,667	3572,667	27,562	100,215
12027010	LM	Pueblo Bello	Mulatos	306,742	128,742	25,153	361,055	998	2,058	0,965	0,310	380,410	0,006	84492,3	541	96,516	1695,2	1026,2	1026,2	1783	2748,8	1445,8	25,627	23,790
12027030	LM	Tres El	Guadualito	72,825	45,127	19,673	153,205	673	1,481	1,304	0,446	375,874	0,010	18580,6	182	35,399	1706,738	1026,358	1026,358	1764,499	2542,819	1456,986	25,482	28,736
12027040	LM	Currulao	Currulao	226,399	89,481	27,006	366,998	1077	1,665	0,967	0,420	369,270	0,010	48168,4	485	105,040	1720,475	1006,881	1006,881	1770,174	2754,125	1448,524	25,512	31,269
12027050	LM	Pueblo Nuevo	Mulatos	1021,66	233,6	19,319	220,229	1079	2,046	1,015	0,397	529,615	0,004	157275	614	333,045	1106,143	1102,571	1102,571	1862,929	2291,929	994,429	26,260	19,026
12027060	LM	Dos El	Turbo	149,29	57,988	25,138	188,695	687	1,329	1,225	0,399	521,250	0,008	23162,2	174	58,230	1006,543	1109,656	1109,656	1880,472	2280,734	897,974	26,404	26,081
12037010	LG	Candelaria La	San Juan D Uraba	1045,32	231,121	12,302	125,291	672	2,002	0,660	0,172	719,092	0,002	122341	254	56,902	518,643	1174,357	1174,357	1937,643	1771,143	555,071	26,836	13,029
12037030	LG	Carmelo El	San Juan D Uraba	834,734	198,063	12,117	130,182	663	1,919	0,573	0,107	706,931	0,002	110737	237	37,328	548	1162,5	1162,5	1927,8	1799,6	573,9	26,760	12,523
12037050	LM	San Pedro	Qda Aguas Claras	105,102	65,859	19,301	269,392	570	1,799	0,677	0,114	584,722	0,004	35771,8	149	11,346	802,884	1133,891	1133,891	1937,960	1957,557	753,976	26,848	15,880
13017010	LG	Despensa La	Sinu	3947,91	363,07	35,659	749,370	3622	1,618	0,829	0,347	233,615	0,022	115275	2509	3434,883	3288,512	866,837	866,837	1538,791	4437,256	3068,279	23,036	69,635
13017020	LG	Limon El	Sinu	2827,7	341,724	35,407	731,106	3605	1,799	0,839	0,358	236,367	0,023	108802	2496	2585,564	3177,3	850,567	850,567	1511,467	4350,8	2956,833	22,653	67,722
13037010	LG	Angostura De Urra	Sinu	4613,62	405,753	34,039	684,037	3639	1,673	0,780	0,311	267,732	0,019	133285	2506	3713,013	2981,824	903,725	903,725	1596,235	4132,706	2766,314	23,592	64,336
13067020	LG	Monteria-Automatic	Sinu	8561,5	673,522	22,805	414,126	3717	2,038	0,754	0,270	404,930	0,009	298200	2610	3996,598	2069,579	1021,821	1021,821	1729,842	3073,337	1921,053	24,874	43,397
13077040	LM	Doctrina La	Sinu	13653,8	908,829	16,662	275,670	3729	2,178	0,765	0,284	575,862	0,007	390078	2622	4038,862	1404,058	1126,877	1126,877	1836,503	2397,703	1365,123	25,829	33,191
13077060	LG	Cotoca Abajo	Sinu	13367,6	896,027	16,871	280,943	3729	2,170	0,761	0,280	566,435	0,007	374513	2621	4037,418	1433,887	1122,252	1122,252	1831,735	2427,828	1389,470	25,787	33,550
13077300	LM	Monton El	Sinu	8605,97	746,19	22,704	412,055	3717	2,252	0,754	0,269	404,930	0,008	322303	2615	3996,598	2069,579	1021,821	1021,821	1729,842	3073,337	1921,053	24,874	43,244
13097010	LM	Toluviejo	Ay Pechelin	501,367	130,58	13,559	190,642	643	1,633	1,098	0,437	867,524	0,006	34853,3	196	52,876	183,333	1279,5	1279,5	1939,667	1016,167	386,333	26,858	14,684
15017020	LM	Revuelta La	Piedras	141,136	64,031	38,266	721,150	2368	1,509	1,695	1,038	460,497	0,055	27743,8	1523	24,869	1308,5	1045,5	1045,5	1117	2265,5	1271,5	18,936	33,189



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
15017030	LG	Minca	Gaira	34,495	30,349	47,566	1592,344	2247	1,447	1,532	0,841	489,140	0,112	11527,2	1289	16,995	1151,266	1066,467	1066,467	1280,568	2113,323	1085,231	20,790	47,651
15017040	LG	Guachaca	Guachaca	245,788	84,182	52,653	878,661	2847	1,503	1,370	0,722	476,801	0,033	41933,3	1372	115,648	1203	1060	1060	1233,5	2247	1142,5	20,287	46,645
15027010	LG	Pte Carretera	Don Diego	534,603	139,658	55,536	1569,108	5228	1,691	1,230	0,495	423,793	0,054	60846	3310	348,961	1189,167	1043	1043	744,5	2431,5	1400,333	12,268	50,959
15037010	LG	Ancho	Ancho	508,445	140,572	70,027	2291,128	5013	1,746	1,214	0,654	606,110	0,072	53733,4	3849	128,067	961,6	1054,2	1054,2	583,2	2169,6	1251,8	9,281	36,260
15037020	LG	Pte Carretera	Palomino	673,981	158,63	64,169	2134,174	5697	1,711	1,037	0,382	439,391	0,058	73007,1	4242	284,806	1167,111	1063,444	1063,444	612	2259,444	1547,222	9,036	43,112
15037030	LM	Mingueo	Canas	129,54	59,871	43,521	614,772	2183	1,473	1,430	0,687	326,577	0,046	21242,8	983	62,027	1975	1054	1054	1065,5	2465	2015	18,029	30,043
15047020	LM	Pte Bomba	Tapias	850,015	147,82	26,956	519,987	3501	1,420	1,325	0,623	515,995	0,017	83966	1463	163,834	1032,444	1129,333	1129,333	1396,778	1713,111	1071,111	21,824	17,313
15067010	LG	Loma Linda	Ay Cerrejon	111,495	53,201	45,402	468,764	1678	1,411	1,963	1,108	-3411,443	0,036	18001,6	651	3,954	107,333	1026,33	1026,333	1527	1270	300	24,070	7,323
15067020	LG	Cercado El-Automat	Rancheria	355,012	120,659	42,380	1328,663	4016	1,793	1,625	0,969	490,124	0,058	57385,3	3300	74,900	1321,2	1125	1125	1406	1509,2	1322	21,978	20,669
15067030	LM	Ejemplo El	Tabaco El	73,816	47,988	33,328	494,538	1120	1,564	1,456	0,921	-4677,744	0,030	17189,2	520	8,961	181	975	975	1597	1132	331	24,882	7,857
15067040	LG	Guamito Hda	Rancheria	2103,46	308,213	26,464	621,783	4315	1,882	1,473	0,672	842,809	0,028	124644	3515	164,927	526,16	1182,24	1182,24	1605,16	1169,56	628,2	23,819	9,446
15067050	LG	Cuestecita	Rancheria	2521,79	339,078	25,191	565,833	4315	1,891	1,403	0,636	868,599	0,023	153441	3542	192,869	464,414	1186,069	1186,069	1622,621	1150,448	580,931	24,000	8,971
15067060	LM	Esperanza La	Ay Bruno	36,980	31,481	27,147	345,714	871	1,450	0,847	0,324	-4849,941	0,024	9283,66	225	8,907	150	1101,5	1101,5	1527	1200	329	24,789	8,091
15067080	LM	Magueyes Los	Ay La Quebrada	770,84	159,834	22,683	507,842	2331	1,612	1,213	0,481	792,999	0,021	59196,5	1216	61,934	502,667	1129,556	1129,556	1514,556	1176,333	586,444	22,823	7,577
15067110	LG	Remedios	Ay Tabaco	37,697	32,033	36,001	600,185	1120	1,461	1,409	0,875	-6493,573	0,044	10324,9	455	6,677	181	975	975	1597	1200	346	24,052	8,268
15067130	LG	Pozo Hondo	Ay Pozo Hondo	45,474	36,670	17,197	714,667	988	1,523	1,966	0,748	1204,916	0,064	11117,8	717	1,373	33,657	1320,461	1320,461	1875,860	889,365	233,505	26,366	6,648
15087010	LG	Carraipia	Carraipia	53,809	48,065	28,399	337,226	823	1,835	0,642	0,093	-7838,565	0,021	16056,4	340	19,993	147	1198	1198	1609	1147	341	24,162	9,709
16017010	LG	Aguas Claras	Pamplonita	2213,36	354,556	24,923	820,393	3642	2,110	0,916	0,401	325,529	0,020	142900	2814	282,336	573,75	830,813	830,813	1072,75	1221,938	560,688	17,639	20,516
16017020	LG	Donjuana La-Automa	Pamplonita	422,047	124,594	46,907	1991,535	2925	1,698	1,209	0,550	383,216	0,044	49292,9	2159	80,703	583,75	851	851	795,75	1082,25	605,75	13,958	19,119
16027010	LG	Pomarrosos Los	Salazar	100,53	52,466	65,010	2129,282	3006	1,465	1,542	0,786	239,480	0,103	19008	1960	68,550	1597,251	784,028	784,028	1121,543	2582,535	1454,055	18,848	43,069
16027060	LG	Pto Leon	Zulia	5532,95	468,413	33,062	1139,732	4297	1,763	1,221	0,568	385,879	0,020	184427	3632	1147,791	789,436	850,418	850,418	1230,982	1547,909	787,8	18,920	28,167
16027100	LG	Cornejo	Peralonso	456,236	141,64	48,084	1604,125	3678	1,857	1,423	0,698	235,863	0,046	56242,2	2598	150,660	1534	822,6	822,6	1009,6	2383,4	1444,4	16,953	32,580



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
16027120	LG	San Javier-Pte Zul	Zulia	1579,83	218,131	51,465	2100,385	4037	1,537	1,380	0,675	383,532	0,035	98533,8	3426	506,431	943,833	849,444	849,444	838,556	1669,111	983,778	13,918	32,624
16037010	LG	Campo Tres	Nuevo Presidente	717,302	163,83	37,108	616,365	2247	1,713	1,597	0,871	281,972	0,015	68112,6	1025	282,271	857,875	818,875	818,875	1500,25	2320,625	744,125	22,964	61,772
16037020	LG	Campo Dos	Sardinata	1873,84	278,201	37,742	1115,944	3559	1,799	1,561	0,767	239,363	0,024	130212	3101	609,571	1176,455	854,955	854,955	1334,318	2047,591	1058,364	20,523	35,499
16037030	LG	Pte Sardinata	Sardinata	908,784	158,084	53,946	1868,541	3346	1,468	1,506	0,808	176,472	0,047	61577,7	2886	260,329	1182,182	845,636	845,636	895,636	1891,909	1126,727	15,693	24,630
16037040	LM	Campo Seis	Tibu	314,602	91,932	36,669	505,227	1558	1,451	1,205	0,588	518,809	0,007	30237,3	217	204,776	653,5	850,75	850,75	1693	3340,25	590,75	24,863	75,100
16037050	LG	Pte San Miguel	San Miguel	410,81	118,893	19,834	365,842	2137	1,642	1,571	0,703	335,631	0,030	56444,1	1686	164,063	983,2	849,2	849,2	1741	2065	834,8	25,167	42,474
16047010	LG	Pte Abrego	Tarra	367,047	104,235	42,783	2201,052	2076	1,523	1,652	0,854	304,858	0,025	37246,3	944	29,498	1047,75	830,25	830,25	972	1630	973,75	16,962	24,110
16047020	LM	Pte Tarra	Tarra	1644,34	274,973	46,079	1517,401	3316	1,899	1,570	0,787	321,872	0,017	129407	2178	409,403	800,944	812,944	812,944	1140,222	1505,167	726,111	19,135	32,381
16057030	LG	Caba#A La-Automati	Algodonal	533,543	135,983	31,281	1705,395	2304	1,648	1,797	0,795	320,633	0,025	64328	1628	20,408	1140,667	822,833	822,833	1125,5	1821,5	1033,667	18,861	19,396
16057040	LG	Quince Letras	Catatumbo	1391,04	233,672	36,618	1473,558	3171	1,754	1,624	0,728	457,556	0,021	119846	2507	149,015	825,438	814,313	814,313	1263	1475,375	745,313	20,540	21,823
16067010	LG	Pto Barco-Gabarra	Catatumbo	5186,91	475,079	40,137	1181,677	3507	1,847	1,401	0,628	456,691	0,011	250762	2824	1492,566	885,933	835,533	835,533	1387,617	2098,9	800,8	21,714	43,461
16067020	LG	Cable El	Catatumbo	4133,16	381,027	42,387	1350,257	3422	1,659	1,496	0,701	456,710	0,016	176999	2750	896,441	742,959	821,347	821,347	1292,429	1587,327	675,857	20,799	34,040
21017020	LG	San Agustin	Naranjos	326,219	112,429	33,969	2353,470	1962	1,743	1,327	0,512	212,457	0,043	38666,4	1663	187,439	1437	927,75	927,75	894,5	2596,75	1498,5	15,753	44,727
21017040	LG	Salado Blanco	Magdalena	2991,86	324,989	33,593	2252,939	3640	1,664	1,314	0,498	338,484	0,021	116430	2482	1088,421	1027,353	919,353	919,353	889,294	2093,588	1124,235	15,184	39,618
21017050	LG	Pitalito 2	Guarapas	270,512	105,776	31,492	1810,771	1633	1,801	1,469	0,665	232,080	0,026	49080,8	1291	76,119	1753,667	919,333	919,333	1000	2808	1771,667	17,389	36,858
21017060	LG	Magdalena La	Magdalena	558,356	120,554	41,741	2978,605	2754	1,429	1,398	0,620	311,436	0,042	43469,2	1805	244,684	1335,2	987	987	647,8	2292,6	1574,2	10,960	47,978
21027010	LG	Pericongo	Magdalena	3566,19	376,116	33,420	2156,539	3808	1,764	1,273	0,473	306,084	0,018	144946	2641	1181,865	953,333	908,786	908,786	949,619	1991,595	1023,381	16,094	37,680
21037010	LG	Pte Garces	Suaza	996,176	200,991	37,161	1608,679	1998	1,783	1,329	0,547	303,669	0,016	85538,2	1378	336,713	1275,182	917,909	917,909	1059,273	2240,273	1234,182	18,195	39,473
21037020	LM	San Marcos	Suaza	352,916	97,530	36,767	1793,652	1704	1,454	1,568	0,786	301,275	0,027	40113,1	1083	226,957	1468,25	919	919	1016,5	2559,75	1449,25	17,626	44,716
21047010	LG	Pte Balseadero	Magdalena	5654,58	464,719	33,846	1898,964	3944	1,730	1,245	0,470	309,618	0,015	190229	2780	1572,173	962,625	909,781	909,781	1038,813	1972,5	1002,609	17,398	36,313
21057020	LM	San Rafael-Laguna	Bedon	111,817	58,086	24,663	3516,392	2008	1,538	0,847	0,143	166,532	0,073	20083,4	1461	36,800	1114,029	975,902	975,902	628,917	1846,835	1352,032	10,568	40,157



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
21057030	LM	Pte Ricaurte	Paez	2459,16	304,708	45,841	2781,054	5388	1,720	1,559	0,804	81,064	0,030	91175,7	2759	665,324	1088,821	962,893	962,893	782,929	2029,25	1195,464	13,362	32,299
21057050	LG	Vega El Salado	La Plata	1214,95	199,895	32,620	2389,948	3510	1,606	0,868	0,237	160,844	0,038	77342,1	2958	293,350	919,857	954,929	954,929	730,143	1901,357	1074,5	12,428	34,113
21057060	LG	Paicol	Paez	4840,62	423,671	41,807	2504,293	5388	1,705	1,275	0,568	109,910	0,024	122759	2977	1304,019	973,074	943,741	943,741	837,778	1932,981	1062,333	14,256	32,139
21057080	LG	Villalosada	La Plata	863,369	186,435	33,241	2492,626	3422	1,777	0,796	0,204	174,753	0,041	69937	2873	212,747	1000,1	971,8	971,8	662,6	1850,3	1208,8	11,066	35,110
21087040	LM	Hidroelectrica	Pedernal	103,928	49,239	50,915	1596,162	2547	1,352	0,982	0,284	225,784	0,086	18204,6	1562	4,134	824	781,5	781,5	1304	1698,5	700,5	21,161	25,466
21087050	LG	Bocatoma	Iquira	54,095	40,174	50,682	2185,290	2172	1,529	0,990	0,333	277,481	0,086	17901,1	1534	22,662	739,803	791,326	791,326	1415,583	1644,048	638,122	22,255	27,846
21087070	LG	Jardin El Hda	Yaguara	493,265	131,484	38,766	1447,449	2646	1,658	1,230	0,457	294,703	0,021	40378,7	831	54,238	701,833	839,5	839,5	1350,833	1592,667	638,5	21,575	26,177
21087080	LG	Venecia Hda	Yaguara	671,668	138,592	38,782	1395,218	2675	1,497	1,219	0,464	277,473	0,020	42804,7	845	58,372	732,375	825	825	1339,125	1619,125	654	21,472	25,591
21097070	LG	Pte Santander-Auto	Magdalena	15132,7	810,426	36,021	1903,548	5388	1,845	1,330	0,601	294,917	0,010	312075	3036	3659,902	855,339	913,172	913,172	1088,385	1808,741	903,138	17,760	30,893
21107020	LM	Pte Mulas	Neiva	615,789	149,452	46,214	2000,324	2732	1,686	1,643	1,090	542,035	0,046	42277,6	1951	269,195	824,25	950	950	951,5	1778,625	909,75	16,324	27,001
21107030	LM	Casil El	Neiva	215,805	80,113	41,660	2090,315	2318	1,527	1,680	1,038	556,484	0,056	29236,9	1638	168,222	693,333	901,333	901,333	997	1698,333	745,333	17,039	27,525
21117080	LM	Guayabo	Ceibas	224,345	89,655	51,894	1912,324	2524	1,676	1,470	0,981	263,675	0,050	37093,2	1870	137,410	1060,333	925	925	859,333	1726,667	1081,667	15,268	27,594
21127010	LM	Palermo	Tune	181,771	76,752	34,191	1101,484	2487	1,594	1,548	0,935	294,639	0,016	30774,9	496	6,903	783,5	784,5	784,5	1587	1727	653,5	23,961	24,341
21127020	LM	Socorro El	Bache	306,837	92,600	46,288	2271,900	2556	1,480	1,057	0,378	110,147	0,055	37679,1	2088	89,535	1121,25	886	886	921	1982,75	1084,5	16,139	31,309
21127030	LG	Sta Maria	Bache	101,154	56,207	44,716	2666,356	1867	1,565	1,037	0,376	109,466	0,070	20082,5	1396	58,662	1208,456	842,165	842,165	980,696	2002,263	1111,329	17,056	33,813
21137010	LG	Purificacion-Autom	Magdalena	25510,8	1180,68	33,256	1627,767	5388	2,070	1,330	0,622	254,026	0,007	485891	3169	4679,981	820,173	938,803	938,803	1221,690	1747,612	835,340	19,575	28,291
21137020	LG	Purificacion 1	Chenche	271,558	124,654	6,216	354,962	966	2,118	0,782	0,239	407,520	0,009	57061,6	503	11,242	431	1158,667	1158,667	1828	1704	521,333	26,337	24,604
21137030	LG	Pte Carretera	Aipe	658,955	159,014	38,381	1366,324	2647	1,734	1,272	0,572	127,358	0,025	85668,8	2136	49,891	1206,667	886,444	886,444	1222,444	1949,222	1055,333	20,310	26,768
21137040	LM	Anchique	Anchique	219,813	89,110	34,513	1034,783	1330	1,683	1,512	0,962	356,113	0,023	37551,9	855		907	972,5	972,5	1382	1996	825	22,628	22,448
21137050	LG	Angostura	Magdalena	22295,8	1126,76	34,631	1730,533	5388	2,113	1,345	0,630	252,799	0,008	399401	3123	4512,291	824,817	923,054	923,054	1174,716	1748,307	846,121	18,973	28,609
21147030	LG	Carrasposo	Cabrera	1662,57	247,909	33,240	2110,357	3377	1,702	1,383	0,624	157,648	0,034	90719,3	3043	390,915	710,278	1067,389	1067,389	1011,944	1647,722	809,444	17,658	31,929



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
21147050	LM	Pte Venado	Venado	527,987	124,855	46,417	2017,575	3130	1,521	1,454	0,981	153,507	0,038	51212,9	1970	114,385	730	933,143	933,143	1135	1682	718	19,278	27,455
21167020	LG	Boqueron	Prado	1629,24	213,419	25,512	1147,859	2803	1,480	1,211	0,543	262,188	0,018	77798,6	1418	141,518	1019,222	1022,5	1022,5	1424,111	1942,833	956,944	22,464	29,511
21167050	LM	Pte Cunday	Prado	148,838	62,535	24,812	998,778	1906	1,435	1,325	0,356	730,357	0,054	23546	1280	2,946	344,709	1076,307	1076,307	846,585	1405,044	471,631	15,427	24,217
21167060	LG	San Pablo-Automati	Cuinde	278,17	83,404	23,574	1590,867	2443	1,400	1,074	0,365	248,479	0,091	19594,4	1785	38,861	1257	1040,5	1040,5	1158,5	2081	1209	20,151	29,707
21187020	LG	Pavo Real	Luisa	168,121	69,836	40,647	1559,365	2681	1,508	1,601	0,889	354,827	0,070	27210,2	1905	31,479	650,166	1040,774	1040,774	1649,418	1634,728	652,126	24,960	25,656
21187030	LG	Cucunuba	Luisa	264,85	97,942	35,489	1320,774	2816	1,685	1,571	0,763	320,464	0,049	41127,4	2033	36,890	610,333	1062	1062	1371,667	1832,667	637	22,336	25,207
21197010	LG	Profundo El-Automa	Sumapaz	945,877	185,268	25,596	3283,691	2440	1,687	1,055	0,341	527,350	0,036	54660,1	1995	101,658	579,077	1149,692	1149,692	582,692	1549,846	913,692	9,495	26,565
21197030	LG	Playa La	Sumapaz	1166,41	206,97	26,919	3064,581	3444	1,697	0,990	0,315	549,396	0,037	81611,4	3024	132,336	556	1136,063	1136,063	639,75	1546,063	847,563	10,751	25,720
21197090	LM	Dos Mil	Sumapaz	703,254	163,787	26,011	3485,601	2185	1,729	1,084	0,355	601,614	0,039	44668,8	1756	45,422	472,667	1169,889	1169,889	536,556	1461,556	825,556	8,530	26,811
21197110	LG	Silvania	Subia	160,175	58,754	24,401	2305,871	1635	1,300	1,500	0,674	260,467	0,057	20142	1152	0,286	649	980,333	980,333	1046	1321	668,667	18,481	13,848
21197150	LG	Limonar El	Sumapaz	2432,45	299,414	27,353	2545,618	3836	1,700	1,147	0,406	515,659	0,032	105859	3399	154,737	501,517	1071,069	1071,069	808,897	1426,690	698,172	13,768	21,210
21207960	LG	Pte Portillo	Bogota	5407,21	554,997	20,223	2524,427	3553	2,113	1,189	0,457	390,649	0,009	270665	2423	33,273	319,115	950,246	950,246	863,902	980,426	411,738	14,895	13,197
21217070	LG	Payande	Coello	1528,97	218,173	47,082	2415,402	4675	1,562	1,314	0,585	442,749	0,041	82152,4	3366	470,684	612,235	1126,059	1126,059	849,706	1781,647	763,235	14,966	26,300
21217120	LG	Pte Carretera	Coello	797,308	166,366	48,537	2805,564	3809	1,650	1,250	0,607	531,820	0,061	45555,2	2766	265,265	489	1179,5	1179,5	717	1666,5	714,25	12,964	27,285
21217180	LG	Montezuma	Combeima	164,699	63,698	60,115	2883,411	3786	1,390	1,373	0,607	456,301	0,105	23967,2	2506	42,984	836,5	1046,5	1046,5	887,5	1719	897,5	16,101	26,370
21217190	LM	Juntas	Qda Perlas	10,841	15,127	53,476	3247,170	1475	1,286	1,413	0,830	565,893	0,289	3257,62	942	2,483	648	1027	1027	734	1504	776	13,267	27,215
21217200	LG	Carmen El	Coello	1096,83	193,859	48,574	2622,859	4187	1,639	1,252	0,586	462,397	0,047	66136,8	3141	379,383	525,077	1157,769	1157,769	782,385	1772,385	722,615	13,859	26,790
21217220	LM	San Vicente	Combeima	105,752	47,764	59,615	3120,652	3496	1,301	1,395	0,586	339,620	0,137	16273,4	2222	19,520	1047,129	1010,231	1010,231	816,010	1785,836	1150,612	14,568	26,542
21217270	LM	Chuzo El	Anaime	260,845	80,824	42,996	2957,669	2077	1,401	1,121	0,506	369,938	0,061	29881,2	1814	109,779	472	1265	1265	562,5	1807	842	9,549	27,675
21217280	LM	Pte La Bolivar	Bermellon	81,173	41,997	48,591	2840,460	1774	1,305	1,243	0,690	551,408	0,077	14849,8	1146	29,168	482,634	1151,910	1151,910	787,004	1626,698	646,655	14,515	29,054
21227010	LG	Piedras	Opia	316,672	125,322	12,087	669,305	734	1,972	1,215	0,207	336,369	0,008	52350,9	416	37,192	381,333	1039,667	1039,667	1706	1343	457	25,528	19,031



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
21237010	LG	Nari#O-Automatica	Magdalena	48114,3	1721,05	32,889	1807,234	5388	2,197	1,319	0,597	291,612	0,005	599467	3212	7889,435	758,951	985,239	985,239	1145,810	1722,937	813,342	18,426	26,731
21237020	LG	Arrancaplumas	Magdalena	54525,8	1769,15	32,549	1740,677	5388	2,121	1,337	0,612	282,186	0,004	729236	3266	8541,494	750,687	992,979	992,979	1179,800	1698,126	808,693	18,810	26,434
21237040	LM	Corralitos	Seco	248,09	80,956	32,417	1222,301	1887	1,439	1,438	0,750	211,563	0,031	34149,7	1055		375,333	1032,333	1032,333	1458,667	1212	436,333	23,271	16,157
21247050	LM	Bocatoma	Totare Rio	412,708	142,045	46,453	3014,300	4719	1,958	1,318	0,691	240,739	0,059	61903,8	3678	31,525	1045,2	1009	1009	780,6	1764,4	1233,2	12,985	27,146
21257070	LM	Pte San Francisco	Sabandija	340,787	102,92	25,131	864,451	2065	1,561	1,919	1,335	69,063	0,041	29333,8	1217	79,253	1327,25	983,75	983,75	1374,75	2093,25	1073,5	22,108	35,601
21257090	LG	Esmeralda La	Lagunilla	670,966	182,202	38,313	1901,827	5048	1,970	1,598	0,793	80,249	0,052	83073,3	4313	93,021	1222,5	1000,833	1000,833	1012,333	1781,833	1321,833	15,995	34,533
21257100	LG	Nueva La	Recio	645,545	155,031	43,567	2542,619	4774	1,708	1,308	0,689	149,705	0,053	76432,8	4044	33,794	1161,8	968,8	968,8	784,6	1775,1	1307	12,924	30,183
21257120	LG	Pte Gato Negro-Aut	Lagunilla	175,466	74,419	42,150	2920,876	4032	1,573	1,444	0,678	83,661	0,096	35190,2	3375	35,804	1156,711	946,517	946,517	1229,755	1898,224	1045,934	20,201	36,080
22017010	LG	Bocas	Anamichu	653,615	141,443	62,720	2929,210	3867	1,549	1,238	0,587	100,716	0,053	51391,9	2735	216,340	1127,571	1061,857	1061,857	668,143	2169,571	1325	11,538	38,869
22017020	LG	Sardinas Las	Saldana	1629,82	205,976	55,681	2843,441	3465	1,429	1,359	0,625	77,073	0,040	69073	2737	781,446	1264,737	987,263	987,263	634,632	2313,316	1445,053	10,578	37,005
22017030	LG	Bocas	Blanco	106,127	58,036	47,789	1752,387	2679	1,577	1,565	0,820	202,199	0,061	29865,5	1828	17,338	1394,5	941,5	941,5	1043,5	2607	1328	18,440	39,153
22027010	LG	Condor El	Ata	1377,35	229,461	48,831	2620,199	4432	1,731	1,246	0,544	71,008	0,030	100550	2971	471,843	1354,938	979,063	979,063	673,25	2147,5	1485,375	11,373	34,409
22027020	LG	Gaitania	Ata	917,443	181,622	52,108	2969,141	4432	1,679	1,212	0,549	64,858	0,035	70747	2511	366,907	1341,583	1001,5	1001,5	625,333	2104,917	1513,167	10,233	33,988
22037010	LG	Esperanza La	Mendarco	106,317	62,781	44,567	1313,055	2499	1,705	1,572	0,799	338,236	0,055	28349,7	1572	5,753	1314,987	947,722	947,722	1484,057	2542,947	1149,780	23,138	38,305
22047010	LM	Queso El Hda	Amoya	1147,99	203,723	50,624	2613,164	3625	1,684	1,314	0,629	170,697	0,037	87429,9	3192	307,446	980,429	1094	1094	826,071	2187,643	1131,714	14,269	36,346
22057010	LG	Piedras Cobre-Auto	Saldana	7738,25	534,33	46,058	2100,732	4597	1,701	1,454	0,727	171,447	0,015	221314	3402	1973,464	1181,944	998,433	998,433	984,1	2314,011	1244,1	15,950	34,916
22057040	LG	Palmalarga	Saldana	6218	460,773	49,878	2359,101	4597	1,636	1,360	0,648	146,934	0,019	173177	3311	1876,991	1215,806	995	995	850,069	2277,444	1308,542	14,089	36,044
22057050	LM	Pte La Hamaca	Qda Pole	173,795	72,786	40,877	1269,692	1446	1,546	1,385	0,524	256,458	0,033	31356,8	1048	0,297	1084,980	892,279	892,279	1276,823	2133,751	946,266	21,287	33,848
22057060	LG	Muralla La	Saldana	4403,82	355,328	52,588	2525,733	4597	1,499	1,337	0,613	101,837	0,024	135142	3191	1524,132	1272,98	979,46	979,46	741,32	2262,3	1390,24	12,470	36,388
22067010	LM	Pte Ortega	Ortega	280,9	90,246	31,911	994,290	2526	1,508	2,050	1,118	253,557	0,042	44830,2	1893	0,680	758,25	1023	1023	1508,25	2211,25	739,75	23,482	29,368
22067020	LM	Brazuelo Delicias	Tetuan	371,241	100,217	44,593	1860,217	3230	1,456	2,005	1,277	192,298	0,054	48164,2	2604	62,855	1231,25	1022,5	1022,5	1196,5	2765	1178,5	20,090	32,520
22077030	LG	Diamante El	Cucuana	231,671	77,335	37,592	3213,177	1894	1,423	1,453	0,615	115,710	0,047	28432,5	1323	87,842	511	1199	1199	583	1995	816	10,007	29,629



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
22077060	LG	Guamal El	Tuamo	242,029	93,876	39,734	2336,529	3096	1,690	2,018	1,211	234,859	0,066	41429,5	2714	92,898	485	1095,667	1095,667	915,667	2006,333	610	16,386	26,404
22077070	LG	Calichal El Bosque	Cucuana	591,847	136,684	40,832	2672,215	3078	1,573	1,657	0,864	97,733	0,044	58150	2555	141,915	568,143	1134,571	1134,571	727,714	2124,429	736,571	12,777	28,448
23017020	LM	Bocatoma	Qda Padilla	23,018	27,612	14,990	431,354	385	1,611	1,250	0,956	431,945	0,012	7437,57	91	4,051	274,554	1147,436	1147,436	1950,463	1531,653	448,673	27,273	39,646
23017030	LM	Pte Lopez	Guali	789,471	231,627	36,537	1731,509	5090	2,308	1,640	0,889	143,196	0,038	111450	4228	173,316	1440,8	1016	1016	1188,9	2107,7	1484	18,186	57,505
23017040	LG	Esperanza La	Guali	463,245	167,275	46,913	2382,701	4804	2,176	1,606	0,808	77,915	0,050	78199,8	3942	108,084	1632,333	963,5	963,5	831	2058,5	1716,167	13,438	58,477
23017060	LM	Pte Carretera	Sucio	87,893	56,835	26,824	1054,028	1410	1,697	1,799	1,206	144,804	0,044	21735,9	951	16,154	1472,674	1054,603	1054,603	1690,594	2286,641	1354,594	24,995	58,886
23027060	LG	Pte Carretera	Guarino	839,048	257,251	49,444	2277,275	3812	2,487	1,563	0,811	105,598	0,027	116147	3098	265,295	1662,636	981	981	977,727	2441,455	1706,636	16,130	68,511
23037010	LG	Pto Salgar-Automat	Magdalena	56547	1860,01	32,770	1738,426	5388	2,190	1,345	0,619	278,045	0,004	779774	3320	9033,671	777,123	994,167	994,167	1181,324	1719,737	834,412	18,808	27,670
23057140	LG	San Miguel-Automat	La Miel	2288,04	275,938	46,778	1316,670	3679	1,615	1,550	1,137	206,566	0,029	108303	3119	889,020	1866,654	1039,269	1039,269	1205,731	3877,654	1863,308	19,738	89,704
23067020	LG	Colorados	Negro	3118,04	322,189	37,671	1437,463	3497	1,616	1,239	0,659	361,060	0,021	107116	2283	90,071	847,757	889,054	889,054	1236,919	1645,135	768,622	20,387	35,220
23067040	LG	Pto Libre	Negro	4560,27	469,94	37,865	1217,936	3638	1,949	1,317	0,685	341,648	0,014	176805	2431	410,707	1113,564	895,873	895,873	1340,491	1900,418	984,8	21,602	40,875
23067050	LG	Guaduero	Negro	2538,72	278,467	38,896	1565,351	3357	1,547	1,189	0,637	354,820	0,032	68137,6	2154	61,353	805,862	877,862	877,862	1149,448	1710,241	741,448	19,315	34,308
23067060	LG	Tobia	Negro	1114,38	190,666	38,870	1732,745	3142	1,599	1,280	0,738	305,723	0,033	75207,7	2478	38,596	922,714	860,714	860,714	1093,714	1820,857	837,214	18,538	34,774
23067070	LM	Villeta	Villeta	435,612	110,009	36,324	1522,928	2313	1,476	1,006	0,441	357,516	0,019	32783,1	621	1,119	555,8	934	934	1123,2	1592	569,6	19,349	33,047
23067080	LG	Charco Largo	Negro	710,375	174,388	37,937	1840,845	2848	1,832	1,333	0,790	264,178	0,043	50311,9	2187	38,596	1022,778	854,889	854,889	1082,222	1857,778	916	18,416	35,611
23077020	LG	Pte Ferrocarril	Cocorna	819,288	212,685	28,548	525,637	2104	2,081	1,053	0,411	325,645	0,016	85488,2	1402	310,163	2211	1064,667	1064,667	1796	3965,333	2061,444	26,049	73,374
23087150	LG	Pte Real	Negro	314,044	112,778	23,833	2347,267	1029	1,782	1,165	0,594	58,262	0,008	37728,3	314	44,189	1420	1028,667	1028,667	865	2154,667	1284,667	15,803	54,980
23087160	LG	Caramanta	Nus	302,995	106,684	31,645	1348,810	1429	1,716	1,609	1,155	384,608	0,026	44658,6	1146	5,517	1640	1049,667	1049,667	1184	3553,667	1626	20,002	53,954
23087180	LG	Sirpes Los	Qda La Concepcion	117,981	59,148	31,006	2058,273	847	1,525	1,355	0,754	323,720	0,027	24401	666	5,803	1513,5	1150	1150	972,5	2468,5	1648,5	17,397	61,607
23087190	LM	Garrucha La	Samana Norte	1527,29	236,853	43,605	1505,236	2918	1,697	1,205	0,662	199,817	0,029	71145,2	2078	602,743	2226,167	1097	1097	1179,611	3957,778	2280,667	19,895	94,854
23087200	LG	Pailania	Sto Domingo	194,641	86,741	52,350	1819,462	2272	1,741	1,016	0,295	147,751	0,043	36728,5	1595	103,319	1928	1101	1101	952	3311,5	2060	17,095	96,402



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
23087260	LG	Coltepunto Rns 19	Qda La Cimarrona	55,329	50,160	20,551	2222,091	687	1,888	1,527	0,813	139,970	0,009	18491,4	161	3,398	1778,497	1161,065	1161,065	832,441	2919,488	2013,288	15,300	69,790
23087670	LG	Riotex	Qda La Mosca	151,694	85,052	21,440	2251,777	671	1,934	1,402	0,801	165,965	0,006	20582,5	117		1093	1060	1060	873,5	1742	1185	15,732	51,122
23087830	LG	Fresera La	Negro	777,386	181,197	21,851	2268,795	1041	1,820	1,361	0,683	100,686	0,007	46531,7	333	59,501	1341,889	1068,778	1068,778	858,778	2151,444	1355,444	15,675	59,240
23097030	LG	Pto Berrio-Automat	Magdalena	74280,4	2240,36	32,286	1567,862	5388	2,302	1,344	0,646	284,564	0,003	973277	3362	12478,17	993,653	994,977	994,977	1250,730	2019,834	1013,769	19,740	35,795
23107020	LG	Bodega La	Regla	2420,26	360,092	26,795	888,867	1869	2,049	1,199	0,802	348,900	0,013	115442	1445	618,720	1743,926	880,481	880,481	1544,037	2545,667	1507,481	23,904	41,802
23107030	LG	Mascota La	San Bartolome	306,4	136,399	26,209	1378,683	949	2,182	1,714	1,469	302,427	0,016	34493,8	558	5,378	2348,333	970	970	1323,667	2638	2230	21,866	42,229
23107040	LM	Vegachi	Volcan	305,298	111,617	24,095	1281,037	1004	1,789	1,425	1,032	335,323	0,014	40337,4	562	13,240	1744	889,75	889,75	1289,5	2538,5	1552,25	21,539	39,099
23127010	LG	Borbur	Minero	1567,49	210,864	40,728	1668,099	3387	1,491	1,308	0,642	120,684	0,039	73416,6	2871	47,643	1661,944	812,722	812,722	1119,167	2106,444	1473,278	18,932	44,065
23127020	LG	Pto Araujo-Automat	Carare	5366,08	532,352	34,041	1197,735	3709	2,035	1,250	0,546	199,370	0,015	227520	3349	1123,449	1989,541	816,951	816,951	1384,836	2814,689	1741,525	21,824	46,286
23127050	LM	Barredero Fca	Carare	6445,07	593,051	31,346	1040,137	3718	2,068	1,231	0,517	248,610	0,013	250590	3361	1443,458	1885,338	845,973	845,973	1477,068	2864,554	1650,176	22,750	47,054
23127060	LG	Sta Rosa	Carare	4900,61	468,813	36,139	1292,272	3666	1,875	1,274	0,569	177,176	0,018	179491	3316	1023,19	2015,727	797,291	797,291	1321,655	2788,855	1765,855	21,188	46,002
23147020	LG	Pte Ferrocarril	Opon	1737,7	322,443	29,778	873,926	3314	2,166	1,061	0,393	354,944	0,017	134358	2219	568,624	2162,474	943,211	943,211	1493,579	2902,316	2016,421	23,176	53,431
23147040	LM	Ayacucho	La Colorada	1460,46	223,649	26,266	581,815	3340	1,639	1,277	0,454	627,229	0,036	66403,3	2358	385,662	998,4	991,8	991,8	1822,15	3394,3	957,6	26,041	45,437
23167010	LM	Penas Blancas	Magdalena	86140	2462,45	31,302	1460,470	5388	2,349	1,313	0,627	287,733	0,003	1083130	3392	15102,05	1104,922	980,031	980,031	1305,802	2114,897	1089,357	20,386	37,150
23177010	LM	Bagre El	Cimitarra	2961,02	466,118	19,673	417,474	1672	2,398	0,716	0,229	431,772	0,005	172828	822	1856,541	1766,879	937,212	937,212	1949,879	2606,909	1525,242	27,217	41,851
23187280	LM	Sitio Nuevo R-11	Magdalena	118111	2877,54	30,646	1530,513	5388	2,344	1,266	0,585	340,451	0,003	1201250	3427	20590,9	1114,501	973,852	973,852	1282,428	2063,183	1100,016	19,999	36,236
23197130	LG	Pte Sardinas	Santa Cruz	126,117	57,013	46,878	1910,129	2348	1,421	1,577	0,856	586,551	0,073	24792,5	1805	55,371	591,739	809,043	809,043	1061,014	1182,749	557,392	18,054	28,330
23197270	LM	Pte Panega	Vetas	246,624	70,133	48,796	2982,195	2656	1,250	1,040	0,422	611,570	0,090	22147,5	1990	6,690	521	844,333	844,333	870,667	1124	535,667	15,294	25,362
23197290	LG	Cafe Madrid	Lebrija	1264	199,13	41,126	1938,054	3643	1,568	1,348	0,597	610,194	0,049	60938,7	2970	115,506	590,067	859,2	859,2	1213,667	1114,6	574,4	19,736	24,052
23197370	LM	San Rafael	Lebrija	4329,29	382,711	39,716	1418,472	4187	1,629	1,495	0,720	496,306	0,021	167494	3503	602,606	1017,020	858,157	858,157	1511,922	1767,235	887,431	22,725	34,394
23197410	LM	Hoyo El	San Alberto	652,564	163,689	35,120	810,195	3501	1,794	1,703	0,811	402,550	0,028	63514,4	1761	149,355	1541,833	934	934	2040,167	2472	1313,5	27,473	50,471



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
24017570	LG	San Benito	Suarez	5340,3	466,37	24,980	2489,839	2878	1,787	1,240	0,526	217,374	0,012	154828	1883	508,652	744,645	842,548	842,548	756,839	1313,645	764,048	13,647	25,797
24017580	LM	Justo Pastor Gomez	Oibita	318,599	124,806	27,515	1900,065	2086	1,958	1,012	0,380	322,545	0,028	47104,5	1302	84,332	1994	1009,75	1009,75	965,5	2680	2052,5	17,305	47,513
24017590	LG	Pte Nacional	Suarez	2256,58	339,748	21,502	2684,772	2202	2,003	1,255	0,549	165,661	0,012	111861	1326	38,588	618,2	796,24	796,24	716,6	1195,8	629,12	12,863	22,432
24017600	LG	Moniquira	Moniquira	1158,22	168,404	23,885	2561,601	2160	1,386	1,459	0,671	153,951	0,017	76921,1	1311	47,23	366,462	778,308	778,308	732,385	904,385	378,615	13,162	16,942
24017640	LM	Ceiba La	Suarez	7008,08	567,141	26,373	2299,046	3193	1,897	1,248	0,532	246,778	0,011	208402	2202	686,547	993,864	870,086	870,086	836,864	1578,346	995,247	14,927	31,775
24027010	LG	San Gil	Fonce	2086,98	265,063	39,430	2251,924	3185	1,625	1,248	0,566	374,553	0,028	91904,9	2540	510,405	1751,417	1001,667	1001,667	894,083	2243,917	1855,125	15,624	35,997
24027030	LG	Nemizaque	Pienta	627,436	139,728	42,071	2676,170	2988	1,562	0,987	0,376	447,837	0,048	48468,3	2332	182,565	1357,714	1039,143	1039,143	707,571	1878,429	1583,571	12,308	35,626
24027040	LG	Pte Cabra	Mogoticos	182,88	72,294	29,581	1843,737	1312	1,497	1,647	1,064	361,744	0,013	15760,9	211	21,594	1671,333	911	911	1042,667	2215	1618	18,096	28,459
24027050	LG	Pte Llano	Taquiza	605,938	122,663	47,697	2536,219	3026	1,395	1,226	0,600	369,970	0,055	42455,9	2356	228,218	1711,5	1051,5	1051,5	751,667	2140,167	1939,833	13,269	35,540
24027060	LG	Pte Arco	Monchia	164,958	77,485	47,307	1934,956	2195	1,689	1,254	0,537	313,205	0,041	27785,7	1128	55,127	2127,333	990	990	1091,667	2597,667	2090,333	19,196	35,519
24037010	LM	Primavera	Manco	99,943	55,670	51,989	2446,684	2757	1,559	1,556	0,840	558,934	0,076	24369,6	1855	32,411	701,908	964,865	964,865	920,933	1242,888	755,779	16,457	24,125
24037030	LG	Palo El	Tuta	371,61	91,984	16,130	2987,011	1275	1,336	1,302	0,536	572,213	0,022	36213,8	801		383,667	839,333	839,333	650	1102,333	468	11,445	12,647
24037040	LG	Guican	Nevado	160,778	64,252	41,582	4102,040	2673	1,419	0,691	0,193	396,861	0,093	20003	1851	0,615	468	1077,333	1077,333	499	1103	810	7,373	34,034
24037070	LM	Maguncia	Sotaquira	140,168	62,508	26,269	2929,237	1175	1,478	0,938	0,350	794,397	0,028	22318	627	19,476	313,528	1040,996	1040,996	731,860	869,245	427,414	13,035	19,688
24037080	LG	Gruta La	Pesca	106,294	48,727	24,308	3153,757	1253	1,323	1,325	0,734	581,354	0,039	16457	638		876,789	871,458	871,458	596,334	1556,564	1026,193	9,859	15,001
24037120	LM	Vega La	Iza	100,865	56,435	23,989	3154,678	1309	1,573	1,361	0,674	509,615	0,048	21157,9	1026		1092	870,5	870,5	591	1608,5	1264	9,775	19,672
24037300	LM	Pte Colonial	Mongui	32,299	25,845	28,190	3602,470	1071	1,273	1,087	0,433	1313,150	0,078	9268,75	719		294,593	1079,764	1079,764	532,318	964,528	528,853	8,956	21,334
24037360	LM	Jordan El	Chicamocha	9429,6	730,008	37,332	2769,356	4838	2,105	1,204	0,562	683,484	0,008	310304	2387	517,197	527,523	996,775	996,775	767,216	1090,784	670,198	13,366	21,015
24037370	LG	Mompa Izquierdo	Onzaga	345,756	100,471	51,859	2891,060	2350	1,513	1,307	0,642	453,328	0,041	32497,9	1345	122,670	983,333	1118,667	1118,667	539	1480	1382,333	8,778	25,918
24037380	LM	San Luis	Nevado	223,348	77,708	41,164	4060,865	2723	1,456	0,674	0,201	396,861	0,090	21052,4	1891	0,615	468	1077,333	1077,333	499	1103	810	7,373	32,494
24037390	LM	Capitanejo	Chicamocha	6215,22	560,906	31,429	2976,670	4186	1,992	1,129	0,481	775,668	0,008	224509	1738	99,055	393,097	1005,069	1005,069	656,514	995,861	567,514	11,411	19,813



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
24037410	LM	Pte Colorado	Minas	249,743	80,769	36,389	3059,216	1710	1,431	1,567	0,761	998,839	0,009	27125,6	233		273,667	1022,333	1022,333	628,667	929	450,667	10,856	21,935
24037450	LM	Molino El	Salitre	52,271	38,712	19,709	2780,683	923	1,499	1,353	0,593	1379,637	0,039	12962	508		132,656	931,949	931,949	662,867	805,991	252,390	11,934	13,469
24037480	LM	Trinidad La	Surba	42,806	34,504	36,375	3419,501	1333	1,477	0,798	0,444	1151,517	0,084	12501,6	1056		197,749	1095,536	1095,536	709,403	829,122	348,401	12,587	22,286
24037510	LG	Paz De Rio	Chicamocha	2912	326,778	23,427	2925,847	1910	1,696	1,226	0,550	938,293	0,004	139458	602	25,492	321,576	949,545	949,545	662,636	973,273	453,485	11,607	16,442
24047020	LG	Remolino	Suarez	9771,59	644,222	29,508	2238,302	3776	1,825	1,245	0,536	280,427	0,010	229217	2391	1255,385	1230,714	902,893	902,893	870,589	1761,277	1251,018	15,399	32,862
24057050	LG	Pte Comuna	Chucuri	383,157	111,357	43,629	1374,840	2999	1,593	1,255	0,575	526,778	0,045	52050,5	2347	71,472	849,75	904	904	1293,75	2750,5	792,5	21,034	35,735
24067030	LG	Pte La Paz-Automat	Sogamoso	21210,8	973,752	33,929	2381,426	5124	1,872	1,235	0,552	489,551	0,009	310986	2753	1896,214	872,673	947,155	947,155	862,445	1467,494	943,392	14,993	27,216
25017010	LG	Montelibano-Automa	San Jorge	3944,7	430,856	24,926	420,621	3193	1,921	0,880	0,329	351,974	0,011	209137	2310	1000,297	2207,894	983,660	983,660	1729,362	3118,106	1985,277	24,841	49,842
25027020	LG	Banco El-Automatic	Magdalena	160646	3956,09	28,602	1273,554	5636	2,764	1,253	0,561	413,969	0,002	1385880	3425	26893,33	1049,873	1013,254	1013,254	1428,612	2009,728	1032,623	21,527	33,893
25027080	LM	Gracias A Dios Hda	Animito	322,794	89,174	37,146	544,079	2000	1,390	1,202	0,421	577,858	0,032	35323,2	1122	35,906	950,75	1012,25	1012,25	1868,75	1913,5	868,5	26,309	22,033
25027200	LG	Varas Las-Automati	Cauca	58464,9	2489,29	33,298	1457,596	5282	2,883	1,190	0,591	266,998	0,003	1227610	3141	11242,95	1360,222	1012,725	1012,725	1256,904	2501,642	1283,326	20,066	46,507
25027270	LM	Flores Las	Cauca	56281,3	2415,2	33,393	1498,420	5282	2,851	1,191	0,591	263,396	0,003	1158470	3136	9677,039	1344,304	1014,8	1014,8	1233,498	2432,541	1273,358	19,833	45,201
25027410	LM	Regidor	Magdalena	137624	3135,05	29,803	1403,385	5394	2,366	1,279	0,586	362,199	0,003	1323640	3447	24310,58	1134,043	974,808	974,808	1362,709	2094,343	1100,956	20,827	36,713
25027640	LM	Tres Cruces	Cauca	58695	2594,77	33,190	1451,965	5282	2,999	1,189	0,590	267,976	0,002	1280060	3141	11247,8	1360,447	1014,086	1014,086	1260,334	2506,471	1283,481	20,099	46,554
25027700	LM	Chiquicera La	Cno Carate	371,813	125,627	6,104	71,971	345	1,824	0,648	0,188	657,990	0,001	32808,3	49	10,226	910	1231	1231	1959,75	1881,75	873,5	27,008	26,299
25027890	LM	Pte Carretera	Animegrande	363,898	113,328	43,663	763,310	2532	1,663	1,222	0,533	522,163	0,022	61269,7	1335	50,771	916,5	848,75	848,75	1483,75	1934,5	797	22,949	17,778
25027940	LM	Tacamocho	Magdalena	250678	3781,29	27,170	1169,047	5647	2,115	1,190	0,535	414,208	0,002	1607850	3456	40736,66	1102,979	1045,647	1045,647	1458,444	2144,503	1076,370	21,894	36,709
26017020	LG	Julumito	Cauca	733,499	161,473	27,635	2961,658	2990	1,669	1,041	0,269	208,997	0,022	67876,9	1490	90,952	1303,25	975,25	975,25	699,625	1791	1502,125	11,928	35,666
26017040	LM	Pte Carretera	Piedras	57,191	38,124	38,276	2700,025	1823	1,412	1,257	0,402	133,789	0,082	16046,9	1310	5,081	1376,531	1018,461	1018,461	560,812	1876,511	1722,518	8,838	33,427
26017060	LG	Pte Aragon	Cauca	138,899	66,948	20,027	3261,670	1541	1,591	1,067	0,248	292,584	0,016	11541	183	40,031	1256,5	1008,5	1008,5	565	1737,5	1592,5	8,979	36,882
26017070	LG	Lomitas	Cauca	71,871	46,884	20,782	3194,213	538	1,548	1,074	0,278	341,676	0,020	9527,73	193	25,314	1144,313	994,788	994,788	547,321	1602,365	1472,560	8,545	38,094



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentia basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
26017080	LM	Paletara	Negro	49,741	41,673	20,258	3387,301	1527	1,654	1,114	0,201	235,354	0,058	15992,9	925	14,717	1339,987	1031,873	1031,873	474,626	1516,596	1808,842	6,440	35,326
26027080	LM	Totoro	Cofre	54,046	46,324	32,695	3183,827	1146	1,764	1,780	0,796	79,923	0,042	18933,6	796	9,801	998,182	1028,728	1028,728	534,928	1712,449	1320,888	8,263	28,997
26027090	LG	Cortijo El	Piendamo	150,683	60,115	36,948	3353,204	1277	1,371	1,694	0,810	66,625	0,039	20871,4	808	32,048	1151,178	1029,736	1029,736	550,612	2050,713	1416,867	8,694	29,281
26027100	LG	Pte Carretera	Piendamo	284,733	107,376	37,068	3034,293	2061	1,782	1,723	0,825	76,004	0,033	48397,5	1594	47,915	943,25	978,75	978,75	681,75	1629	1023,25	11,664	30,246
26027200	LM	Pte Carretera	Palace	248,27	124,871	27,072	3042,579	2061	2,219	1,506	0,584	104,767	0,030	54967,6	1665	42,166	1251,25	975,75	975,75	714	1787	1437,5	11,886	31,177
26027210	LG	Pte Ferrocarril	Quinamayo	150,46	63,579	22,840	1318,676	1629	1,451	1,927	0,691	323,388	0,008	26625,8	211	0,860	1179,219	895,170	895,170	1111,604	2004,907	1094,042	18,817	35,722
26027240	LG	Malvasa	Palace	116,575	55,835	19,911	3231,375	801	1,448	1,552	0,661	80,339	0,020	21013,2	424	22,317	1036,158	999,657	999,657	610,193	1953,034	1283,103	10,171	29,656
26027250	LG	Buenos Aires	La Teta	127,741	56,840	22,909	1338,360	2113	1,408	1,908	0,845	204,681	0,018	35860,5	663	3,554	1577,5	847	847	1294,5	2337	1388,5	21,075	38,875
26037010	LG	Remolino	Sucio	155,905	63,276	25,490	1997,846	1437	1,419	1,111	0,750	66,136	0,044	15159,2	662	29,402	1909,5	934	934	976	2697	1763,5	17,010	54,943
26037030	LM	Pte Carretera	Hondo	110,819	77,651	25,055	2105,418	1591	2,065	1,100	0,316	162,188	0,037	31032,7	1157	15,102	1362,737	980,417	980,417	686,873	1703,581	1586,257	11,507	38,751
26057030	LG	Potrerito	Jamundi	78,104	49,684	42,421	1834,354	2820	1,574	0,760	0,269	270,491	0,056	29205,4	1641	16,654	1385,798	1020,929	1020,929	1279,029	2223,286	1252,446	21,334	41,530
26057040	LG	Timba	Timba	396,679	122,895	45,156	1772,748	3356	1,728	1,426	0,717	122,904	0,024	37092,8	886	86,626	2404,25	880	880	1068,25	3089,25	2340,25	18,550	55,042
26077060	LM	Buchitolo	Fraile	268,274	121,536	45,887	2469,229	3298	2,078	1,287	0,604	154,360	0,060	45510,2	2743	2,219	940	1043	1043	842,333	1871,667	1081,667	14,632	28,739
26097040	LG	Vergel El	Guadalajara	135,241	64,692	36,103	1929,634	2725	1,558	1,331	0,525	62,523	0,071	21156,9	1505	4,575	730,176	1077,191	1077,191	738,597	1434,975	806,477	13,186	26,363
26107130	LG	Mateguadua	Tulua	767,92	146,618	50,692	2862,911	3074	1,481	1,265	0,560	64,900	0,051	50765,4	2576	82,434	797,778	1117	1117	645,889	1564,222	942,222	11,203	27,207
26117060	LM	San Antonio	Toro	57,311	34,201	39,283	1366,864	1253	1,265	1,030	0,489	871,827	0,047	11383,5	531	1,993	343,911	1485,359	1485,359	1288	1098,479	475,026	21,623	31,814
26117200	LG	Tulia La	Platanares	53,151	37,702	27,392	1774,140	824	1,448	1,540	0,809	395,674	0,011	13858,2	152	0,596	289,135	1424,896	1424,896	1288	1071,730	411,904	21,630	33,766
26127010	LG	Alambrado El-Autom	La Vieja	1653,13	261,248	39,152	2117,242	3782	1,799	1,150	0,500	350,924	0,052	47424,4	2452	235,299	791,05	1153,2	1153,2	874,2	1921,75	930,9	15,522	38,184
26127040	LG	Cartago	La Vieja	2782,48	303,797	31,035	1800,725	3901	1,613	1,391	0,636	404,016	0,022	116632	2568	253,019	914,303	1124,970	1124,970	1021,879	1935,455	977,091	17,728	38,659
26127090	LM	Sucre	Barbas	70,482	56,971	23,609	1738,517	1129	1,900	1,629	1,036	331,816	0,038	23424,2	893	1,599	1730,5	917	917	1120,5	2407	1631,5	19,364	44,596
26127100	LM	Arabia	Barbas	43,594	46,448	24,335	1851,711	973	1,970	1,525	1,055	331,816	0,042	17605,4	731	1,599	1730,5	917	917	1120,5	2407	1631,5	19,364	45,531



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
26137110	LG	Bananera La 6-909	Otun	274,943	87,307	45,547	3215,415	3296	1,474	1,148	0,413	342,513	0,073	39131,3	2863	54,061	1347,2	965,2	965,2	763,8	2035,6	1481,6	13,181	45,074
26137120	LG	Reina La	San Eugenio	79,772	53,264	36,414	2491,411	2679	1,670	1,535	0,683	250,843	0,103	19093,7	1974	0,003	1310,523	1032,032	1032,032	577,517	2060,366	1633,160	9,624	47,266
26147040	LG	Buenos Aires	Risaralda	479,194	152,309	34,155	2080,740	2179	1,948	1,380	0,538	60,393	0,028	65394,8	1834	139,493	1633,167	982,5	982,5	1061,333	2465,333	1441,167	18,511	46,832
26147130	LM	Bretana La	Mapa	239,894	84,074	52,102	2053,371	2795	1,520	1,134	0,459	95,451	0,040	26713,4	1080	83,976	1382	1055,75	1055,75	1063	1963,25	1259,5	18,907	47,521
26147140	LG	Pte Negro	Risaralda	836,031	192,762	31,985	1765,082	2362	1,867	1,349	0,472	71,098	0,021	96646,8	2015	161,496	1448,778	1039,889	1039,889	1136,889	2233,333	1256,667	19,551	44,275
26157020	LG	Retiro El	Chinchina	1046,64	192,555	39,993	2495,292	4462	1,667	1,309	0,522	107,587	0,049	74007,1	3610	205,465	1506,25	979,417	979,417	783,417	1993,833	1594,917	13,113	41,525
26157080	LG	Chupaderos	Chinchina	148,492	59,110	43,628	3128,225	2242	1,358	1,373	0,471	112,575	0,089	19212,9	1707	37,942	1376,5	976,5	976,5	546	1845	1695	8,799	42,097
26157100	LM	San Gabriel	Guacaica	303,715	90,938	44,459	2523,979	2749	1,461	1,542	0,698	53,761	0,058	38545,2	2217	100,765	1711,333	886	886	840,333	1761	1591,333	14,449	41,708
26167010	LG	Pte Las Juntas	Tapias	190,811	90,865	43,126	1894,921	3028	1,842	1,377	0,592	57,514	0,053	44737,2	2360	48,097	1546	1011,667	1011,667	1082,667	2126	1256,333	19,081	41,154
26167070	LG	Irra	Cauca	24533,7	1260,46	31,285	1833,662	5282	2,253	1,231	0,523	231,814	0,004	656108	2423	2157,141	1002,532	1086,848	1086,848	1048,688	1826,284	1024,124	17,874	35,433
26167090	LG	Costa Azul	Chamberi	208,147	69,013	45,250	2557,180	2379	1,339	1,660	0,903	59,566	0,069	29239,3	2024	36,484	1497,597	896,055	896,055	639,984	1955,731	1610,077	11,114	44,332
26177010	LM	Pte Carretera	Supia	148,202	64,238	40,797	2031,361	2109	1,477	1,360	0,533	54,577	0,067	18803,5	1252	18,203	1608,5	903,5	903,5	942	2337	1366	17,061	46,552
26177030	LG	Virginia La	Cauca	21828,7	1263,54	30,641	1800,063	4799	2,395	1,234	0,522	238,954	0,004	579585	2257	1850,587	953,582	1096,414	1096,414	1060,127	1793,410	978,131	18,069	34,478
26187030	LG	Sonson	Sonson	53,679	34,132	26,184	2628,924	998	1,304	1,228	0,484	175,472	0,038	8401,45	322	10,655	1673,276	1041,370	1041,370	993,458	3108,802	1727,024	17,622	57,855
26187040	LG	Quitasueno	Arma	1086,32	202,926	43,018	2294,895	3224	1,724	1,393	0,796	88,083	0,032	83894,6	2673	289,083	1378	968,769	968,769	895,077	2145,462	1334,769	15,917	51,633
26187110	LM	Pintada La	Cauca	26408,3	1284,36	32,167	1825,650	5282	2,213	1,243	0,534	219,032	0,004	720763	2576	2395,318	1043,240	1073,395	1073,395	1054,368	1854,003	1038,911	17,990	36,057
26187170	LG	Herencia La	Arma	346,556	101,5	40,525	2902,668	1902	1,527	1,625	1,085	81,585	0,035	37433,7	1325	177,483	1284,5	935,5	935,5	675,5	1931,75	1407,5	12,247	54,258
26197010	LG	Campamento	San Juan	466,367	113,038	49,433	2256,915	2611	1,466	1,391	0,655	57,904	0,056	28583,2	1598	195,379	1959	1043,4	1043,4	798,2	2806	1901,4	14,399	50,138
26197020	LG	Brasilia	Bolivar	223,912	73,447	53,095	1686,350	2817	1,374	0,747	0,268	90,780	0,047	22213,6	1033	42,109	1655,5	956	956	906,5	2563,5	1688,5	16,232	46,282
26197030	LG	Remolino El	San Juan	1101,18	184,843	50,146	1956,929	3294	1,560	1,086	0,446	66,513	0,038	55893,9	2124	324,606	1836,818	1001,364	1001,364	861,091	2626,091	1781,091	15,287	48,562
26207030	LM	Pte Iglesias	Cauca	28947,9	1417,08	32,806	1841,549	5282	2,332	1,239	0,534	206,878	0,003	739051	2583	2834,862	1079,193	1068,482	1068,482	1049,485	1882,033	1063,521	17,946	37,233



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentia basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
26207040	LG	Rodadero El	Sinifana	183,204	70,339	42,408	1471,445	2105	1,455	0,934	0,265	61,698	0,052	23997	1238	5,561	1649,5	1090,5	1090,5	1288	2004	1269	21,630	43,630
26207080	LG	Bolombolo-Automati	Cauca	30932,8	1495,59	33,699	1835,995	5282	2,381	1,225	0,524	198,195	0,003	765551	2634	3196,249	1122,257	1063,452	1063,452	1046,980	1914,042	1096,960	17,924	37,827
26217010	LG	Galera La	Tonusco	317,909	83,410	55,385	2025,855	2837	1,310	1,165	0,623	77,237	0,062	26959,2	1681	63,882	1084	1027,333	1027,333	853,333	1937,667	1040	15,449	32,807
26217040	LG	Cangrejo El	San Mateo	223,296	84,336	52,468	1723,108	2795	1,580	1,086	0,479	76,347	0,050	24435,8	1210	15,654	1593	1137,667	1137,667	975	2378,667	1515,333	17,781	39,102
26217050	LG	Ca#Afisto	Cauca	32644,4	1609,06	34,472	1820,438	5282	2,494	1,216	0,517	191,902	0,003	827221	2693	3328,231	1141,692	1066,029	1066,029	1051,590	1926,571	1108,172	18,013	37,877
26237020	LM	Penalta	Aurra	203,602	72,175	36,194	1955,679	2515	1,416	1,030	0,332	181,985	0,066	29177,8	1931	10,977	1047	980	980	980	1976,5	1032	17,528	36,620
26237040	LG	Pto Valdivia-Autom	Cauca	37407,5	1951,49	36,727	1801,986	5282	2,825	1,230	0,564	214,370	0,003	974979	3033	3954,687	1133,089	1057,168	1057,168	1055,914	1946,143	1106,068	18,085	39,043
26237100	LG	Olaya	Cauca	34086,6	1715,27	35,007	1811,931	5282	2,601	1,212	0,516	191,452	0,003	858114	2709	3487,831	1126,738	1069,574	1069,574	1055,003	1919,662	1094,705	18,074	37,710
26237110	LG	Cedral El	San Andres	160,591	80,669	23,775	2783,462	960	1,782	1,421	1,096	358,143	0,020	29372,8	601	21,255	1115	1026,5	1026,5	687,5	2079	1291	12,547	44,123
26247010	LG	Palmira Hda	Man	339,775	132,806	17,312	217,171	981	2,017	0,900	0,306	295,613	0,008	57679,3	445	28,738	2996,333	875,333	875,333	2076,667	3675,333	2681	27,832	68,552
26247020	LG	Coquera La-Automat	Cauca	40977,9	2164,13	36,087	1689,912	5282	2,993	1,210	0,558	225,258	0,003	1075980	3119	4698,917	1247,389	1042,964	1042,964	1118,093	2096,357	1203,144	18,702	41,844
26247030	LG	Apavi	Cauca	38017,3	2016,06	36,762	1784,598	5282	2,895	1,236	0,575	215,872	0,003	1001290	3050	4075,321	1157,623	1055,455	1055,455	1063,694	1978,087	1129,048	18,168	39,686
26247050	LG	Camelias Las-Autom	Taraza	954,77	194,13	50,629	1026,610	3010	1,759	0,688	0,264	347,298	0,023	84690,3	1955	336,818	1988,667	814,667	814,667	1275,417	3064,333	1818,083	20,623	68,044
27027060	LG	Brisas Del Nechi	Nechi	238,71	86,426	24,478	2513,512	1228	1,566	2,259	2,576	432,617	0,031	33890,8	1066	17,500	1307,5	1079	1079	736,5	2104,5	1520,5	13,615	55,753
27027080	LM	Media Luna	Nechi	179,448	83,781	40,243	1609,365	2134	1,751	1,605	1,580	365,541	0,049	37001,6	1826	25,559	1755	1005,5	1005,5	973	2566,5	1815	16,894	65,482
27027090	LG	Pte Anori	Nechi	1387,48	245,443	32,051	1937,036	2405	1,845	1,710	1,633	397,900	0,021	98448,4	2045	175,213	1628,4	1029,667	1029,667	953,533	2496,467	1726,8	16,863	57,727
27037010	LG	Esperanza La	Nechi	14388,1	977,663	27,138	1043,227	3341	2,282	1,170	0,714	365,805	0,006	357299	2256	4840,963	1584,675	931,006	931,006	1519,753	3328,066	1445,699	22,653	53,738
27037020	LM	Retiro El	Tigui	2515,33	371,808	25,457	542,639	1948	2,076	0,871	0,321	373,362	0,010	112556	1119	1676,157	1587,643	823,464	823,464	1842,429	3755,893	1312,857	26,117	40,477
27037030	LG	San Juan-Automatic	Nechi	8163,7	685,418	32,101	1581,256	3305	2,124	1,443	1,051	370,984	0,009	255027	2209	1919,401	1403,511	973,596	973,596	1149,053	2796,883	1374,245	19,101	53,688
28017080	LM	Corral De Piedra	Cesar	206,512	73,435	37,109	971,808	2287	1,431	1,780	1,165	1007,602	0,038	34716,5	1329	2,158	139	1265	1265	1777	1017	349	25,575	16,298
28017110	LG	Mina La	Badillo	475,664	116,477	51,855	1726,119	4019	1,495	1,419	0,656	498,449	0,064	49763	3178	39,595	956	1091,667	1091,667	1360,667	1253	931,333	21,727	25,032



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
28017120	LG	Ariguani Hda-Autom	Guatapuri	708,828	157,127	68,659	2493,175	5080	1,652	1,264	0,618	478,723	0,068	60452,1	4087	186,942	908,667	1056,444	1056,444	1052,111	1622,111	929,778	17,762	31,590
28027020	LM	Matilde La	Jobo	267,534	86,910	44,320	1131,692	3032	1,488	1,359	0,553	676,318	0,057	35329,3	2022	77,136	479,25	1109,25	1109,25	1634,75	1407,25	538,5	24,255	14,408
28027030	LM	Flores Las	Magiriaimo	518,193	132,615	53,269	1943,957	3522	1,631	1,538	0,782	649,781	0,049	59980,9	2950	68,716	558,8	1100	1100	1456,8	1570,2	616,4	22,172	17,418
28027040	LM	Sta Teresa	Sicarare	186,214	85,943	34,652	627,667	2226	1,763	0,971	0,311	719,075	0,034	40441,8	1363	8,969	485	1078	1078	1788	1561,667	536,667	25,566	18,999
28027050	LM	Becerril	Maracas	535,938	126,263	43,597	1153,676	2861	1,527	0,991	0,396	508,053	0,034	55670,6	1914	109,596	1020,667	898,167	898,167	1551,5	1838,5	908,667	23,404	16,170
28037010	LM	Pte Callao	Azucarabuena	172,61	80,397	37,001	763,346	2728	1,713	1,144	0,382	600,152	0,052	31591,8	1636	45,487	623,5	1211	1211	1675	1432,5	667	24,599	18,687
28037020	LM	Convencion Hda	Los Clavos	185,199	96,253	44,606	940,512	2963	1,980	1,263	0,621	680,733	0,049	37854,3	1846	34,111	447,602	1303,263	1303,263	1876,422	1287,450	552,027	26,336	19,638
28037030	LG	Pte Salguero	Cesar	3721,2	343,89	36,664	1121,625	5622	1,578	1,363	0,612	801,003	0,011	134022	1528	539,754	454,237	1180,526	1180,526	1545,158	1219,684	572,132	23,088	17,320
28037040	LG	Mariangola	Mariangola	120,62	64,826	47,203	814,730	1939	1,653	1,075	0,464	618,526	0,037	25773,3	966	24,439	548	1315,5	1315,5	1907	1240,5	630	26,606	17,822
28037060	LG	Cantaclaro	Garupal	170,288	84,481	37,234	577,224	1685	1,813	1,249	0,617	664,676	0,026	40207,8	1029	14,808	454,383	1322,465	1322,465	1925,028	1202,723	549,672	26,743	13,838
28037090	LM	Pte Canoas	Cesar	10360,6	555,07	28,245	750,039	5622	1,527	1,123	0,422	745,663	0,005	293040	1596	1377,469	454,596	1232,798	1232,798	1741,368	1307,009	559,518	24,958	15,772
28037130	LG	Pte Carretera	Diluvio	268,738	92,308	41,849	766,014	1952	1,577	1,180	0,547	639,326	0,029	39702,3	1154	14,216	486	1286,5	1286,5	1854,5	1247,25	564,5	26,194	16,824
28047010	LM	Aurora La	Ariguani	733,479	159,51	39,398	1159,151	2930	1,649	1,567	0,823	570,064	0,021	96551,1	2028	114,658	636,667	1150,222	1150,222	1552,333	1521,778	662	23,536	24,960
28047020	LG	Pueblo Bello	Ariguani	33,378	33,123	38,131	1779,550	2005	1,605	2,013	0,839	454,992	0,098	11348,5	1107	3,588	935,300	1086,260	1086,260	1392,293	1659,878	886,024	22,048	29,393
28047040	LG	Pte Carretera	Ariguanicito	175,785	76,295	35,664	636,957	1773	1,611	1,348	0,643	628,104	0,027	38071,6	1010	27,715	478	1189	1189	1665,5	1361,5	535	24,656	18,487
28047050	LG	Palmariguani	Ariguani	2462,2	378,832	18,140	478,192	3034	2,138	1,362	0,613	660,063	0,013	167101	2133	228,404	479,207	1268,345	1268,345	1815,793	1468,621	562,586	25,789	18,885
29037020	LM	Calamar	Magdalena	256881	3807,53	26,734	1143,432	5647	2,103	1,190	0,532	426,432	0,002	1748240	3460	41191,19	1080,179	1052,520	1052,520	1470,814	2118,300	1059,363	22,019	36,119
29067010	LG	Trebol El	Tucurinca	433,618	150,486	60,124	2212,301	5567	2,023	1,297	0,573	467,389	0,063	75657	4789	140,499	1010	1083	1083	1225,2	2192,2	1006,8	19,569	40,313
29067040	LM	Sta Rosalia	Orihueca	62,060	36,491	51,257	816,123	1943	1,297	1,539	0,757	443,300	0,051	16975,2	866		1229,394	1139,012	1139,012	1521,726	2102,262	1138,312	23,290	35,052
29067050	LG	Canal Florida	Sevilla	244,568	83,578	53,630	1966,996	4501	1,496	1,374	0,622	482,737	0,079	46281	3671	77,785	1048	1185,5	1185,5	1647,5	1949,5	985,5	24,497	43,840
29067060	LG	Pto Rico Hda	Fundacion	970,885	205,169	41,931	1409,224	3854	1,844	1,619	0,841	565,933	0,022	108513	2390	221,639	691,9	1175	1175	1598,6	1561,4	709,5	23,900	28,615



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentia basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
29067070	LG	Rio Frio	Frio	300,352	93,967	58,789	1733,101	4288	1,518	1,550	0,856	508,751	0,056	46358,9	2615	133,008	1101,25	1137,75	1137,75	1447	1953,75	1066,25	22,285	43,827
29067120	LM	Fundacion	Fundacion	1010,69	217,997	40,548	1356,938	3870	1,920	1,608	0,825	574,260	0,020	119470	2403	222,699	672,091	1190,727	1190,727	1632,636	1554,545	695,727	24,192	28,289
29067130	LM	Pte Ferrocarril	Aracataca	776,261	220,47	55,282	2882,900	5664	2,216	1,278	0,670	510,135	0,036	108009	3847	205,272	814	1076,556	1076,556	1163,333	1980	828	18,901	35,633
29067150	LG	Ganaderia Caribe	Aracataca	758,609	195,086	56,465	2948,567	5622	1,983	1,277	0,676	510,135	0,039	98772,1	3813	205,272	814	1076,556	1076,556	1163,333	1980	828	18,901	35,998
29067160	LG	Pte Sevilla	Sevilla	165,191	66,158	57,723	2338,840	3740	1,441	1,384	0,666	478,740	0,109	26873,1	2917	68,651	862,066	1031,029	1031,029	846,000	2345,274	962,911	14,473	45,858
31097010	LM	Guayare	Guaviare	138049	3608,12	9,017	301,165	4236	2,719	0,953	0,363	582,703	0,002	1996140	3682	110526,66	1607,073	1458,469	1458,469	1715,098	2921,461	1601,610	25,463	59,972
31097020	LG	Pto Inirida	Inirida	53670,3	2452,58	6,372	180,274	917	2,964	0,970	0,388	560,080	0,000	1331720	129	49483,7	1492,190	1525,291	1525,291	1788,783	2856,154	1498,945	26,252	60,835
32037010	LM	Balsora La	Guayabero	9603,47	673,701	27,472	1054,609	4194	1,925	1,155	0,497	368,213	0,016	221889	3509	7372,177	2095,937	1285,324	1285,324	1307,586	3250,577	2152,306	21,150	65,135
32037030	LG	Macarena La	Guayabero	13830,2	838,022	22,092	837,509	4194	1,995	1,076	0,423	434,207	0,013	274668	3547	9866,916	2030,441	1335,516	1335,516	1417,944	3212,280	2065,764	22,389	66,904
32047010	LG	Raudal Dos	Guayabero	23008,9	1231,06	16,316	612,457	4194	2,272	1,004	0,369	576,735	0,006	564895	3586	17255,9	1928,829	1376,665	1376,665	1515,019	3169,859	1938,558	23,512	65,650
32067020	LG	Lejanias	Guape	938,137	206,336	53,231	2857,842	3541	1,886	1,152	0,522	250,417	0,042	73717,7	3114	504,848	2278,6	1147,9	1147,9	687,1	3069,5	2626,8	11,874	70,468
32077070	LM	Pinalito	Guejar	2371,93	316,403	23,278	734,396	3521	1,819	0,954	0,223	323,549	0,016	136971	2131	856,956	2473,333	1356,111	1356,111	1233,333	3654,444	2590,815	20,602	67,893
32077080	LM	Pto Rico	Ariari	6061,98	595,81	22,720	1061,362	4092	2,143	1,150	0,388	406,916	0,014	261366	3579	1903,664	2049,028	1272,903	1272,903	1385,333	3192,292	2077,778	21,514	67,661
32077100	LG	Pe#As Blancas	Guejar	1231,22	189,701	30,782	986,756	3185	1,514	1,023	0,301	273,793	0,030	68288,5	2021	483,088	2617,071	1326,357	1326,357	1256,643	3746,643	2710,214	20,953	70,081
32077110	LM	Limon El	Guejar	284,769	82,121	34,701	1202,515	3038	1,363	0,944	0,274	199,460	0,045	29584,1	1332	57,391	3179	1278	1278	1215,5	3994	3286,25	20,547	69,560
32097010	LM	Mapiripan	Guaviare	40035,7	1450,35	15,518	603,585	4236	2,030	1,012	0,359	575,210	0,005	731110	3583	23461,15	1917,080	1352,019	1352,019	1517,769	3140,776	1910,134	23,479	65,375
32107010	LG	Pto Arturo	Guaviare	35555	1280,41	16,722	652,927	4236	1,901	1,009	0,353	550,280	0,006	587162	3587	21783,16	1948,181	1354,945	1354,945	1495,822	3173,745	1954,971	23,223	65,936
32117010	LM	Trapiche El	Guaviare	47397,4	1951,95	14,041	539,071	4236	2,510	0,979	0,361	581,514	0,003	1105420	3626	28845,75	1871,924	1353,768	1353,768	1553,247	3100,759	1851,748	23,852	63,631
32157010	LG	Mapiripana	Guaviare	52248,4	2006,81	13,391	507,658	4236	2,458	0,997	0,374	590,580	0,003	1147890	3623	32933,135	1848,5	1353,056	1353,056	1575,365	3080,992	1821,474	24,054	62,548
32157040	LM	Pueblo Nuevo	Guaviare	61481,8	2370,97	12,332	460,837	4236	2,677	0,987	0,369	591,918	0,003	1395110	3638	40449,28	1801,015	1364,241	1364,241	1612,172	3047,785	1771,537	24,388	60,858
32197010	LM	Arabia Arrecifal	Guaviare	68320,6	2846,62	11,786	429,617	4236	3,049	0,974	0,368	590,054	0,002	1860240	3682	46828,36	1760,146	1388,374	1388,374	1632,166	3023,350	1739,088	24,599	60,785



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
32207010	LM	Cejal	Guaviare	83095,6	3031,56	10,785	382,262	4236	2,945	0,951	0,350	595,857	0,002	1890780	3675	60049,67	1690,228	1411,160	1411,160	1665,474	2970,884	1675,009	24,928	59,343
33077010	LM	Sta Rita	Vichada	24564,3	1525,26	5,681	163,985	228	2,725	1,164	0,623	889,174	0,000	991581	135	8771,554	1112,844	1478,748	1478,748	1825,404	2413,777	1126,248	26,504	48,867
35017020	LG	Pte Lleras-Automat	Meta	8038,84	764,471	19,976	1167,545	3978	2,387	1,244	0,413	509,428	0,012	274150	3318	1935,481	1892,901	1231,857	1231,857	1357,440	2961,451	1907,462	21,060	60,669
35017040	LM	Barro El	Metica	2416,45	372,441	9,825	471,023	3586	2,121	1,324	0,412	450,808	0,022	138654	3107	545,035	2160,407	1344,185	1344,185	1633,741	3422,370	2111,222	24,858	69,717
35017070	LM	Rancho Alegre	Orotoy	102,273	83,277	3,803	417,381	270	2,306	1,172	0,230	436,316	0,007	33050,3	223	4,413	1959,319	1329,119	1329,119	1688,288	3014,102	1855,793	25,434	79,388
35017090	LM	Pte Camacho	Cno Camoa	19,350	23,042	4,748	465,887	77	1,467	1,162	0,258	464,230	0,006	5583,19	36	3,636	1639,439	1331,431	1331,431	1637,844	3141,389	1548,014	24,996	67,354
35017100	LM	Bajo Nare	Metica	7719,62	708,211	20,552	1207,556	3977	2,257	1,250	0,413	495,386	0,013	252655	3307	1864,508	1905,943	1226,425	1226,425	1338,609	2980,678	1926,034	20,832	60,935
35027100	LG	Caraza	Une	160,124	66,243	27,611	2912,896	1977	1,466	1,145	0,415	476,705	0,083	20152,6	1682	19,050	731,5	1061,5	1061,5	554	1389	1054	8,778	29,771
35027140	LG	Pte Carretera	Guayuriba	2818,27	330,502	42,577	2617,223	3555	1,743	1,171	0,459	510,496	0,027	108286	2928	915,896	1395,219	1012,438	1012,438	796,844	2307,906	1558,063	13,448	49,576
35027150	LG	Animas Las	Chochal	111,26	48,333	25,812	3689,963	1270	1,283	0,964	0,270	639,156	0,065	16829,7	1086	6,191	591,573	1118,684	1118,684	487,642	1563,009	1010,326	6,866	31,202
35027190	LG	Guacapate	Negro	1298,6	195,496	34,638	2626,027	2691	1,519	1,236	0,457	600,265	0,035	60919	2159	327,367	779,125	1020,688	1020,688	790,188	1560,563	924,75	13,809	40,795
35027200	LG	Palmar El	Blanco	1013,05	175,048	46,380	3055,928	3183	1,540	1,078	0,440	498,034	0,045	66014,1	2996	272,632	1246,727	1056,818	1056,818	623,273	2237,727	1536,909	10,135	44,063
35027210	LG	Caseteja-Delicias	Negro	2483,53	298,897	41,151	2760,746	3256	1,679	1,143	0,438	548,960	0,032	82726,5	2624	691,476	1033,25	1031,393	1031,393	733,536	1905,964	1231,357	12,515	44,039
35027220	LM	Llano Largo	Qda Idaza	3,544	10,194	21,407	3179,649	507	1,516	1,028	0,282	683,211	0,073	1860,52	136		467,348	1003,696	1003,696	815,862	1269,011	572,621	14,442	30,616
35047030	LM	Pte Carretera	Guacavia	338,966	98,703	36,186	1137,449	3398	1,501	0,883	0,195	254,652	0,064	38031,2	2445	139,365	3997,25	1082,25	1082,25	1425	5063,75	3957	22,285	102,575
35057010	LG	Cable El	Humea	953,998	149,497	36,358	1077,816	3545	1,355	0,988	0,355	331,032	0,043	44940	1925	373,367	3362,091	1180,091	1180,091	1455,364	4599,727	3309,818	22,911	81,200
35057040	LM	Pte Carretera	Qda Salinas	16,227	24,249	24,045	598,509	708	1,686	1,407	0,431	282,845	0,025	8516,62	211	3,190	3567,080	1233,596	1233,596	1521,178	4477,482	3531,657	23,893	99,625
35067010	LG	Gloria La	Negro	75,634	45,312	35,728	2497,730	1378	1,459	1,500	0,873	185,469	0,062	14149,4	881	37,805	4410,706	724,038	724,038	1111,726	4132,431	4240,075	18,801	61,613
35067030	LG	Ubala	Chivor	67,965	37,555	34,097	2449,049	1433	1,276	1,305	0,647	253,747	0,080	10114,8	806	16,886	2833,610	763,738	763,738	1026,760	3524,941	2697,724	17,783	60,270
35067090	LG	Boca La	Batatas	47,636	32,776	47,011	2157,865	1263	1,330	1,492	0,966	239,541	0,043	8878,89	385	30,072	3895,031	1016,016	1016,016	1153,669	4757,279	3857,291	19,366	76,642
35067130	LG	Mundo Nuevo	Rucio	36,595	26,925	36,605	2302,485	1457	1,246	1,368	0,629	199,922	0,083	7691,58	642	13,811	3767	754	754	969	3747	3659	16,976	56,601



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
35077080	LG	Pte Fierro	Somondoco	616,726	140,92	32,451	2467,107	2182	1,589	1,200	0,530	417,975	0,041	45858,7	1897	92,816	815,5	808,875	808,875	817	1844,75	814,125	14,352	36,422
35077090	LM	Pte Adriana	Jenesano	345,518	138,039	22,018	2821,699	1531	2,079	1,266	0,538	328,687	0,031	41001,4	1286	14,851	463,667	730	730	770,667	1137,333	446,667	13,668	29,368
35077100	LG	San Jose	Teatinos	30,422	24,903	22,232	3259,721	603	1,264	1,393	0,789	339,705	0,044	8100,84	355	3,543	303,824	729,689	729,689	721,226	886,203	331,451	12,696	23,943
35077120	LG	Caracol El	Garagoa	1420,82	211,799	27,325	2557,765	2287	1,573	1,150	0,503	431,094	0,023	87081,9	1978	116,121	445,188	730,75	730,75	811,938	1062,938	424	14,248	32,579
35077140	LG	Barbosa Termales	Macheta	372,22	109,809	31,416	2651,581	1972	1,594	1,139	0,443	428,629	0,053	32348,6	1726	57,727	666	818,8	818,8	774	1691,6	696,6	13,558	33,314
35087010	LG	San Agustin	Lengupa	1633,72	211,543	36,116	2061,232	3398	1,465	1,185	0,535	222,727	0,027	98927,3	2648	483,696	2166,15	733,25	733,25	1055,65	2880,4	1964,8	17,906	54,749
35087020	LG	Paez	Lengupa	1033,76	162,613	33,084	2289,988	3014	1,416	1,209	0,510	235,783	0,040	57031,6	2256	254,460	1530,154	702,462	702,462	957,077	2441,846	1341,308	16,556	47,879
35087030	LM	Pte Forero	Tunjita	81,825	45,457	32,686	2548,141	1784	1,407	1,116	0,538	201,428	0,110	10801	1190	57,933	1719,210	687,627	687,627	993,334	2546,396	1496,339	17,262	45,969
35087040	LM	Cedros Los	Tunjita	215,497	68,742	33,808	2251,307	2304	1,311	1,082	0,510	257,596	0,071	24037	1700	101,627	1558	686	686	969,5	2267	1346	16,936	52,635
35097090	LG	Reventonera La	Upia	1130,7	243,184	35,339	2337,370	3527	2,025	1,151	0,531	349,470	0,029	112585	3238	308,901	1847,417	907,25	907,25	1004,583	2855,917	1763,5	17,102	56,836
35097100	LG	Mombita Pte Romera	Upia	651,227	149,385	29,892	2991,514	2720	1,639	1,238	0,570	447,326	0,040	61595,6	2448	89,833	1230,125	828,5	828,5	845,5	2194,125	1198,75	14,573	46,357
35107010	LM	Pte Cabuyarito	Cabuyarito	925,021	177,773	6,923	251,978	891	1,637	1,085	0,354	740,283	0,003	86637,2	263	177,240	1649,9	1371,3	1371,3	1743,3	2776	1567,9	25,820	71,604
35107030	LM	Cabuyaro	Meta	14314,8	775,554	19,005	966,327	4001	1,815	1,167	0,347	491,825	0,010	320585	3318	3329,723	2234,952	1243,470	1243,470	1452,518	3198,590	2222,386	22,314	67,209
35107040	LG	Guaicaramo	Upia	8225,54	567,67	34,207	2096,398	3690	1,753	1,275	0,612	332,179	0,016	191526	3070	1867,338	1837,828	866,892	866,892	989,710	2656,581	1786,559	16,758	53,761
35117010	LG	Humapo	Meta	25877,7	1106,56	22,311	1235,850	4001	1,926	1,170	0,421	479,416	0,009	391089	3335	5759,886	2036,154	1137,615	1137,615	1348,448	2985,940	2001,689	21,041	62,116
35127010	LM	Pto Gaitan	Manacacias	9798,25	805,727	6,207	205,579	181	2,279	1,356	0,607	805,702	0,000	452001	123	2171,326	1604,596	1374,825	1374,825	1770,211	3065,175	1515,211	26,050	51,394
35127020	LG	Camp Yucao	Yucao	2362,67	350,239	5,941	200,677	141	2,018	1,125	0,572	880,733	0,001	147115	98	277,939	1411,269	1365	1365	1795,154	2660,192	1326,923	26,156	47,767
35127030	LM	Esperanza La	Manacacias	8470,7	681,213	6,207	209,781	173	2,072	1,376	0,611	794,823	0,000	339181	112	1949,214	1631,643	1375,520	1375,520	1760,776	3124,163	1541,541	25,996	52,443
35137010	LM	Cejalito	Cno Melua	1806,22	278,138	6,429	208,476	138	1,832	1,301	0,546	780,876	0,001	117134	82	441,857	1798,316	1379,579	1379,579	1763,789	2928,263	1708,579	26,042	50,582
35177020	LM	Pto Texas	Meta	40834,4	1369,2	16,298	856,602	4010	1,897	1,188	0,458	607,403	0,007	453193	3340	8437,28	1854,915	1224,395	1224,395	1506,217	2962,059	1802,040	22,893	58,017
35197020	LG	Vado Hondo	Cusiana	210,153	78,233	27,532	3373,301	1092	1,511	1,270	0,547	1095,689	0,039	20623,9	806		502	1014	1014	560,5	1276	719	9,439	43,909



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
35197030	LG	Esteros Los	Unete	247,604	83,878	31,778	787,254	1713	1,493	1,099	0,388	353,646	0,046	25183,9	1164	102,070	3283,75	1301,75	1301,75	1457,75	4148,25	3260	23,678	68,239
35197040	LM	Pte Charte	Charte	328,533	104,077	36,603	1078,929	2960	1,608	1,268	0,562	528,730	0,059	37238,2	2208	163,146	2409,333	1274	1274	1424,667	3577,667	2352,333	23,046	66,109
35197050	LG	Rancherias	Cusiana	291,505	99,137	29,898	3301,168	1770	1,626	1,271	0,566	909,628	0,045	33165,3	1484	11,234	836,667	997	997	571	1528,333	1079,667	9,562	46,491
35197180	LM	Mani	Cusiana	3143,4	394,222	21,654	980,347	3798	1,969	1,096	0,354	542,243	0,019	183744	3496	844,163	2372,421	1204,605	1204,605	1442,553	3405,368	2333,632	22,460	60,448
35217010	LG	Pte Yopal	Cravo Sur	1091,65	230,245	41,464	2160,589	3577	1,951	0,975	0,389	587,716	0,036	86878,3	3158	320,084	1910,385	912,231	912,231	921,692	2847,385	1942,231	15,512	61,786
35217030	LG	Pte La Cabana	Cravo Sur	999,192	203,287	41,923	2280,498	3471	1,801	0,967	0,389	587,716	0,040	77268,9	3057	290,178	1910,385	912,231	912,231	921,692	2847,385	1942,231	15,512	60,989
35217060	LG	Playon El	Tocaria	1392	197,223	40,572	1564,272	3523	1,480	1,024	0,446	593,686	0,037	83185,2	3112	745,093	1834,6	960,2	960,2	1243,333	3028,8	1737,133	20,243	65,988
35237020	LM	Pte Carretera	Pore	15,189	28,830	17,390	477,608	620	2,071	0,724	0,066	919,567	0,025	9402,54	233	6,799	1358,868	1485,834	1485,834	1706	2639,612	1335,775	25,892	64,154
35257040	LG	Aceitico	Meta	106035	2567,94	12,102	567,232	5258	2,208	0,897	0,270	852,926	0,003	1061620	3410	22193,036	1420,642	1346,001	1346,001	1623,977	2612,116	1418,132	24,345	54,181
35267080	LG	Aguaverde	Meta	76005,5	2157,28	13,212	649,332	4071	2,191	1,001	0,320	798,941	0,004	837965	3387	15354,079	1532,131	1308,268	1308,268	1597,056	2699,572	1514,618	23,993	54,975
36017010	LG	Paz De Ariporo	Ariporo	500,913	155,354	29,297	966,883	2308	1,944	1,090	0,402	620,668	0,025	59055,1	1463	351,217	1817,714	1162,286	1162,286	1415,286	3105,286	1714	22,899	69,561
36017020	LM	Pte Carretera	Muese	43,789	39,108	20,474	568,546	1045	1,655	1,067	0,274	875,975	0,045	15425,3	692	24,175	1471,215	1521,345	1521,345	1603,964	2743,340	1462,580	25,374	65,250
36017030	LM	Pte Carretera	Tate	114,881	57,063	22,994	658,467	1278	1,491	0,862	0,209	668,650	0,034	22094,4	749	62,976	1895,5	1403	1403	1382	3080	1881,5	23,240	66,239
37017010	LM	Berlin	Jordan	10,802	17,482	13,432	3410,736	221	1,489	1,156	0,463	523,689	0,018	3695,72	67		701,232	953,043	953,043	571,700	1283,720	919,425	9,296	28,733
37017040	LG	Pte Lopez	Chitaga	848,075	157,558	37,497	3282,628	2636	1,515	1,099	0,501	606,103	0,031	48626,4	1504	19,036	545,222	976,556	976,556	564	1143,222	765,667	9,029	36,083
37017050	LM	Venaga	Chitaga	1572,41	270,97	40,037	2898,624	4502	1,913	0,962	0,382	598,670	0,028	78491	2191	241,593	470,667	934,5	934,5	681	1181,333	613,444	11,512	34,729
37027010	LG	Pena De Los Micos	Margua	2584,38	346,091	41,599	2891,826	4510	1,906	1,020	0,431	558,680	0,027	84699,6	2293	445,527	569,333	950,333	950,333	663,370	1296,259	729,481	11,247	40,266
37037010	LG	Paso De La Canoa	Cobugon	1516,2	200,385	55,487	2340,213	4442	1,441	0,932	0,356	299,541	0,043	87802,2	3816	802,623	1928,9	970,2	970,2	721,25	3247,5	2129,6	11,732	77,643
38017030	LG	Roncador	Orinoco	343586	5507,66	6,620	207,697	4236	2,631	0,601	0,249	676,739	0,002	2245700	3714	137844,81	1392,535	1493,308	1493,308	1754,430	2713,008	1411,428	25,891	56,585
38027020	LG	Pto Nari#O	Orinoco	291170	5640,06	7,442	240,976	4236	2,927	0,598	0,241	632,330	0,002	2123360	3680	131595,91	1486,269	1478,310	1478,310	1740,131	2804,948	1492,855	25,718	57,926
42067010	LM	Cerros Los	Vaupes	17105,1	1250,04	5,871	241,627	476	2,676	0,756	0,236	479,472	0,000	770369	183	14946,12	2020,184	1461,806	1461,806	1730,332	3368,903	1998,954	25,760	62,844



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
42077010	LM	San Antonio	Vaupes	20104,9	1374,55	6,035	241,256	495	2,714	0,737	0,231	478,062	0,000	861938	172	17681,32	2008,013	1476,784	1476,784	1738,264	3370,762	1997,424	25,805	64,554
42077020	LG	Mitu	Vaupes	21558,2	1502,67	6,198	239,383	495	2,866	0,736	0,234	479,075	0,000	966560	189	19041,09	1994,496	1482,685	1482,685	1743,923	3363,121	1987,944	25,838	66,202
44017050	LG	Riogrande	Grande	130,612	66,029	27,915	3002,014	1352	1,618	1,331	0,597	274,183	0,040	27945,2	1116	110,018	1081	1042,5	1042,5	627,5	1576	1357,5	10,672	53,930
44017060	LG	Papas	Caqueta	86,491	50,876	28,102	3196,088	1191	1,532	1,233	0,474	259,773	0,021	11575,6	238	24,546	1116	1044,5	1044,5	548	1520,5	1489	8,640	30,446
44017070	LG	Sta Rosa	Caqueta	686,66	148,726	37,797	2924,097	2540	1,589	1,434	0,683	251,034	0,027	54154,1	1481	410,906	1176,125	1032,625	1032,625	630,125	1766,875	1462,25	10,531	49,459
44017090	LG	Curiaco	Caqueta	429,683	132,608	29,813	3048,725	2264	1,791	1,367	0,554	267,335	0,027	43965,7	1195	220,816	1075,4	1044	1044	584,6	1537,6	1399,8	9,582	43,663
44017110	LG	Andaqui	Caqueta	4456,77	398,404	43,530	2085,873	3867	1,671	1,515	0,958	228,006	0,017	160257	2766	3785,387	1988,84	989	989	1036,02	3048,1	2052,64	16,817	76,658
44037040	LG	Rosario El-Automat	Cara#O	56,14	37,839	47,741	1763,439	1881	1,414	1,187	0,463	273,740	0,081	14709,5	1195	55,134	2916,499	967,267	967,267	1690,931	4892,873	2754,925	24,839	124,288
44037050	LG	Venecia	Orteguaza	1071,57	202,385	39,227	1539,435	3183	1,731	1,710	0,949	285,152	0,023	121088	2821	685,843	2717,067	1015,133	1015,133	1388,467	4170,867	2669,133	21,740	103,898
44037060	LG	Florencia-Automati	Hacha	297,219	100,902	47,279	1401,691	2409	1,639	1,191	0,446	249,969	0,044	44007,9	1936	154,130	2689	918	918	1462	4410	2539	22,725	120,078
44037080	LG	Morelia	Bodoquero	340,524	102,399	44,495	1091,915	2366	1,554	1,339	0,648	267,393	0,033	47669,3	1551	264,765	2842	939,5	939,5	1414,75	4283,5	2743	22,056	116,923
44037090	LG	Larandia	Orteguaza	1683,25	264,589	37,487	1311,522	3208	1,806	1,564	0,795	291,646	0,019	145949	2834	921,375	2707,238	1031,857	1031,857	1453,619	4228,905	2637,429	22,466	108,439
44037100	LG	Itarca	San Pedro	651,81	159,418	33,711	1130,019	2482	1,748	1,604	0,733	347,814	0,022	72137,2	1559	354,609	2601,286	1248,857	1248,857	1615,429	4209,857	2532	24,641	110,957
44117010	LG	Tagua La	Caqueta	31140,8	1442,66	18,691	684,244	4060	2,289	1,078	0,457	382,242	0,005	640051	2954	19851,86	2216,011	1326,967	1326,967	1570,663	3498,251	2216,831	23,754	98,099
44157010	LG	Mercedes Las	Caqueta	68465,5	2691,79	15,764	545,911	4122	2,880	1,053	0,412	416,355	0,003	1125900	3019	47664,06	2118,910	1439,349	1439,349	1661,913	3447,583	2150,621	24,771	93,627
44157030	LM	Maria Manteca	Caqueta	133301	3699,33	11,748	374,672	4188	2,837	1,014	0,365	445,465	0,002	1471710	3047	108262,8	2043,198	1551,626	1551,626	1724,576	3457,021	2113,326	25,506	86,963
44167020	LM	Sta Isabel	Caqueta	47729,7	2234,29	7,586	212,566	640	2,864	0,995	0,337	462,515	0,000	1034500	212	43808,01	1995,379	1612,421	1612,421	1777,284	3457,062	2071,762	26,114	79,845
44187010	LM	Pto Cordoba	Caqueta	147897	4099,32	11,256	351,109	4188	2,985	0,997	0,350	452,445	0,002	1635880	3048	122170,9	2029,021	1575,346	1575,346	1735,913	3461,243	2110,086	25,630	86,684
46017010	LG	San Ignacio	Caguan	3332,73	429,825	36,391	1317,017	3380	2,085	1,099	0,509	283,240	0,012	161521	1909	2098,554	2676,054	1021,946	1021,946	1508,432	3538,541	2596,108	23,003	77,808
46037010	LM	Esmeralda La	Esmeralda	64,191	36,883	33,011	646,713	1477	1,289	1,460	0,592	392,500	0,043	15306,7	652	27,584	2118,909	1319,636	1319,636	1591	3379,479	2036,381	24,478	102,611
46037040	LM	Doncello	Doncello	17,708	20,232	49,564	956,035	1230	1,346	1,070	0,508	393,302	0,094	7343,34	692	9,938	2147,062	1330,941	1330,941	1591	3487,228	2070,505	24,513	108,001



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
46037060	LM	Pto Rico	Guayas	2439,16	270,152	40,443	1737,624	3213	1,532	1,450	0,872	275,584	0,017	137685	2405	2021,989	3026,778	1020,148	1020,148	1350,704	3996,926	3036,111	21,182	88,292
46077010	LM	Quilla La	Caguan	17597,6	1114,98	20,308	687,313	3530	2,353	1,091	0,452	399,134	0,004	544231	1990	9207,383	2207,910	1326,889	1326,889	1637,171	3381,156	2188,794	24,513	92,321
47017020	LG	Cocha La	Guamues	237,707	86,360	24,305	2985,123	964	1,568	1,829	1,222	493,263	0,021	27840	583	105,735	481,6	1154	1154	619,4	1524,2	747,4	10,489	50,596
47017070	LG	Eden El	Putumayo	517,413	132,789	28,393	2633,255	1891	1,635	1,493	0,652	448,343	0,041	34732,4	1408	258,179	1333	1085,4	1085,4	824,4	2452,2	1517,2	14,581	61,860
47017110	LG	Monopamba	Sucio	459,847	140,872	42,977	2953,999	2415	1,839	1,332	1,013	219,003	0,051	32891,8	1663	311,545	462,667	1181,333	1181,333	613	1400,333	749	10,290	60,571
47017130	LG	Joyas Las	Guamues	460,496	121,11	26,237	2997,531	1805	1,580	1,613	1,001	474,455	0,027	44799,6	1207	216,589	527,286	1148,143	1148,143	647,571	1576,429	776,429	11,111	52,248
47017150	LG	Joya La	Guineo	377,182	123,159	11,508	469,599	2146	1,776	1,324	0,411	300,294	0,023	47527,9	1091	124,353	3451,4	1187,8	1187,8	1682,4	4928,4	3439,2	24,904	139,285
47017160	LM	Pte Texas	Putumayo	3500,5	324,848	30,833	1276,142	3728	1,537	1,248	0,539	337,291	0,023	133064	3086	2201,601	2747,341	1115,878	1115,878	1368,122	4215,293	2786,902	21,362	105,403
51027020	LM	Pilispi	Guiza	428,639	113,125	46,566	2587,069	2863	1,530	1,012	0,352	528,454	0,055	43547,8	2400	129,175	1106,8	1135	1135	742	2345	1361,6	12,688	71,517
51027030	LG	Quelvi	Vegas	531,778	138,847	46,030	2231,102	4003	1,686	0,879	0,433	444,225	0,043	62363,5	2703	343,347	2206,5	1122,333	1122,333	803,667	4032,667	2476,167	13,271	99,290
51027040	LM	Palpis	Guiza	514,76	136,705	45,805	2417,076	3111	1,687	0,966	0,334	486,757	0,049	53807,6	2634	154,114	1567,333	1114,5	1114,5	830	2953	1773,667	14,041	82,525
51027050	LG	Pipiguay	Guiza	1083,28	169,41	46,028	2285,796	4053	1,441	0,922	0,384	465,491	0,045	62705,9	2823	516,666	1886,917	1118,417	1118,417	816,833	3492,833	2124,917	13,656	93,388
51027060	LG	San Juan-Automatic	Mira	2735,21	367,184	33,174	1269,224	4747	1,966	0,807	0,318	382,638	0,019	182993	3562	1652,184	3210,7	1253,533	1253,533	1304,833	5170,9	3326,733	20,197	145,537
52017010	LG	Pte Guascas	Patia	8782,7	537,369	38,735	1826,862	3987	1,606	1,290	0,591	404,146	0,013	209708	2644	1041,284	955,812	1015,198	1015,198	1090,584	1745,703	998,455	17,868	33,291
52017020	LG	Pto Nuevo	Patia	5106,23	377,186	37,540	1689,459	3891	1,478	1,298	0,592	240,528	0,016	158072	2529	471,356	1161,404	984,105	984,105	1161,386	1891,158	1137,070	18,858	38,040
52017030	LG	Fonda La	Patia	1704,49	247,696	36,141	1609,288	3820	1,680	1,032	0,366	129,054	0,030	83366,7	2476	113,325	1358,444	937,389	937,389	1253,833	2278,944	1215,389	20,127	51,771
52017070	LG	Bocatoma	Sajandi	167,617	62,849	51,147	1843,519	2481	1,359	0,970	0,340	149,977	0,085	19604,4	1660	16,371	1080,294	960,497	960,497	1427,529	2304,649	930,034	22,370	60,574
52017080	LG	Pte Carretera	Mamaconde	246,998	80,654	60,417	1972,867	2892	1,437	0,838	0,358	339,640	0,072	31201,8	2247	36,270	1401	964	964	1140	2470,5	1349,5	19,282	44,291
52017110	LG	Pte Carretera	Quilcase	270,055	107,573	38,894	2278,664	3544	1,833	1,018	0,343	194,050	0,054	47474,3	2581	33,374	1550	988	988	749	2300	1728,5	12,715	45,462
52017130	LG	Pte Colgante	Timbio	769,083	198,741	36,836	1681,055	3036	2,007	1,029	0,412	118,568	0,034	71213	2440	57,157	1429	918,222	918,222	1219,444	2431,111	1268,333	19,887	59,702
52027010	LG	Guachicono	Guachicono	956,755	165,596	41,704	2179,149	3699	1,499	1,538	0,753	192,939	0,035	75340,3	2611	160,511	1253,583	975,167	975,167	851,417	1779	1345	14,342	34,565



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
52027020	LG	Playa La	San Jorge	673,389	142,386	43,521	2172,314	2912	1,536	1,884	1,077	214,711	0,047	54010,8	2516	98,909	1270,286	964,286	964,286	972	1590,286	1304,714	16,607	26,541
52027030	LG	Pte Fierro	Guachicono	768,654	147,371	44,714	2421,077	3488	1,488	1,523	0,746	204,310	0,044	54441,4	2402	157,481	1236,545	982,182	982,182	802,636	1787,182	1368,455	13,640	34,912
52037010	LG	Ca#Ada La	Mayo	336,52	89,214	43,384	2775,610	2525	1,362	1,619	1,040	597,149	0,053	29760,5	1577	88,298	703,8	1056	1056	757,8	1847,2	887,4	13,117	28,855
52047010	LG	Universidad	Pasto	211,108	80,196	25,064	2972,412	1760	1,545	1,183	0,433	550,692	0,042	20532,5	857	37,648	225,5	1138	1138	660	1138,5	434	11,388	20,030
52047020	LG	Pte Juanambu	Juanambu	1355,48	191,641	42,618	2427,293	3409	1,457	1,426	0,729	542,053	0,032	82355	2601	358,145	873,059	1063,118	1063,118	846,529	1559,353	1031,529	14,589	28,616
52047040	LG	Providencia	Pasto	455,116	123,404	33,782	2634,252	3134	1,620	1,206	0,428	473,120	0,044	50524,5	2239	88,806	454,8	1130,2	1130,2	688	1368,8	673,6	11,829	24,552
52057010	LG	Pilcuan	Guaitara	1479,16	214,86	25,549	3066,776	4752	1,564	1,310	0,616	460,977	0,021	93476,1	1922	128,845	255,2	1173,467	1173,467	612,2	1144,867	503,867	10,223	27,348
52057030	LG	Agroyaco	Guaitara	3534,16	386,752	37,080	2687,397	4752	1,822	1,283	0,550	405,929	0,019	173222	3244	356,771	399,897	1134,897	1134,897	745,308	1342,051	593,077	12,694	28,153
52057040	LG	Carlosama	Blanco	210,64	90,367	21,086	3403,549	1925	1,743	1,046	0,309	859,352	0,025	34542	854	4,370	214,5	1193	1193	552,5	1203,5	517	8,640	38,520
52057050	LG	San Pedro	Guaitara	2738,48	333,181	32,998	2852,081	4752	1,783	1,324	0,597	369,032	0,020	145838	2932	330,734	321,267	1146,467	1146,467	697,4	1188,533	526,267	11,878	25,885
52057060	LG	Yunguilla	Pacual	377,412	96,565	45,779	2626,231	2615	1,392	1,050	0,321	510,012	0,052	37218,1	1930	14,481	565,2	1144	1144	714	1809,6	786,6	12,355	36,710
52067010	LG	Sali-Automatica	Telembi	2164,79	263,605	40,983	1143,578	3725	1,586	0,861	0,273	313,092	0,028	110413	3091	1578,619	3338,875	1099,958	1099,958	1484,458	5391,625	3354,375	22,479	86,362
52067030	LG	Vergel El	Saspi	43,123	30,324	60,156	2428,878	1903	1,293	1,008	0,348	578,665	0,112	5480,32	614	13,196	934,389	1040,784	1040,784	1190,332	1854,937	947,865	19,827	57,709
52067040	LG	Sande El	Cristal	152,131	59,801	56,793	1840,518	2253	1,358	0,768	0,200	315,863	0,062	22772,9	1415	70,007	2217	1099	1099	921	3905,5	2419,5	16,210	68,878
52077010	LG	Pte Pusmeo-Automat	Patia	12451	730,597	38,496	2068,570	4752	1,833	1,287	0,578	411,055	0,012	222161	2700	1403,776	799,197	1049,225	1049,225	998,951	1632,866	883,937	16,492	31,846
53047010	LG	Sangaral	Napi	419,603	108,565	34,023	632,521	3871	1,484	1,108	0,383	257,526	0,045	53835,2	2428	285,749	5551,2	1550,6	1550,6	1803,6	6584,6	5735,2	26,273	155,915
53077010	LG	Angostura-Automati	Micay	2383,23	278,242	55,745	1472,276	3761	1,596	1,047	0,439	185,472	0,021	117560	2423	1603,885	2399,935	974,516	974,516	1219,935	4101,161	2336,903	19,885	130,605
53077020	LM	Guayabal	Micay	3796,05	414,095	49,172	1116,834	3792	1,882	1,060	0,403	198,170	0,014	179899	2440	2870,403	2720,783	1070,261	1070,261	1345,065	4786,913	2661,326	21,332	164,505
53077060	LG	Mono El	Chuare	604,36	141,166	54,799	983,414	3180	1,608	0,928	0,375	101,732	0,039	53114,1	2059	591,855	3974,714	1033,857	1033,857	1465,286	5795	3824,714	22,769	214,302
53107040	LG	Aguaclara	Anchicaya	736,298	146,487	46,103	1567,838	3898	1,512	0,864	0,414	140,616	0,037	77396,7	2839	574,630	4420,556	792	792	1556,556	5779,444	4162,778	23,556	102,875
54017030	LG	Istmina-Automatica	San Juan	1990,44	329,686	44,820	1116,148	4039	2,069	1,170	0,514	127,518	0,019	141092	2648	1375,243	4573,957	1107,217	1107,217	1349,783	5100,913	4611,913	21,035	154,665



Continuación del anexo 1. Morfometrias_áreas aferentes

Codigo estación	Tipo estación	Nombre estación	Nombre de la corriente hídrica	Area de la cuenca (km2)	Perímetro (Km)	Pendiente media de la cuenca (%)	Elevacion media de la cuenca (msnm)	Desnivel cuenca (m)	Compacidad	Densidad de drenaje (longitud de drenajes/km2)	Densidad de corrientes (num de drenajes/ km2)	Deficit de agua en el suelo basada en Penman anual	Pendiente media del cauce (m/m)	Longitud del cauce (m)	Desnivel del cauce (m)	Bosque km2	Escorrentía basada en Penman potencial anual	Evaporación real Morton anual	Evaporación real Penman anual	Evaporación potencial turc	Precipitacion media anual	Rendimiento (precipitación balances 1999) - evap	Temperatura del aire en la superficie anual	Rendimiento anual (l/s.Km2)
54017040	LG	Tado-Automatica	San Juan	1766,2	277,74	48,199	1240,984	4019	1,850	1,150	0,513	120,451	0,022	117381	2625	1256,822	4375,714	1078,333	1078,333	1304,238	4875,333	4405,476	20,542	148,053
54027020	LG	Bocas De Iro	Condoto	598,474	150,095	27,783	353,216	1822	1,718	1,188	0,495	188,004	0,013	66329,2	831	386,742	6053,5	1273,667	1273,667	1562,333	7038,5	6137,833	23,962	197,711
54027030	LG	Salado El	San Juan	5262,37	526,717	38,991	889,829	4082	2,033	1,186	0,506	133,884	0,014	186954	2677	3372,738	5326,951	1135,902	1135,902	1329,607	6340,475	5440,492	20,793	162,382
54027040	LG	Mampi	Tamana	1829,63	220,148	49,204	1197,732	4025	1,441	1,062	0,447	106,925	0,022	86671	1910	1231,28	5342,524	939,333	939,333	979,952	6095,619	5525,190	16,606	145,368
54057010	LG	Noanama Aserrio	San Juan	9413,95	665,629	37,361	866,872	4082	1,921	1,214	0,516	137,540	0,012	231566	2685	5925,649	4834,402	1093,430	1093,430	1383,729	6184,636	4868,682	21,448	142,991
54077010	LG	Trojita La	Calima	1297,68	272,66	30,359	879,261	3828	2,119	1,504	0,711	101,582	0,014	122772	1667	1029,329	3476,5	1007,071	1007,071	1728,071	4830,429	3307,214	25,131	109,777
54077030	LG	Virgen La	Calima	1057,87	231,56	35,166	1068,469	3827	1,993	1,394	0,638	93,210	0,016	105741	1666	807,352	2937,545	881,364	881,364	1700,818	4253,455	2728,636	24,707	96,957
54097010	LG	Penitas	San Juan	12257,7	799,558	33,547	735,803	4082	2,022	1,247	0,528	129,494	0,008	320274	2689	8578,78	5037,220	1142,064	1142,064	1476,723	6499,489	5040,844	22,494	142,790

