



**Manuel Rodríguez Becerra**  
EDITOR



# ¿PARA DÓNDE VA EL RÍO MAGDALENA?



**Riesgos  
sociales,  
ambientales  
y económicos  
del proyecto  
de navegabilidad**



**FRIEDRICH  
EBERT  
STIFTUNG**

**fna**  
foro nacional  
ambiental



**¿PARA DÓNDE VA EL RÍO MAGDALENA?**

**Riesgos sociales,  
ambientales y económicos  
del proyecto de navegabilidad**



**¿PARA DÓNDE VA EL RÍO MAGDALENA?**

**Riesgos sociales,  
ambientales y económicos  
del proyecto de navegabilidad**

**FRIEDRICH  
EBERT   
STIFTUNG**

  
**fna**  
foro nacional  
ambiental

Friedrich-Ebert-Stiftung en Colombia (Fescol)  
Calle 71 n° 11-90  
Bogotá  
Teléfonos (57 1) 254 14 14 / 347 30 77  
[www.fescol.org](http://www.fescol.org)

Foro Nacional Ambiental  
[www.foronacionalambiental.org.co](http://www.foronacionalambiental.org.co)

PRIMERA EDICIÓN  
Bogotá, octubre de 2015

ISBN 978-958-8677-29-3

COORDINACIÓN EDITORIAL  
Juan Andrés Valderrama

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN  
Ángela Lucía Vargas

FOTOGRAFÍAS DE LA CARÁTULA (DE ARRIBA ABAJO)  
Sindy Martínez, primera y cuarta  
Nicolás Vargas, segunda y tercera  
Germán Ferro, quinta

IMPRESIÓN  
Cima Gráfica

Las opiniones expresadas en este libro son de responsabilidad de los autores y no traducen necesariamente el pensamiento de la Friedrich-Ebert-Stiftung en Colombia (Fescol) ni de las instituciones que forman parte del Foro Nacional Ambiental.

# CONTENIDO

## PRÓLOGO. “LO QUE NOS VA QUEDANDO DEL RÍO”

•17•

---

Manuel Rodríguez Becerra

El Foro Nacional Ambiental y la cuenca Magdalena-Cauca.....	18
¿Para dónde va el río Magdalena?.....	19
Riesgos económicos, sociales y ambientales del proyecto de navegabilidad.....	25
Consideraciones finales .....	35

## DISEÑO DE LAS OBRAS DE ENCAUZAMIENTO PARA MEJORAR LA NAVEGACIÓN EN EL RÍO MAGDALENA

---

Jorge Enrique Sáenz

Procesos de estudios, diseño y licitación.....	41
Características técnicas del proyecto.....	43
Consideraciones de diseño .....	48
Conclusión .....	55
Referencias .....	55

## EL GRAN RÍO DE LA MAGDALENA: ¿UN CANAL FLUVIAL PARA TRANSPORTAR, DÍA Y NOCHE, Y SIN VACACIONES, HIDROCARBUROS Y CARBÓN?

---

Eduardo Aldana Valdés

Introducción.....	59
Pincelazos en la contratación de alteración del cauce y dragado del Magdalena.....	60
Inquietudes.....	68
Comentarios finales.....	71

## IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE LA NAVEGABILIDAD POR EL RÍO MAGDALENA

---

Felipe Castro • Helena García • Juan Benavides

Asistentes de investigación:

Laura Ospina • Alejandro Rodríguez Tatiana Zárate • Adrián Zuur

Introducción.....	99
Impactos económicos.....	101
Impactos sociales y ambientales.....	105
Estimación del impacto económico del proyecto.....	111
Conclusiones y recomendaciones.....	130
Referencias.....	131

## DINÁMICAS COMPLEJAS DEL RÍO MAGDALENA: NECESIDAD DE UN MARCO INTEGRAL DE GESTIÓN DE LA RESILIENCIA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

---

Sandra Patricia Vilardy

Introducción.....	135
El Magdalena entendido como un sistema socioecológico.....	136
Servicios ecosistémicos, políticas públicas y transformaciones.....	137
El cambio climático y la necesidad del cambio en las políticas públicas.....	138
Bibliografía.....	140

## HACIA UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LAS PLANICIES INUNDABLES EN LA CUENCA MAGDALENA-CAUCA

---

Thomas Walschburger • Héctor Angarita • Juliana Delgado

Introducción.....	145
Impactos esperados sobre caudales por la ampliación del sector hidroeléctrico a 2025 y 2050.....	146
Posibles impactos en las comunidades de peces por el embalsamiento de la cuenca Magdalena-Cauca.....	156
Discusión y conclusiones.....	158
Referencias.....	163



## ¿DE QUÉ HABLAMOS CUANDO DECIMOS QUE ESTAMOS RECUPERANDO EL RÍO MAGDALENA?

Germán Ferro Medina

Introducción.....	169
Inicio del viaje.....	170
Honda río arriba.....	173
Honda río abajo.....	179
El Magdalena medio, abundancia y muerte.....	180
Bibliografía.....	186

## LAS ARENAS DEL MAGDALENA Y LAS PLAYAS QUE DEPENDEN DE ELLAS

José Vicente Mogollón Vélez

Consideraciones preliminares.....	191
La trazabilidad histórica de los impactos del río.....	195
La parte ambiental: “licenciar o no licenciar, esa es la cuestión”.....	199
Llegamos al Dique.....	202
¡Albricias! Salimos del Dique. Y regresamos al romántico río.....	204
El difícil <i>mare nostrum</i> .....	207
La deriva litoral, un apilamiento de aguas contra la costa que genera una corriente.....	209
Las permanentes variaciones de las playas.....	215
La Galera de Zamba, Puerto Velero y otras flechas.....	218
Sabanilla y sus islas.....	224
Las arenas del Magdalena cambian la historia.....	230
¿Cómo se produjo el cierre de la Boca Grande?.....	233
Bibliografía.....	239

## LA PESCA EN LA CUENCA MAGDALENA-CAUCA: ANÁLISIS INTEGRAL DE SU ESTADO Y SU PROBLEMÁTICA, Y DISCUSIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO

Mauricio Valderrama Barco

La cuenca y la producción pesquera.....	243
Los pescadores.....	244

Normativa .....	246
Problemática.....	246
La ordenación pesquera y el futuro.....	249
Referencias.....	251

## EL RÍO MAGDALENA Y SU NAVEGABILIDAD

Jaime Iván Ordóñez

Generalidades .....	257
El río Magdalena como sistema fluvial .....	257
La navegabilidad.....	260
Los proyectos de navegación en el río Magdalena.....	261
El actual proyecto de navegación en el río Magdalena.....	262
Aspectos técnicos.....	265
Aspectos económicos.....	273
Aspectos ambientales.....	277
Aspectos contractuales.....	279
Conclusiones.....	284
Recomendaciones.....	284
Referencias.....	285

## CAUSAS NATURALES Y HUMANAS DE LA EROSIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA. RESUMEN PARA TOMADORES DE DECISIÓN

Juan Darío Restrepo

Las implicaciones de la erosión del río Magdalena en el desastre invernal 2010-2011 .....	291
La magnitud de la erosión en el río Magdalena.....	294
La deforestación como causa central de la erosión.....	296
Tendencias del transporte de sedimentos del río Magdalena, 1970-2011.....	299
Indicadores ambientales y económicos en el Magdalena.....	300
Recomendaciones de ciencia aplicada a la toma de decisiones.....	303
Conclusiones sobre los sedimentos del Magdalena para planes de política pública ambiental.....	309
Referencias .....	312

## ÍNDICE DE FIGURAS, MAPAS, GRÁFICOS, TABLAS Y FOTOS

### DISEÑO DE LAS OBRAS DE ENCAUZAMIENTO PARA MEJORAR LA NAVEGACIÓN EN EL RÍO MAGDALENA

Jorge Enrique Sáenz

Figura 1.	Área del proyecto del río Magdalena .....	42
Figura 2.	Convoy de diseño, vista en planta y en perfil.....	45
Figura 3.	Alineación típica del canal de navegación.....	46
Figura 4.	Variación de niveles de agua en Barrancabermeja .....	47
Figura 5.	Corte transversal típico en un canal navegable con ancho controlado.....	50
Figura 6.	Curva de diseño análisis de conductividad .....	51
Figura 7.	Revestimiento en trinchera .....	52
Figura 8.	Diques de enrocado .....	53
Figura 9.	Vista en planta de estructura con tres contrafuertes .....	53
Figura 10.	Perfiles típicos y secciones transversales.....	54

### IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE LA NAVEGABILIDAD POR EL RÍO MAGDALENA

Felipe Castro • Helena García • Juan Benavides

Mapa 1.	Unidades funcionales del Proyecto .....	101
Tabla 1.	Movimiento de carga nacional por modo de transporte, 2014 (millones de toneladas).....	102
Gráfico 1.	Desembarcos de peces en el río Magdalena, 1970-2013.....	108
Gráfico 2.	Participación de especies en el total de capturas, 1974, 1994, 2000 y 2010.....	108
Tabla 2.	Balance de posibles beneficios y riesgos para la pesca .....	109
Tabla 3.	Balance de posibles beneficios y riesgos para el turismo.....	111
Gráfico 3.	Choques introducidos al MEGC, 2015-2028 (en miles de millones de COP de 2015) .....	113
Gráfico 4.	Aporte al crecimiento del PIB generado por proyecto de Navelena, 2015-2028.....	115
Gráfico 5.	Impactos anuales sobre PIB, 2015-2028 (en miles de millones de COP de 2015) .....	115

Gráfico 6.	Impacto sobre valor bruto de la producción, desagregado entre valor agregado y consumo intermedio, 2015-2028 (en miles de millones de COP de 2015) .....	115
Tabla 4.	Desagregación de impactos sobre producción en valor presente (billones de COP de 2015) .....	116
Gráfico 7.	Impacto en producción bruta por sectores (miles de millones de COP de 2015) .....	117
Tabla 5.	Impacto fiscal desagregado por tipo de impuestos, 2015-2027 (en miles de millones COP de 2015) .....	118
Gráfico 8.	Empleos generados por el proyecto de Navelena, 2015-2028.....	119
Tabla 6.	Resumen de los impactos económicos del proyecto de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena .....	120
Gráfico 9.	Demanda de transporte fluvial.....	121
Tabla 7.	Distancias modo fluvial y carretero principales pares origen-destino .....	124
Tabla 8.	Parámetros por escenario .....	126
Tabla 9.	Fletes promedio fluviales y carreteros .....	126
Tabla 10.	Fletes carreteros y fluvial.....	127
Tabla 11.	Resumen resultados por escenario.....	129
Gráfico 10.	Distribución de beneficios por escenario.....	130

## HACIA UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LAS PLANICIES INUNDABLES EN LA CUENCA MAGDALENA-CAUCA

Thomas Walschburger • Héctor Angarita • Juliana Delgado

Figura 1.	Régimen de caudales del río Magdalena a diferentes escalas de tiempo .....	148
Figura 2.	Área de estudio .....	150
Figura 3.	Escenarios de análisis de alteración del régimen hidrológico en la cuenca asociados al desarrollo del sector hidroeléctrico .....	151
Figura 4.	Ejemplo de series de caudales simuladas para diferentes escenarios de desarrollo hidroeléctrico.....	152
Figura 5.	Ejemplos de realizaciones del régimen de caudales en la cuenca para diferentes escenarios de desarrollo hidroeléctrico y cambio climático .....	153
Figura 6.	Sistema de información para la toma de decisiones en la macrocuenca Magdalena-Cauca.....	155
Figura 7.	Generación de un escenarios futuro posible en alteración de flujos en los ríos principales de la Cuenca Magdalena Cauca con base en salidas de la herramienta de apoyo a la toma de decisiones SIMA de TNC. ....	155

Figura 8.	Relación entre el régimen de caudales del río Magdalena y el ciclo de vida de las especies migratorias .....	157
Figura. 9	Distribución semanal de la densidad de ictio-plancton en la cuenca del río Magdalena (sector de Puerto Berrío, Antioquia).....	158
Figura 10.	Definición de caudales de precaución con base en isopercentiles sobre el flujo natural de un río.....	159
Figura 11.	Sistema jerárquico de las funciones del río .....	160

## LAS ARENAS DEL MAGDALENA Y LAS PLAYAS QUE DEPENDEN DE ELLAS

José Vicente Mogollón Vélez

Gráfico 1.	Profundidades “meta” de Cormagdalena.....	192
Foto 1.	Tajamar .....	193
Foto 2.	Muelle de Puerto Colombia.....	196
Gráfico 2.	Tasa de erosión.....	200
Figura 1.	La corriente del Caribe .....	211
Gráfico 3.	La deriva litoral, corriente superficial costanera que transporta y quita arenas .....	212
Figura 2.	Dispersión de sedimentos del río Magdalena en el mar Caribe.....	213
Figura 3.	Isla Cascajo o Cascajal.....	216
Foto 3.	Isla Cascajo o Cascajal.....	216
Foto 4.	Puerto Velero.....	218
Figura 4.	Punta de la Galera de Zamba .....	219
Figura 5.	Galerazamba .....	220
Figura 6.	Galerazamba, Carta Corográfica del departamento de Bolívar.....	220
Foto 5.	Galerazamba .....	221
Foto 6.	Desembocadura río Magdalena, flecha naciente.....	222
Figura 7.	Puerto de Sabanilla .....	225
Figura 8.	Puerto de Sabanilla.....	225
Figura 9.	Derrotero del <i>Fidelidad</i> , 1824 .....	229
Foto 7.	Desembocadura del río Magdalena.....	230
Figura 10.	Fuertes en Boca Grande y fortificaciones en Boca Chica.....	231
Figura 11.	La playa de arena entre Boca Grande y Tierra Bomba duró un siglo.....	236
Figura 12.	Proyecto de la escollera de la Boca Grande.....	237
Figura 13.	Bahía completa con proyecto de escollera.....	237
Figura 14.	Detalles de la escollera de Boca Grande .....	238
Figura 15.	Tramo somero del cañón submarino, hasta 100 m de profundidad.....	239

## EL RÍO MAGDALENA Y SU NAVEGABILIDAD

Jaime Iván Ordóñez

Tabla 1.	Comparación entre el Magdalena y otros ríos del mundo .....	258
Tabla 2.	Comparación entre el río Magdalena y los ríos norteamericanos afluentes del Mississippi.....	258
Figura 1.	Mapa de precipitación global .....	259
Figura 2.	Mapa global de producción de sedimentos.....	259
Figura 3.	Cambios en el sector de Barrancabermeja, 1985-2012.....	266
Figura 4.	El sector de Barrancabermeja y el proyecto actual del gobierno .....	267
Figura 5.	Modelo 1:400 Las Carmelitas-Barrancabermeja y resultado de los dragados de 2014 .....	267
Figura 6.	Aspectos del modelo 1:400 y el puente de Yondó. Resultado final del modelo 1:250.....	268
Figura 7.	Gráfico del USCE que sugiere el auto-dragado a los diseñadores .....	271
Figura 8.	Dragado anual en zonas de curvas del río Mississippi entre 1970 y 2011.....	272
Figura 9.	Precios del petróleo en el estudio de Steer Davis & Gleave, de 2013.....	275
Tabla 3.	Derrame de hidrocarburos afectando las vías navegables de los Estados Unidos.....	278

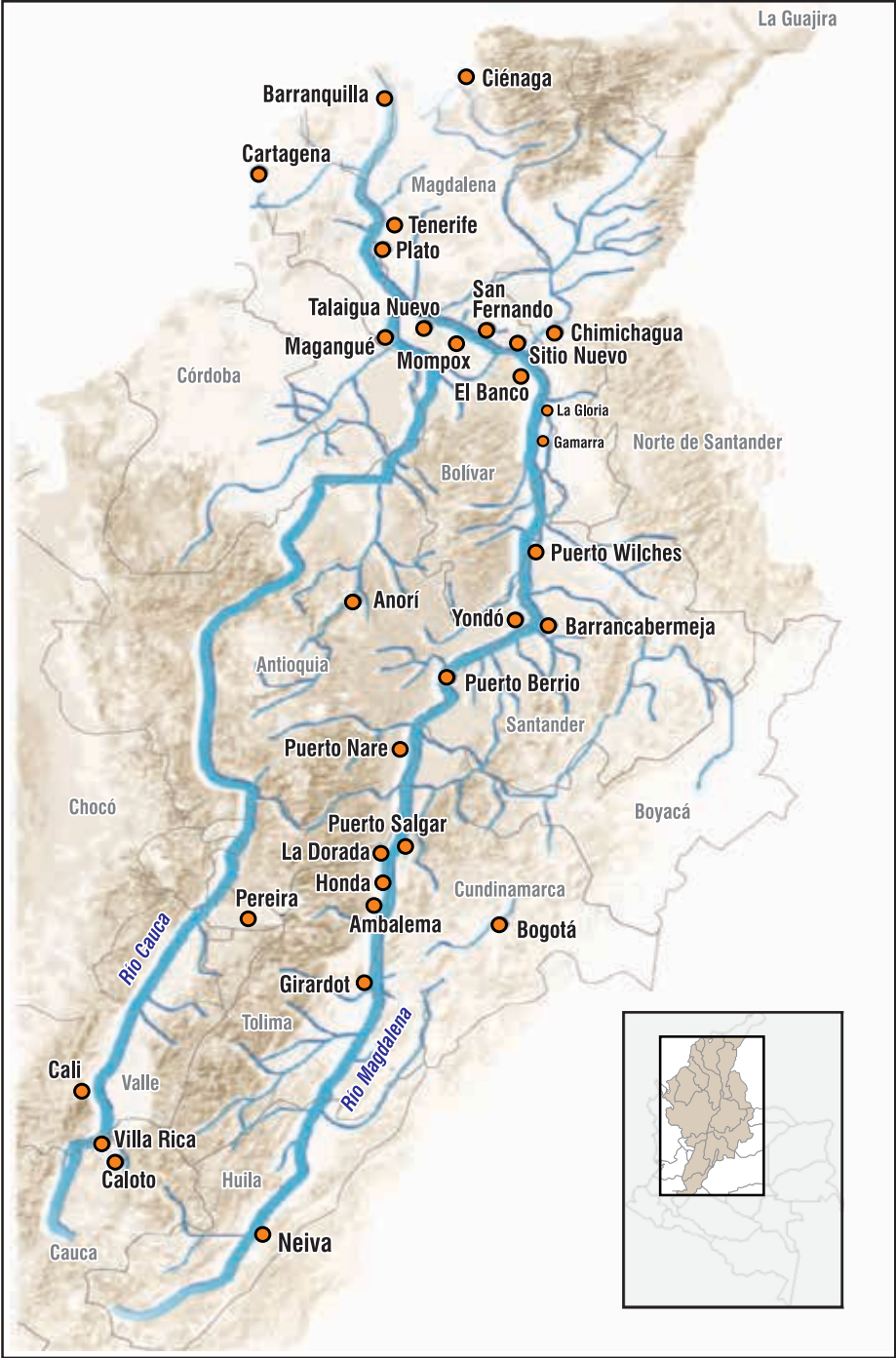
## CAUSAS NATURALES Y HUMANAS DE LA EROSIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA. RESUMEN PARA TOMADORES DE DECISIÓN

Juan Darío Restrepo

Gráfico 1.	Procesos geológicos superficiales como deslizamientos e inundaciones a escalas local, regional .....	293
	y global durante el último siglo .....	
Tabla 1.	Factores naturales que controlan la erosión en la cuenca del río Magdalena .....	295
Mapa 1.	Mapa de cambio en el uso de los suelos (1980-2000) para la cuenca del Magdalena.....	297
Mapa 2.	Mapas de coberturas boscosas en la cuenca del Magdalena y en Colombia para los periodos (A) 2000, (B) 2005 y (C) 2012 .....	298
Gráfico 2.	(A) Aportes de sedimentos en suspensión y producción de sedimentos del río Magdalena en la estación Calamar para las décadas 1972-2000 y 2000-2011; (B-C) Serie de tiempo de transporte en suspensión normalizado entre 1972 y 2011.....	300

Gráfico 3. Contribución al PIB nacional de las actividades de origen humano que generan cambios en el uso de los suelos en la cuenca del Magdalena para el periodo 1935-2005 .....	302
Gráfico 4. Hipótesis central sobre las causas de la erosión en el Magdalena y tendencias esperadas de las principales variables naturales y antrópicas asociadas con la hipótesis.....	304
Gráfico 5. Marco conceptual de la conexión entre ciencia y tomadores de decisión .....	307
Gráfico 6. Modelo conceptual FM-P-E-I-R (fuerza motriz, presión, estado, impacto, respuesta), formulado para explicar las relaciones entre acciones humanas y procesos naturales.....	308

# Cuenca de los ríos Magdalena y Cauca





## PRÓLOGO

---

### “LO POCO QUE NOS VA QUEDANDO DEL RÍO”

---

Manuel Rodríguez Becerra<sup>1</sup>

**A**l anunciarse la posibilidad de la ejecución del proyecto de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena, algunos colombianos comenzamos a preguntarnos por su significado social, cultural, ambiental y económico. Preguntas que van mucho más allá de la propaganda oficial que lo empezó a promocionar, centrada en sus impactos económicos positivos por el abaratamiento del transporte entre el interior del país y sus dos grandes puertos del Caribe, cuyos altos fletes son hoy un obstáculo para el comercio doméstico e internacional de Colombia.

Preguntas que, además, van más allá del romántico sueño, propalado también por el gobierno, de revivir el transporte por el río para los turistas del siglo veintiuno, que se embarcarían por esta vía fluvial en búsqueda de un río que ya no es el de los tiempos en que lo navegaron miles de colombianos y extranjeros en vapores y champanes. El Magdalena es hoy lo “poco que nos va quedando del río”, de acuerdo con lo que dijera el capitán del vapor a la pasajera Fermina Daza en *El amor en los tiempos del cólera*, una de las novelas de Gabriel García Márquez en las que el río grande de la Magdalena es uno de sus principales protagonistas.

---

<sup>1</sup> Presidente del Foro Nacional Ambiental. Profesor titular de la Facultad de Administración de la Universidad de los Andes, Bogotá.

### *De El amor en los tiempos del cólera*

“Navegaban muy despacio por un río sin orillas que se dispersaba entre playones áridos hasta el horizonte. Pero al contrario de las aguas turbias de la desembocadura, aquellas eran lentas y diáfanas, y tenían un resplandor de metal bajo el sol despiadado. Fermina Daza tuvo la impresión de que era un delta poblado de islas de arena. —Es lo poco que nos va quedando del río —le dijo el capitán. Florentino Ariza, en efecto, estaba sorprendido de los cambios, y lo estaría más al día siguiente, cuando la navegación se hizo más difícil, y se dio cuenta de que el río padre de la Magdalena, uno de los grandes del mundo, era solo una ilusión de la memoria. El capitán Samaritano les explicó cómo la deforestación irracional había acabado con el río en cincuenta años: las calderas de los buques habían devorado la selva enmarañada de árboles colosales que Florentino Ariza sintió como una opresión en su primer viaje. Fermina Daza no veía los animales de sus sueños: los cazadores de pieles de las tenerías de Nueva Orleans habían exterminado los caimanes que se hacían los muertos con las fauces abiertas durante horas y horas en los barrancos de la orilla para sorprender a las mariposas, los loros con sus algarabías y los micos con sus gritos de locos se habían ido muriendo a medida que se les acababan las frondas, los manatíes de grandes tetas de madres que amamantaban a sus crías y lloraban con voces de mujer desolada en los playones eran una especie extinguida por las balas blindadas de los cazadores de placer”.

## **El Foro Nacional Ambiental y la cuenca Magdalena-Cauca**

Son muchos los cuestionamientos e interrogantes que se hacen en este libro al proyecto de recuperación de la navegabilidad y, en general, a la forma como se están interviniendo el río Magdalena y su cuenca, la mayor parte de los cuales no han encontrado aún respuesta, o la han encontrado muy parcialmente por parte de las autoridades gubernamentales y empresas del sector privado involucradas.

Estos cuestionamientos e interrogantes fueron efectuados por diez expertos por invitación del Foro Nacional Ambiental y la Friedrich-Ebert-Stiftung en Colombia (Fescol), que convocaron los foros “¿Para dónde va el río Magdalena? Riesgos sociales, ambientales y económicos del proyecto de navegabi-

lidad”, los cuales contaron con el soporte económico de la segunda entidad. En ellos, los representantes de Cormagdalena, la entidad nacional contratista del proyecto, y Navelena (unión temporal Odebrecht-Valorcon), la empresa concesionaria, en el marco de una alianza público privada, presentaron en múltiples intervenciones las principales características del proyecto.

Los foros tuvieron lugar en 2015 en Bogotá (14 de abril), Barranquilla (28 de julio) y Honda (23 de septiembre), con la asistencia de aproximadamente seiscientas personas, a las que se sumaron mil asistentes adicionales que los presenciaron mediante la transmisión *on line* (*streaming*).

Entre los asistentes que expresaron su posición sobre el proyecto estaban desde las gentes del río, incluyendo representantes de los pescadores que intervinieron en el foro de Honda, hasta cinco exministros del medio ambiente (Cecilia López, José Vicente Mogollón, Cecilia Rodríguez, Manuel Rodríguez y Luz Helena Sarmiento), que intervinieron en el panel final del foro de Barranquilla. En contraste, no participó el ministro del Ambiente y Desarrollo Sostenible, Gabriel Vallejo, reiteradamente invitado.

El título de los foros, en los que se presentaron las ponencias que conforman este libro, tenía la intención de sugerir que la respuesta a la pregunta por los riesgos del proyecto de navegabilidad solo puede hacerse a la luz de la respuesta a la pregunta por el estado de la cuenca y sus tendencias. Es decir, el título: “¿Para dónde va el río Magdalena? Riesgos sociales, ambientales y económicos del proyecto de navegabilidad”, es una pregunta doble cuyas respuestas están profundamente interrelacionadas.

A continuación expongo algunas de las reflexiones suscitadas por las intervenciones de los participantes en los foros y los documentos que en ellos se presentaron. En la primera parte, “¿Para dónde va el río Magdalena?”, me concentraré en el estado actual de la cuenca del Magdalena-Cauca y su futuro, en general, y en las relaciones del proyecto de navegabilidad y la cuenca del Magdalena, en particular. En la segunda, en el proyecto de recuperación de navegabilidad, como ha sido diseñado, y en sus riesgos económicos, sociales y ambientales.

## ¿Para dónde va el río Magdalena?

Siguiendo a Fermina Daza, parece “poco lo que nos va quedando” de la cuenca Magdalena-Cauca, si constatamos los enormes daños ambientales que pre-

senta: la deforestación asciende a 77% de su cobertura vegetal original y 42% de ella se produjo en las tres últimas décadas; la pesca ha caído en más de 50% en los últimos treinta años; el transporte de sedimentos al bajo Magdalena se incrementó 33% en la última década; y la erosión alcanza 78% del área de la cuenca (véanse los textos de Vilarity, Walschburger, Angarita y Delgado, Restrepo y Valderrama, *passim*).

Esta situación tiene graves implicaciones, toda vez que en la cuenca del Magdalena-Cauca, que representa 24% de la superficie del país, comprende diecinueve departamentos y setecientos veinticuatro municipios, viven 32,5 millones de habitantes, lo que equivale a 80% de la población total de Colombia. Allí se produce 80% del PIB, 70% de la energía hidráulica, 95% de la termoelectricidad, 70% de la producción agrícola, incluyendo 90% del café, y 50% de la pesca de agua dulce.

Los principales factores que históricamente explican el deterioro de los suelos de la cuenca son la actividad agropecuaria y los asentamientos humanos. Pero cuando se señala la actividad agropecuaria hay que aclarar que, en esta, el área para la producción de granos y similares es menor en comparación con la dedicada a la ganadería. La potrerización de la región andina para el establecimiento de una ganadería altamente ineficiente ha sido la principal causa de la deforestación, el drenaje de los humedales y el deterioro de los páramos. La deforestación del país, que actualmente asciende a 140.000 hectáreas anuales, tiene como destino fundamental la ganadería. Pero al lado de estos factores, la construcción de infraestructura y la minería han tomado crecientemente un lugar de importancia como factores que contribuyen a este deterioro.

A la fuerte presión de la actividad humana sobre los recursos naturales de la cuenca se suma su vulnerabilidad al clima cambiante (el cambio climático, el Niño, la Niña). Ese ha sido el caso de los eventos climáticos extremos, como se evidenció con las inundaciones causadas por la ola invernal de 2010-2011, y con la sequía del segundo semestre de 2015, que al parecer se prolongará durante el primero de 2016.

El estado de la cuenca del Magdalena es la expresión más clara del camino de insostenibilidad por el cual transita el país. En efecto, en las bases del Plan nacional de desarrollo, 2014-2018 se subraya:

desde el punto de vista ambiental, el crecimiento económico posiblemente no es sostenible, debido a que la riqueza total se está agotando. La economía

colombiana es más intensiva en la utilización de recursos que el promedio de los países de la Oede, con presiones sobre los recursos naturales ejercidas por la industria extractiva, la ganadería extensiva, la urbanización y la motorización (DNP, 2015: 468).

Fenómenos estos últimos que se concentran fundamentalmente en la cuenca del Magdalena y que son causas próximas del deterioro ambiental registrado en los indicadores citados.

### La falta de visión de cuenca con sus diferentes ecosistemas y sus servicios ecosistémicos

Los ocho trabajos solicitados por el Foro Nacional Ambiental y la Friedrich-Ebert-Stiftung en Colombia para debatir el proyecto de navegabilidad coincidieron en señalar su falta de visión de cuenca. Como bien concluye Juan Darío Restrepo, “La falta de visión de cuenca ha ocasionado que el río sea analizado por quienes ejecutan obras civiles como un “canal hidráulico” y no como la interacción de diferentes ambientes biológicos, geológicos y sociales” (Restrepo, p. 310 de este libro).

Pero, como se subrayó, este no es un problema exclusivo a esta iniciativa. En forma similar, los proyectos hidroeléctricos que se están planeando en el país para la cuenca del Magdalena ven al río y a sus afluentes solo como una fuente de agua con potenciales de caída en las empinadas montañas andinas por las que discurren. Y los de reservorios de agua y distritos de riego, que se están multiplicando como respuesta a la expansión de la agroindustria y a la urgencia de mitigar las sequías, también consideran a los ríos de la cuenca como una fuente de agua, y nada más. A ello se suman los proyectos de la minería a cielo abierto, que solo ven en los ríos los millones de metros cúbicos del líquido para sus procesos, cuya contaminación se adiciona a la destrucción de las montañas y los acuíferos que implica esta actividad.

Así, con frecuencia inusitada, las autoridades gubernamentales y los empresarios, con sus ejércitos de técnicos, al promover y ejecutar sus proyectos sectoriales, no ven las cuencas en forma integral, o prefieren no verlas, como producto de su ignorancia o de su ambición. En contraste, cada vez más, los campesinos y pescadores alzan su voz en contra de los proyectos que les niegan su derecho al agua para calmar la sed y para sus actividades de sustento y productivas, o que les niegan sus derechos a los territorios que tradicionalmente han ocupado. Los crecientes movimientos campesinos e indígenas, y

también urbanos, en contra de diferentes megaproyectos de infraestructura o extractivistas en la cuenca del Magdalena (recuérdense el Quimbo y La Colosa), en aras de proteger las aguas y la biodiversidad, son una clara expresión de esta situación.

Thomas Walschburger, Héctor Angarita y Juliana Delgado subrayan que:

Es sorprendente que nadie mencione que la salud del río Magdalena depende de un caudal ecológico (no de un caudal mínimo) y una determinada calidad de aguas. En ninguno de estos planes se adopta una visión de cuenca ni se incluye el análisis de efectos acumulativos ni se ha tenido en cuenta la intensificación de eventos climáticos extremos, como el último fenómeno de la Niña de 2010-2011, cuyas inundaciones afectaron a más de 2'200.000 personas y cuya eventual recurrencia puede ser mucho más alta a la observada en las series históricas (página 146 de este volumen).

En últimas, ni el proyecto de navegabilidad ni, en general, los de infraestructura, agroindustriales y mineros que se adelantan o prospectan, se aproximan a la cuenca a partir de entender que esta comprende diferentes ecosistemas que prestan diversos servicios ecosistémicos, los cuales inciden centralmente en la economía del país y en la calidad de vida de sus habitantes. Son proyectos que se formulan individualmente, sin comprender que es completamente absurdo seguir sumando uno a uno sin evaluar sus impactos acumulativos, que se sumarían a los impactos generados sobre la cuenca por la actividad humana durante miles de años. El no hacerlo podría generar situaciones en las que entren en crisis (o colapsen) el suministro de servicios ecosistémicos asociados a la agricultura, la ganadería y la pesca, o el de servicios asociados a las actividades de provisión de agua potable, generación eléctrica, transporte fluvial o soporte físico para la minería o la extracción de hidrocarburos.

De hecho, los impactos de la Niña en 2010-2011 y los del Niño en 2015 se han visto magnificados por la desregulación del ciclo del agua producto de la deforestación y la destrucción de los páramos y humedales, causados en parte por la suma de actividades y proyectos ganaderos, agroindustriales, mineros e hidroeléctricos. De esto dan fe las inundaciones que se presentaron en 2010-2011, con sus trágicas consecuencias, y la sequía que está viviendo una parte del país en la etapa inicial del fenómeno del Niño en el segundo semestre de 2015, que está generando la escasez de agua en un sinnúmero de municipios y pérdidas para la agricultura, dos impactos que podrían agravarse durante el primer semestre de 2016.

## El futuro

A la necesidad de planear con el enfoque de los ecosistemas y sus servicios el conjunto de proyectos que hoy están en el Plan nacional de desarrollo, 2014-2018, o que están siendo considerados por la Unidad de Planeación Minero-Energética, como es el caso de los hidroeléctricos, se refiere Sandra Vilaridy en su texto, “Dinámicas complejas del río Magdalena: necesidad de un marco integral de gestión de la resiliencia ante el cambio climático”. Pero la toma de decisiones con este enfoque exige, como subraya la autora “del reconocimiento integral de lo que se ha ganado y se ha perdido. Es urgente reconocer y cuantificar la degradación de la cuenca y la relación que esta tiene con las diferentes actividades productivas y su efecto en los indicadores de bienestar humano de sus pobladores” (Vilaridy, p. 139 de esta publicación). Un reconocimiento que serviría, además, para tomar decisiones sobre las prioridades de restauración de la cuenca, como serían las atinentes a la reforestación o a la restauración de humedales y páramos.

El imperativo de utilizar el enfoque de los ecosistemas y sus servicios también es resaltado por Walschburger, Angarita y Delgado en su artículo, “Hacia una gestión integral de las planicies inundables en la cuenca Magdalena-Cauca”. Ellos advierten, entre otras, y en consonancia con las conclusiones de Vilaridy, que al no hacerse una planeación integrada de los embalses se está poniendo en grave riesgo la salud de los grandes humedales y planicies inundables, ecosistemas esenciales para la salud del río Magdalena y su cuenca, dados los múltiples servicios que prestan. Y se trata de riesgos de consideración.

Así, por ejemplo, como lo advierten estos científicos, la creciente construcción de grandes represas en los ríos Cauca y Magdalena y sus afluentes podría desestabilizar los caudales estacionales a tal punto que ocasionen una alta degradación de los humedales y se cause la extinción de una gran parte de las especies de peces con que cuenta el sistema fluvial Magdalena-Cauca, que asciende a más de doscientas, siendo la mitad endémica y con poblaciones de bajo número. ¿El país va a sacrificar su diversidad ictiológica en aras de la producción de energía eléctrica? Si esa es la dirección en que las autoridades gubernamentales desean moverse, ¿no es necesario que sus decisiones sean transparentes y, además, objeto de consulta pública?

Nos podríamos preguntar también si con una eventual desestabilización de los caudales, a consecuencia de la construcción de un número de presas

que excedan los límites ecológicos del río y sus afluentes, se podrían generar, en las temporadas secas, déficits extremos de agua en el curso del Magdalena que hagan imposible su navegabilidad, en particular en la cuenca media y baja. Acaso, ¿no habría sido necesario incorporar esta consideración en el estudio de factibilidad del proyecto de navegabilidad?

Se sabe también que los eventos extremos del clima cambiante (el cambio climático y los fenómenos del Niño y la Niña), y en particular las sequías, van a afectar en forma creciente la disponibilidad del agua en la cuenca Magdalena-Cauca, en diversas temporadas en lo que resta de este siglo y con posterioridad. ¿No sería necesario determinar, para diferentes escenarios del clima cambiante y de horizontes temporales, cuáles serían sus posibles impactos sobre la navegabilidad del río?

## Los impactos del río, más allá de su desembocadura. El canal del Dique

Como señala José Vicente Mogollón en su texto, se debe, también, entender que los efectos del río Magdalena, “no llegan hasta su desembocadura; llegan hasta donde llegan sus arenas y finos en suspensión, para no hablar del mercurio y otros tóxicos y desechos que expulsa al mar” (Mogollón, p. 224 de este volumen). La carga de desechos domésticos, industriales y agrícolas, que no son depurados por el río con su sistema de humedales y planicies inundables, y en particular los de naturaleza tóxica, se vierten al mar, siendo Colombia uno de los países que más contribuye a la contaminación marina del gran Caribe por cuenta de fuentes de contaminación terrestre. Y esta contaminación se ha ido incrementando con el desarrollo y pone al país en riesgo de acciones legales por parte de otras naciones. Además, como demuestra también Mogollón desde una perspectiva histórica, los tajamares y diques construidos y modificados en diferentes momentos desde 1926 para canalizar el río y asegurar la entrada de los barcos a Barranquilla por bocas de Ceniza, han tenido impactos significativos en el litoral, desde Puerto Colombia hasta Cartagena.

A su vez, una parte las aguas del Magdalena encauzadas en el canal del Dique –construido para comunicar a Cartagena con el río, y cuyo dragado se hizo en un 97% entre 1923 y 1984–, no solo tienen unos efectos similares en el gran Caribe, sino que han sido la causa de la *Historia de una tragedia ambiental*, título del libro que Mogollón publicara al respecto en 2013, y algunas de cuyas observaciones y conclusiones hacen parte del capítulo que se incluye en



este libro. Esa destrucción incluye el deterioro y la desaparición de los humedales de la región por donde discurre el canal, humedales que constituyeron la base a partir de los cuales se comunicó Cartagena con el río; la pérdida de arrecifes de coral en la bahía de Cartagena y su colmatación paulatina; así como la muerte de los corales del Rosario, ocasionados, en mucho, por los finos en suspensión lanzados por el canal. Los beneficios del canal en las últimas seis décadas han sido fundamentalmente para la industria petrolera que transporta los hidrocarburos entre las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena, que representan el 80% de la carga por el río (Mogollón, página 204 de este libro).

Hoy, al mismo tiempo que se planea la recuperación de la navegabilidad del Magdalena, se planean también unas obras para corregir algunos de los problemas generados por el canal, algunos de los cuales se manifestaron con fuerza en la ola invernal de 2010-2011, como fue la rotura del dique. Mogollón mismo ha sido uno de los propulsores de esta obra desde hace quince años, poniendo por delante la concepción de que ella debe hacerse desde una mirada integral del canal, que incluye los ecosistemas acuáticos y terrestres en que está ubicado, su conexión con el río, sus impactos en las islas del Rosario y la bahía de Cartagena, y, en general, los que tiene sobre el gran Caribe, así como los posibles beneficios para los pobladores de sus riberas y zona de influencia. Parece que los sueños de José Vicente Mogollón, un ambientalista que como nadie conoce el canal y su historia, se cumplirán.

## Riesgos económicos, sociales y ambientales del proyecto de navegabilidad

En la intervención efectuada por Carlos Núñez, director encargado de Cor-magdalena, en el primer foro celebrado en Bogotá, en las de Paulino Galindo, asesor técnico de la Dirección Ejecutiva de la Corporación, y de Jorge Barragán, gerente de Navelena, en ese mismo foro y en los de Barranquilla y Honda, así como en la presentación que hiciera el ingeniero Jorge Enrique Sáenz sobre el diseño del proyecto, en el foro de Honda, quedó en claro que en este, como se ha afirmado en los párrafos anteriores, el río no se ve con una concepción de cuenca, sino, básicamente, como un canal hidráulico para comunicar a Puerto Salgar con Barranquilla. Y ello, de por sí, genera riesgos sociales y ambientales y cuestionamientos e interrogantes. Pero el diseño mismo del proyecto de recuperación de la navegabilidad genera también interrogantes y cuestionamientos en relación con los riesgos económicos, sociales y ambientales que acarrea.

## El proyecto

En el primer capítulo de este libro, “Diseño de las obras de encauzamiento para mejorar la navegación en el río Magdalena”, Jorge Enrique Sáenz presenta el diseño de las obras de encauzamiento necesarias para mejorar las condiciones de navegación existentes y extender la navegación en el río Magdalena 256 km aguas arriba del puerto de Barrancabermeja (km 630) hasta Salgar (km 886), en el centro de Colombia.

Para asegurar la navegación se prevé un dragado capital, un dragado de mantenimiento y el diseño de las obras de encauzamiento (265 estructuras en un trayecto de 456 km). En términos generales, se prevé adelantar obras de dragado y de mantenimiento del canal navegable en el tramo Barrancabermeja-Barranquilla, con una longitud de 650 km (a través del cual se transporta en la actualidad el mayor volumen de carga en toda su historia), para que alcance una profundidad de 7 pies. Y en el tramo entre Puerto Salgar y Barrancabermeja, con una longitud de 256 km, no navegable desde hace décadas por los altos niveles de sedimentación, se construirán obras para encauzar el río por un solo canal navegable (Sáenz, *passim*).

Estas obras tienen como propósito asegurar la navegabilidad veinticuatro horas diarias durante los trescientos sesenta y cinco días del año de las grandes embarcaciones que lo transitarán, compuestas por un remolcador con barcasas –eslora de 240 m, manga 26 m, calado 1,8 m–, con una capacidad de 7.200 toneladas, convoy que surcará las aguas del río desde Puerto Salgar (km 886) hasta Barranquilla (km 0), o desde Puerto Salgar hasta Calamar y de allí por el canal del Dique hasta Cartagena.

El total de carga movilizada por el río Magdalena en lo que es hoy navegable asciende a 1'139.139 toneladas por año (2014) y está representada principalmente por hidrocarburos y combustibles como el ACPM, combustóleo, gasóleo, gasolina y nafta, que suman el 80% del total. Si tan solo 1% de la carga por carretera (que en 2014 ascendía a 99'139.000 toneladas) pasara hacia el transporte fluvial por el río Magdalena, se superaría en 8,7 veces la carga hoy movilizada, según Fedesarrollo (p. 103 de esta publicación). En total, son cincuenta y siete los municipios ribereños que afecta directamente el proyecto de recuperación de la navegabilidad, pertenecientes a nueve departamentos.

El proyecto fue otorgado al grupo Navelena, integrado por la empresa brasileña Odebrecht y la colombiana Valores y Contratos (Valorcon), en la

modalidad de una asociación público-privada (APP). La inversión total, responsabilidad de Navelena, asciende a \$2,5 billones, y su ejecución, que incluye las obras de recuperación y su mantenimiento, se hará en un periodo de trece años y medio. El proceso que finalmente dio lugar a la adjudicación de este contrato, en septiembre de 2014, es materia de diversos cuestionamientos por parte de Eduardo Aldana en su texto.

## Análisis económico del proyecto

Como lo subraya Eduardo Aldana, uno de los hechos más sorprendentes del proyecto es que se haya decidido adelantar no obstante que el estudio efectuado por Steer Davies & Gleave, a solicitud del gobierno en 2014, arrojó una relación costo-beneficio de 1.05. Estudio que no incluye algunos de los eventuales riesgos por falta de información, por lo que ese indicador podría ser menor. Jaime Iván Ordóñez, por su parte, hace también serias observaciones al análisis económico del presupuesto.

A estas observaciones de Aldana y Ordóñez, hechas en el primer foro en Bogotá, Navelena respondió con la presentación en el foro de Honda de un estudio que solicitó a Fedesarrollo: “Impacto socioeconómico para el Proyecto de recuperación de la navegabilidad por el río Magdalena”, elaborado por los investigadores Felipe Castro, Helena García y Juan Benavides, cuya síntesis, preparada para este libro, se incluye como capítulo 3.

Después de su análisis, este estudio concluye que “El proyecto de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena presenta importantes beneficios para el país, especialmente respecto a reducción de costos de transporte y beneficios por generación de comercio internacional” (Castro, García y Benavides, p. 130 de este volumen). El análisis costo-beneficio arroja unos resultados mucho más positivos que el de Steer Davies & Gleave en dos de los tres escenarios estudiados, mientras que en uno de el resultado es más pobre.

El estudio de Fedesarrollo reconoce que las obras podrían significar serias amenazas para la integridad de la riqueza en especies de peces del río y para la actividad pesquera, lo cual tendría efectos negativos para la población de pescadores. Pero al reconocerlo no cuantifica cuál podría ser el costo de ese daño social y ecológico en diferentes escenarios, con lo cual los “importantes beneficios para el país” podrían ser menores e, incluso, no hacer justificable el proyecto.

El estudio acepta, como es de esperar, los supuestos científicos y tecnológicos de diseño del proyecto, pero algunos de ellos, como se señala más adelante, han sido cuestionados en los foros (como, por ejemplo, los referentes a los posibles costos del dragado o a la navegabilidad del río veinticuatro horas, trescientos sesenta y cinco días al año), lo que podría llegar a implicar cambios drásticos en sus costos y beneficios durante su operación.

El estudio de Fedesarrollo tuvo como objetivo establecer los impactos socioeconómicos para el país (que se producen fundamentalmente en la cuenca Magdalena-Cauca), así como los beneficios ambientales mundiales, representados por una disminución de la emisión de gases de efecto invernadero, como efecto de la sustitución del transporte por carretera por transporte fluvial. Pero, en consonancia con el proyecto de recuperación de la navegabilidad, al centrarse fundamentalmente en el río como un “canal hidráulico” con sus respectivos costos y beneficios, no incorpora los riesgos que para la navegabilidad podrían traer, por una parte, el clima cambiante, y, por otra, el conjunto de proyectos de infraestructura en proyecto o en construcción en el río Magdalena y sus afluentes, como son, por ejemplo, los embalses para las hidroeléctricas y los distritos de riego. Tampoco considera los eventuales impactos que las obras podrían tener sobre el litoral, desde Puerto Colombia hasta Cartagena, como lo advierte José Vicente Mogollón.

Finalmente, es necesario subrayar que en el transcurso de los tres foros, representantes del proyecto sostuvieron que el proyecto de recuperación de navegabilidad del río Magdalena no implica ningún riesgo económico para el estado colombiano, de conformidad con el contrato de asociación público-privada en cuyo marco se realizará. Los \$2,5 billones, suma que incluye la inversión para la realización de las obras y su mantenimiento, durante los trece años y medio de duración del contrato, así como los gastos financieros, serán asumidos por Navelena. Es imperativo el examen de esta aseveración por parte de analistas independientes, que la indaguen desde la minucia del contrato, un asunto que, en últimas, no se cubrió en los debates.

## El proyecto de navegabilidad: entre la exclusión y la pobreza

Entre quienes hemos planteado interrogantes sobre el proyecto nos encontramos Eduardo Aldana, profesor emérito de la Universidad de los Andes, y yo, presidente del Foro Nacional Ambiental y profesor de la misma institución, quienes tuvimos la oportunidad única de participar en la gran Comisión de

expertos para asesorar al gobierno nacional y a Cormagdalena en la definición de los lineamientos del “Plan de ordenamiento y manejo integral de la cuenca del Magdalena” (Pomim), con secretaría técnica de la Universidad Nacional de Colombia. La Comisión, presidida por Aldana y que trabajara entre 2000 y 2001, contó con la membresía de personas que representaban los más diversos intereses y miradas sobre el río y su cuenca, e incluyó, entre otros, al sociólogo Orlando Fals Borda, autor de la *Historia doble de la Costa*, al ingeniero Gilberto Echeverry Correa, exgobernador de Antioquia y exministro de Desarrollo Económico, y al empresario de la navegación del río Humberto Muñoz, líder de Naviera Fluvial Colombiana.

Nos sorprendió el hecho, como lo recuerda Aldana en su texto, de que al emprender este multimillonario proyecto de navegabilidad el gobierno nacional hubiese ignorado la recomendación prioritaria de la Comisión: adelantar acciones para erradicar la pobreza y la miseria dominante en una parte significativa de la población ribereña. La Comisión no consideraba razonable emprender grandes obras para la navegabilidad del río sin previa o, simultáneamente, adelantar programas para enfrentar la pobreza.

Del análisis de Fedesarrollo es evidente que el proyecto va a favorecer muy poco a las poblaciones más pobres, puesto que su capacidad para generar empleo es relativamente reducida y la posibilidad de que distribuya beneficios hacia estas no parece mayor.

Por el contrario, como surgió en los foros, las comunidades de pescadores temen por la disminución de la pesca, ya sea por la dificultad de ejercer su oficio en el canal navegable –allí donde se concentrará el caudal de las aguas, en particular en las épocas secas– ante la ocupación del mismo por los grandes convoyes; o por la eventual desconexión del río con algunas de las ciénagas como resultado de las obras mismas, con los consecuentes efectos negativos para el ciclo de reproducción de las diversas especies de peces; o por el impacto negativo que podrían tener las estructuras de los canales de navegación sobre este mismo ciclo. Son interrogantes que fueron ratificados por los expertos, como aparece en los documentos de Mauricio Valderrama y Tomás Walchsburger, Héctor Angarita y Juliana Delgado, y que también son planteados por Fedesarrollo. Así, de acuerdo con Valderrama

La intervención en puntos críticos del río con construcción de infraestructura correctiva puede ocasionar alteraciones para las poblaciones de peces, en especial de las migradoras, que son las que soportan la producción pesquera

y la seguridad alimentaria local, por lo que esa intervención amerita una evaluación adecuada de impactos como acción de puntos críticos del río inmediata (Valderrama, p. 248 de esta publicación).

Una de las posibilidades de este proyecto de navegabilidad para ampliar sus beneficios a un mayor número de habitantes ribereños parecería ser el fomento de la actividad turística que podría generar, pero de este camino estarían excluidos algunos de los centros urbanos históricos y con mayor patrimonio arquitectónico y cultural, como son Honda y Mompox, adonde la navegación no llegará, como tampoco lo hará a Girardot y Neiva (Ferro, *passim*). Además, la actividad turística no necesariamente irriga sus beneficios en forma amplia, a menos que se tomen las políticas del caso para que así sea.

En general, este proyecto supone, como lo subraya Germán Ferro, la exclusión de regiones del río: “Cuando se habla de la recuperación del río generalmente se refiere a uno que parece comenzara en Puerto Salgar, río abajo, pero este es, independientemente de su sectorización y diversidad regional, un eje integral, un todo, lo que pasa río arriba afecta el río abajo, y viceversa” (Ferro 2015, p. 173 de este libro). Para este experto, que no esconde su pasión por el río Magdalena, el proyecto de navegabilidad parece que negara su historia, no solo en relación con su población ribereña, sino también en relación con su inserción en la vida y el destino de una gran parte de la población de Colombia.

Así pues, al lado del proyecto de navegabilidad, o como parte de él, no se han incluido estrategias para generar beneficios para la población ribereña, mayoritariamente pobre, mucha en la miseria, y durante más de cincuenta años víctima de una de las guerras más largas y más cruentas del planeta, algunas de cuyas memorias de sus indecibles violencias las guardan las aguas del río mismo. Es un aspecto ineludible: el Magdalena es su gente y la gente es el río, como lo atestiguan las poblaciones anfibia de sus ciénagas y las poblaciones de pescadores que hoy son invisibles para no pocos colombianos, como lo ponen de presente los textos de Germán Ferro y Mauricio Valderrama. Este proyecto, por su concepción desde las altas burocracias del estado, podría generar nuevas situaciones de violencia, pobreza e inequidad, desprendiéndose estas de la distancia entre quienes en la ribera sí van a ser los ganadores del proyecto y aquellos que van a ser los perdedores, que parece serían la mayoría. No sería la primera vez que en Colombia un megaproyecto generara más pobreza a los pobres y sembrará más semillas de violencia. Sería trágico, ahora que el país con esperanza se acerca a firmar la paz.

## Cuestionamientos científico-tecnológicos al diseño del proyecto de navegabilidad

Quizás el punto más preocupante que sugieren algunos de los documentos e intervenciones en los foros es la viabilidad técnica misma del proyecto. Jaime Iván Ordóñez y Juan Darío Restrepo, investigadores y profesores universitarios y estudiosos del río durante varias décadas, al formular un amplio número de cuestionamientos, concluyen que el proyecto no debería adelantarse. Para ellos, las bases científicas y técnicas no solo son débiles, sino, con frecuencia, incorrectas.

Juan Darío Restrepo, de la Universidad Eafit, subraya que:

La cuenca del río Magdalena y su cauce principal son una de las áreas hidrográficas menos estudiadas y analizadas globalmente en cuanto a la evolución de sus ambientes. Se puede afirmar que más del 80% del río y de su cuenca no se conocen científicamente en relación con la evolución de canales, de zonas de inundación, de barras e islas y de otros ambientes fluviales. Si no existen modelos físicos de los ambientes fluviales, ¿cómo se puede predecir la factibilidad de las obras de intervención de la “ingeniería gris”? (Restrepo, p. 310 de este volumen).

Ordóñez, por su parte, al referirse a los diseños de las estructuras previstas subraya que “se basan en formulaciones empíricas que solo han sido probadas en los tributarios del río Mississippi (Arkansas, Red, Ohio y Missouri), cuya similitud con el río Magdalena es muy dudosa y donde la navegación se realiza con presas y esclusas, que no existen en el río Magdalena” (Ordóñez, p. 265 de este libro). El mismo Restrepo, en el foro que tuvo lugar en Bogotá y ante la aseveración del director de Cormagdalena de la existencia de setecientos estudios sobre el Magdalena, señaló que mientras sobre el río Mississippi y sus tributarios se contaban más de diez mil artículos publicados en revistas científicas indexadas, los artículos sobre el Magdalena publicados en ese tipo de revistas escasamente ascendían a cincuenta.

Al mostrar que el Magdalena es uno de los ríos con mayor sedimentación del mundo, como consecuencia de las condiciones naturales de la región andina y la grave deforestación ocurrida en la cuenca en los últimos años, Restrepo, quizás el principal experto en la materia en Colombia, planteó en los foros varias preguntas sobre las implicaciones de este fenómeno, entre las cuales, en columna que publiqué en el diario *El Tiempo* (28 de junio de 2015), subrayé:

¿Cómo se ha incorporado en el diseño del proyecto la producción de sedimentos en suspensión, que llega a 184 millones toneladas al año? ¿Cuáles son los costos anuales de los dragados que habría que hacer para mantener la navegabilidad bajo diferentes escenarios de sedimentación, tomando en cuenta que el transporte de sedimentos al bajo Magdalena se ha incrementado 33% en la última década? ¿Es rentable y, por consiguiente, viable, la navegación en el Magdalena en diferentes escenarios de sedimentación, a mediano y largo plazo?

Jaime Iván Ordóñez y José Vicente Mogollón presentan en este libro observaciones e interrogantes similares sobre el dragado que implicaría mantener la hidrovía en pleno funcionamiento. Preguntas que responden Sáenz y los promotores del proyecto afirmando que las estructuras y obras previstas asegurarán el auto-dragado del río, con lo cual los sedimentos que restarían apenas llegarían al rango de 600.000-800.000 toneladas, por año. Y a partir de estas afirmaciones, el gerente de Navelena subrayó que “mantener la hidrovía cuesta tres y media veces menos que la doble calzada de una carretera como la ruta del Sol”.

Ordóñez refuta esas aseveraciones, y anota:

esta teoría [la del autdragado] es contraria a los principios básicos de la hidráulica fluvial y no tiene asidero práctico en ríos con la carga sólida del Magdalena. [...] La experiencia en Colombia (bocas de Ceniza en Barranquilla o el canal del Dique), como en otros sistemas fluviales del mundo, demuestra, que los dragados en términos de volumen van siempre en aumento (Ordóñez, p. 270 y 271 de esta publicación).

A partir de estas y otras observaciones, Ordóñez pone en duda la afirmación de que se garantizará la navegación del río veinticuatro horas al día, trescientos sesenta y cinco días al año, y subraya que los riesgos de accidente de los convoyes no han sido considerados adecuadamente.

Los expertos preguntan además por los lugares en donde se depositarán los materiales del dragado, tanto los que sean producto de la intervención del Magdalena previstos en el diseño, como los que sean producto del mantenimiento del canal navegable, un asunto que también preocupa a los habitantes de las riberas, pues estos materiales podrían cerrar brazos y madre viejas, es decir obstruir la comunicación entre el afluente y sus humedales. En sus respuestas en el curso de los foros, los promotores del proyecto reiteraron que los materiales no se sacan del río, sino que se disponen en sitios que no afec-



ten la navegación y el mismo río pueda transportar los sedimentos sólidos hasta la desembocadura.

José Vicente Mogollón, además de insistir en el anterior interrogante, puesto que sus observaciones indican que el depósito de los materiales de dragado ha causado graves daños en el caso del canal del Dique, se pregunta:

¿Sabemos hoy qué efecto tendrán las obras de “recuperación del río Magdalena” sobre las playas entre Puerto Colombia y Cartagena? Entendemos que es un asunto que no ha formado parte ni de las discusiones de las negociaciones ni de los “diálogos competitivos” mediante los cuales se escogió a Odebrecht-Valorcon. Nos figuramos que tampoco se incluyeron en los términos de referencia que elaboró la firma consultora Emdepa (Mogollón, p. 219 de este libro).

Es una pregunta basada en un análisis histórico: hace cuarenta a cincuenta años, las playas de Puerto Salgar y de Puerto Colombia sufrieron una grave modificación a consecuencia de las obras de bocas de Ceniza. ¿Sería esta, la de las obras que adelantará Odebrecht-Valorcon, una segunda tragedia? Mogollón insiste, con razón, en la necesidad de que aprendamos de las lecciones de la historia que con tanto detalle nos muestra en su contribución al debate Pero quienes tomaron la decisión de adelantar este proyecto de navegación parecen preferir no saber de la historia, puesto que la suerte está echada: por ellos mismos, obviamente, en un contrato debidamente firmado.

## La desnaturalización de la licencia ambiental

Para quien conozca el qué, el para qué y el cómo de las licencias ambientales, es obvio que una obra de la envergadura que se proyecta debe presentar una solicitud de licencia ambiental a partir de sendos estudios de impacto ambiental y social. Conozco el asunto a profundidad, pues fui uno de los redactores del capítulo sobre licencias ambientales de la ley 99 de 1993 y, posteriormente, estuve involucrado en el proceso de su primera reglamentación.

Mi sorpresa, como la de muchos otros expertos, fue grande, cuando en el curso del primer foro, y con posterioridad a él, altos funcionarios de Cormagdalena, Navelena y consultores del proyecto, señalaron que funcionarios del Ministerio del Ambiente, incluyendo al ministro Gabriel Vallejo mismo, habían manifestado verbalmente que para el proyecto de navegabilidad no se requería de licencia ambiental. El rechazo a tal posición del Ministerio la manifesté, a nombre propio y de muchos de los asistentes al foro, en las palabras de cierre.

La lectura de algunos de los interrogantes formulados en los foros y textos de este libro, registrados en párrafos anteriores, son, en sí mismos, una justificación mayor para la exigencia de una licencia ambiental, más allá de las argucias legales y de los argumentos técnicos que han sido presentados para evadir la necesidad de la licencia.

Como lo sugiere Jaime Iván Ordóñez, esta situación se deriva en parte del hecho de que:

Cormagdalena las considera [las obras] como mantenimiento de un canal que dice estar dragando de tiempo atrás (Cormagdalena, 2014). Sin embargo, no hay evidencia de que la entidad haya dragado la totalidad de los 650 kilómetros en forma continua, aún para un calado menor; y la necesidad del presente proyecto prueba lo contrario, por lo cual (Steer Davies & Gleave, 2014, nota 5), desde el punto de vista de ingeniería, debería considerarse como una obra capital que requiere diseño específico (Ordóñez, p. 269).

En el segundo foro, que tuvo lugar en Barranquilla, Gloria Amparo Rodríguez, profesora de la Universidad del Rosario y experta en derecho ambiental, mostró la forma como el gobierno, mediante diversas normas, ha flexibilizado y restado rigor a la licencia ambiental, dando prioridad a su rápida aprobación, en unos casos (la denominada licencia exprés), o a su no requerimiento en otros, lo cual podría dar pie, incluso, para que se interpretara que para el proyecto de navegabilidad la licencia se podría obviar. Concluyó que, en general, el gobierno mismo, guiado por la prioridad de facilitar las obras, subyugando la protección ambiental a este propósito, había creado una situación de gran incertidumbre jurídica. Este diagnóstico llevó a que, en el foro, se le recomendara a Navelena solicitar al gobierno la exigencia de la licencia ambiental, para obviar riesgos jurídicos innecesarios.

Días después, en entrevista para *Semana Sostenible* (8 de agosto de 2015) el ministro Gabriel Vallejo manifestó que era “totalmente falso” que se dijera que él hubiese afirmado que no se requería licencia ambiental para el proyecto de navegabilidad, e indicó que para algunos tramos sí se requiere, y para otros no. No fue coherente con sus manifestaciones verbales previas, lo cual es una expresión adicional de la falta de transparencia del gobierno frente a este proyecto.

Evidentemente, se requeriría la solicitud de una licencia ambiental del proyecto como un todo. Pero incluso en este escenario, o en el de una licencia solo para tramos del proyecto, como parece ser ahora la nueva deci-

sión del Ministerio del Ambiente, no se puede olvidar que el gobierno del presidente Santos, en su primer periodo (2010-2014), estableció lo que se ha denominado como la licencia exprés, la cual se hizo aún más exprés mediante la ley del Plan nacional de desarrollo, 2014-2018. Es una modalidad de licenciamiento que le da prioridad a la “eficiencia”: otorgarla en un plazo corto que satisfaga el afán de los solicitantes y la ansiedad del gobierno de turno de iniciar e inaugurar obras en el periodo de su mandato; sobre la eficacia: otorgar una licencia que proteja efectivamente al medio ambiente, como bien colectivo.

¿Acaso tiene algún sentido que para una obra de un proyecto de “recuperación” del principal río de Colombia, que significa la intervención en 650 km de su curso, la autoridad ambiental cuente con treinta días hábiles, una vez se ha presentado toda la documentación, para aprobar o negar la solicitud de licencia ambiental? ¿No es totalmente asimétrico que para este proyecto sus promotores hayan contado con más de quince años para su diseño, como lo indica Jorge Enrique Sáenz en su texto, y que el estado colombiano cuente con treinta días para evaluarlo? Son dos interrogantes que evidencian el sin sentido de la licencia exprés para los megaproyectos, una expresión más del retroceso de la política ambiental durante los gobiernos del presidente Juan Manuel Santos.

Como coletilla a las anteriores consideraciones, habría que añadir que en entrevista reciente con Óscar Alonso Vargas Ocampo, gerente de Sustentabilidad de Navelena<sup>2</sup>, afirmó que la empresa adhiere a las normas vigentes, según las cuales no necesitan licencia ambiental. Si esto es así, simplemente se confirma la falta de transparencia y apego de este proyecto al espíritu de la normativa ambiental, originalmente incluida en la Constitución y en la ley 99 de 1993, normativa que, infortunadamente, el mismo gobierno y su Ministerio del Medio Ambiente se han encargado de desnaturalizar.

## Consideraciones finales

Son muchos otros los interrogantes y cuestionamientos de naturaleza científica y técnica al diseño mismo del proyecto, que se suman a los presentados en las secciones anteriores sobre los riesgos económicos, sociales y ambien-

---

**2** Entrevista con Simón Samper, septiembre de 2015 (grabación).

tales de las obras que se han proyectado para asegurar la navegabilidad del Magdalena. Y estos se agregan, también, a aquellos interrogantes y cuestionamientos que surgen de la identificación del hecho de que el proyecto de navegabilidad haya sido formulado en una forma reduccionista, como la “simple” adecuación de un canal hidráulico, es decir, sin enmarcarlo en una concepción integral de cuenca, con una debida consideración de los ecosistemas que la componen y de la diversidad de servicios que prestan.

En general, todos los autores de este libro coinciden en señalar que la evaluación final de los riesgos sociales y ambientales del proyecto de navegabilidad solo será posible cuando se cuente con unos diseños en detalle y con los estudios correspondientes sobre los impactos. No obstante, como se señaló, algunos autores consideran que la información existente es suficiente como para concluir que el proyecto no debe adelantarse.

Llama la atención que mientras el gobierno del presidente Santos anunció ambiciosos objetivos del desarrollo sostenible (ODS) para Colombia en el marco del acuerdo que doscientos países hicieron en Nueva York el pasado mes de septiembre sobre los objetivos del desarrollo sostenible en el mundo, simultáneamente se adelante este ambicioso proyecto de navegabilidad en el que están ausentes los principios fundamentales de este concepto: la erradicación de la pobreza y la exclusión, y la realización del desarrollo social y económico respetando los límites que imponen los ecosistemas. Y el asunto se torna aún más contradictorio si se toma en cuenta que el gobierno de Colombia se enorgullece hoy, no sin razón, de que uno de los hitos de su política exterior es el haber sido uno de los países que más promovió el que la Asamblea General de las Naciones Unidas resolviera sustituir los Objetivos del milenio, que llegaron a su periodo de cumplimiento en 2015, por los Objetivos del desarrollo sostenible, para el periodo 2015-2030.

Lo cierto es que el proyecto se hará. Y hay que subrayar que el proceso utilizado para tomar la decisión de desarrollarlo es arbitrario y poco transparente, y contradice los principios fundamentales de democracia participativa que fundamentan la Constitución de 1991. Baste con mencionar que las comunidades ribereñas fueron ignoradas en el proceso que condujo a decidir su desarrollo, como estas lo afirmaron en los foros. Como bien lo muestra Eduardo Aldana, al proyecto se le ha tratado de dar legitimidad mediante una campaña de publicidad bien orquestada, cuyos elementos fundamentales no corresponden exactamente con la realidad. ¿Es acaso democrático y se ajusta a la Constitución y la ley firmar un contrato entre el gobierno y la empresa

privada para hacer una obra como esta sin que previamente se conozca su factibilidad, que incluye su viabilidad ambiental y su licencia social?

Puesto que el proyecto de navegabilidad es un hecho, lo único que resta a la academia, y, en general, a la sociedad civil es hacerle un seguimiento estricto, para minimizar sus riesgos ambientales y sociales, lo cual podría implicar que se modifique su orientación. De todas formas, a quienes nos preocupa el futuro del río Magdalena y su cuenca, hoy, después de estos tres foros y de publicar este libro, solo nos queda repetir lo que le dijera el capitán a Fermina Daza: esto “es lo poco que nos va quedando del río”.

## Agradecimientos

En nombre de las organizaciones que conforman el Foro Nacional Ambiental –Ecofondo, Facultad de Administración de la Universidad de los Andes, Fundación Alejandro Ángel Escobar, Fundación Natura, Tropenbos International Colombia, Universidad del Rosario y WWF–, agradezco a la Friedrich-Ebert-Stiftung en Colombia (Fescol), por su generoso apoyo económico para los tres foros realizados en Bogotá, Barranquilla y Honda, así como para la publicación de este libro. En especial, debo reconocer la contribución de su director, Lothar Witte, a la concepción y el seguimiento del conjunto de estas y otras actividades desarrolladas por el Foro con el fin de debatir el proyecto de recuperación de la navegabilidad del Magdalena y sus riesgos económicos, sociales y ambientales, y contribuir, así, a su mejor éxito.

Por último, nuestra inmensa gratitud con Melba García, de la Friedrich-Ebert-Stiftung en Colombia, sin cuya dedicación, paciencia y creatividad no estaríamos hoy publicando este libro, y a quien mucho le debemos por el buen suceso de los foros, y, en general, por el feliz desarrollo de todas las actividades del Foro Nacional Ambiental, desde su creación en 1998.

Bogotá, 22 de octubre de 2015.





DISEÑO DE LAS OBRAS  
DE ENCAUZAMIENTO  
PARA MEJORAR LA NAVEGACIÓN  
EN EL RÍO MAGDALENA

Jorge Enrique Sáenz

Foto: Sindy Martínez Callejas.



## Procesos de estudios, diseño y licitación

El trabajo descrito en el presente artículo fue realizado con el patrocinio de una entidad gubernamental colombiana y de una federación privada de transporte fluvial, quienes contrataron cuatro compañías de consultoría en ingeniería, inicialmente para el estudio de factibilidad en 2000-2001, y posteriormente entre 2006 y 2013 para el diseño detallado de las obras de encauzamiento, a lo largo de 460 km del río. El autor fue el director de proyecto de todos los estudios y diseños.

Los estudios hechos desde 1993 sobre demanda de carga y el estudio de factibilidad de 2001 mostraron la necesidad de reactivar la navegación aguas arriba de Barrancabermeja, y recomendaron la revitalización del sistema de transporte fluvial con una terminal portuaria en Puerto Salgar, que es un centro intermodal importante en términos económicos ubicado a tan solo 180 km de Bogotá, el principal originador de carga y centro de destino del país (figura 1).

El primer estudio de diseño de las obras de encauzamiento en 2006 estableció la metodología para el plan maestro y los diseños detallados, de acuerdo con los lineamientos dados por consultores individuales que han participado con el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (Usace) en la planeación, desarrollo, diseño, construcción y mantenimiento de obras fluviales similares en distintos ríos. La experiencia de estos fue instrumental, en la medida en que las obras diseñadas para el río Magdalena son similares a obras realizadas con éxito por el Usace en el sistema de los tributarios del río Mississippi, afluentes de tamaño similar al del río Magdalena: río Ohio, río Rojo, alto Missouri y Arkansas.

Figura 1. Área del proyecto del río Magdalena



En octubre de 2009 se presentaron diseños detallados para el sector Puerto Berrio (km 730)-Barrancabermeja (km 630) en una longitud de 100 km; en octubre de 2011 para el sector de Puerto Salgar (km 886)-Puerto Berrio (km 730) en una distancia de 156 km. Para finales de 2011 el gobierno colombiano tenía en su poder los diseños detallados de las obras de encauzamiento exigidas para la apertura de una licitación internacional y el proceso de contratación de las obras en el río Magdalena.

Sin embargo, el sector de Puerto Berrio-Barrancabermeja debió ser ajustado debido a los importantes cambios morfológicos generados por tres muy fuertes temporadas de lluvias e inundaciones en los años 2010 y 2011, causados por el fenómeno de la Niña. El nuevo informe, con los ajustes, fue presentado en octubre de 2012. Finalmente, el diseño de las obras de encauzamiento del último sector entre Barrancabermeja y Regidor (205 km) fue presentado en octubre de 2013.

El tratado de libre comercio suscrito entre Colombia y los Estados Unidos hace tres años generará un aumento de servicios de transporte y demanda de carga de la parte central del país hacia la costa Atlántica, para lo cual el río Magdalena se ha convertido en una muy importante oportunidad para el transporte multimodal.

Tras un proceso de veinte meses, la licitación fue adjudicada en septiembre de 2014 a la unión temporal Odebrecht-Valorcon. Es una concesión bajo la modalidad de asociación público-privada a 13,5 años creada para las obras de encauzamiento entre Salgar y Barrancabermeja (256 km) inicialmente, incluyendo mantenimiento y dragado desde Puerto Salgar hasta Barranquilla (886 km).

El valor del contrato es de US\$2.300 millones, incluyendo financiación, del cual 63% son vigencias futuras del gobierno central y el resto es aportado por el sector privado.

## Características técnicas del proyecto

Para comenzar, se deben analizar algunas características básicas:

- ♦ Un plan maestro a ser seguido.
- ♦ Embarcación de diseño.
- ♦ Alineamiento del canal de navegación.
- ♦ Hidrología.
- ♦ Profundidad bajo el nivel de referencia.
- ♦ Dimensiones del canal de navegación.

### Plan maestro

A diferencia de las estructuras diseñadas para ambientes estáticos, el río aluvial está en permanente cambio, requiere una visión flexible y ser muy receptivo desde la concepción del proyecto al respeto de estas condiciones cambiantes.

Siendo un río aluvial, el Magdalena tiene una naturaleza dinámica, y antes de que se culmine la construcción, se requerirán algunos ajustes con el fin

de cumplir las metas deseadas. El estudio de factibilidad junto con la revisión del alineamiento y el replanteo de estructuras preparado para los diferentes tramos del río puede ser definido como el plan maestro para el futuro desarrollo del proyecto de navegación del río Magdalena.

El presente plan maestro presenta una buena guía a ser seguida en la preparación de los planos finales y especificaciones de construcción, así como para la programación de la logística de construcción. De hecho, el contratista principal actualmente se encuentra actualizando y refinando el diseño, siguiendo el criterio general del plan maestro para iniciar la construcción de las obras de encauzamiento durante el primer semestre de 2016.

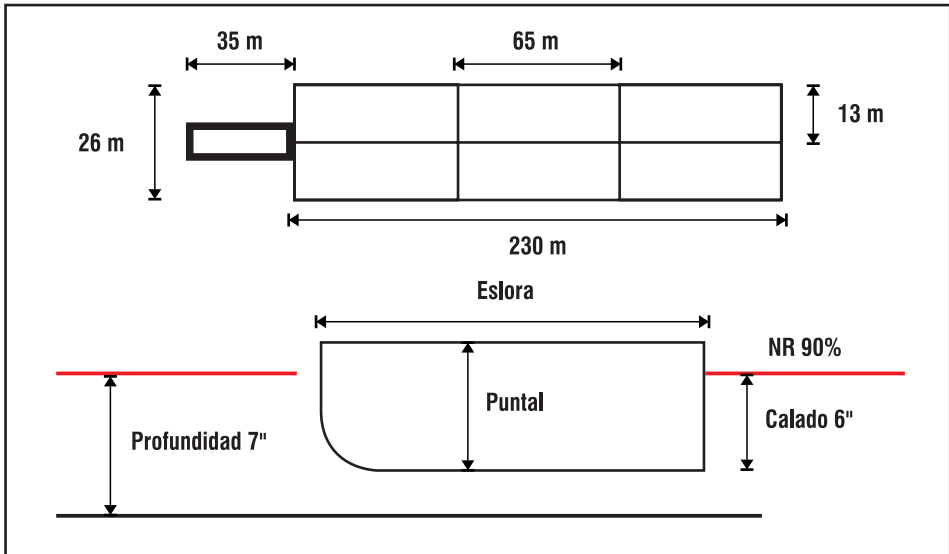
De conformidad con los antiguos ingenieros del Usace que evaluaron el proyecto, el plan maestro para un proyecto que requiere décadas para su culminación debería ser revisado de forma anual en áreas en las cuales la construcción está programada para los próximos años, y se debe llevar a cabo una revisión general detallada cada cinco años como máximo, de acuerdo con la dinámica de los tramos que están bajo consideración, para tomar en cuenta diseños para las condiciones cambiantes del río.

## Embarcación de diseño

De acuerdo con el estudio de factibilidad, Cormagdalena (entidad gubernamental que es la dueña del proyecto) determinó que la embarcación de diseño debía ser un remolcador con barcasas en una formación de 2 x 3. Las barcasas tienen una eslora de 65 m, 13 m de manga, 1,80 m de calado (6 pies), con una capacidad de carga de 1.200 toneladas. Así, la capacidad de transporte de la embarcación de diseño es de 7.200 toneladas, y el tamaño del convoy es: eslora de 240 m, manga 26 m, calado 1,8 m. Esta nave de diseño es válida para toda la distancia del proyecto desde Salgar (km 886) hasta Barranquilla (km 0), para el dragado capital, el dragado de mantenimiento y el diseño de las obras de encauzamiento (figura 2).

Si bien hay composiciones de ocho y hasta diez barcasas navegando el río Magdalena aguas abajo de Barrancabermeja, Cormagdalena ha decidido que el proyecto de navegación debe avanzar paso a paso, porque hoy en día no hay navegación hasta Salgar. El plan maestro permite adecuar las dimensiones del canal y las obras de formación a un convoy más grande si las condiciones futuras así lo exigen.

Figura 2. Convoy de diseño, vista en planta y en perfil



### Alineamiento del canal de navegación

El diseño se dividió en dos componentes: 1) el diseño del trazado del canal navegable propuesto; y 2) el diseño de las estructuras de encauzamiento como tales.

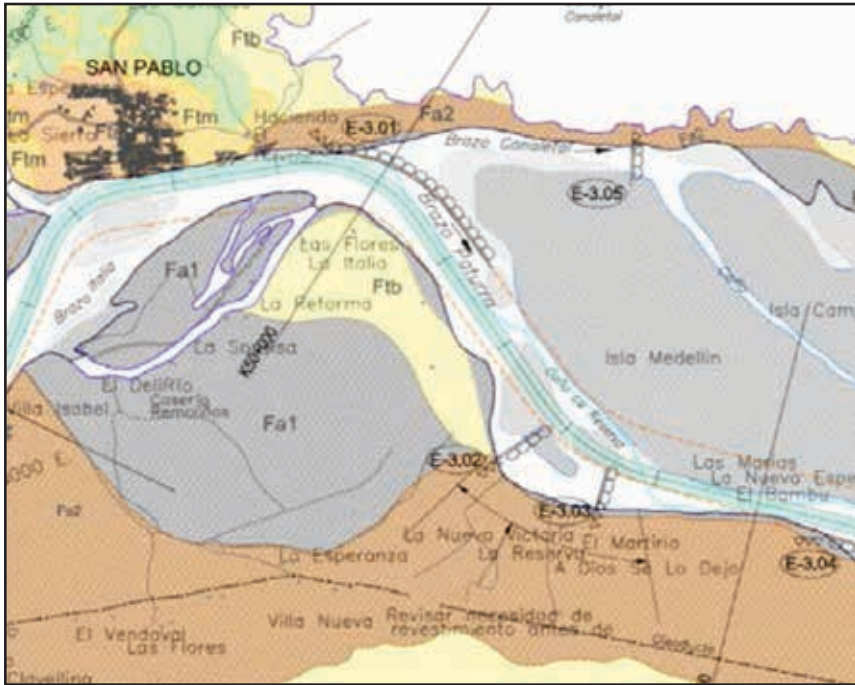
El trazado del canal navegable se definió con base en la geomorfología a lo largo del valle del río, la dinámica fluvial de los últimos veinte a treinta años y la ubicación del *thalweg* del río durante los últimos ocho años, con una consideración especial por los levantamientos más recientes del canal durante los dos últimos años.

Sin embargo, es mucho más importante asegurarse de que el canal se desarrolle a lo largo de un alineamiento sinuoso que se automantiene, que enfocarse en una línea particular de navegación que no tiene muy buena alineación y puede estar en estado de cambio permanente (figura 3).

Las estructuras de encauzamiento están diseñadas para mantener el canal de navegación dentro del alineamiento definido.

Los levantamientos del canal muestran la batimetría de todos los canales del río, bancos de arena y líneas de orilla. Esta información es necesaria para que el contratista determine la logística de construcción y transporte.

Figura 3. Alineación típica del canal de navegación



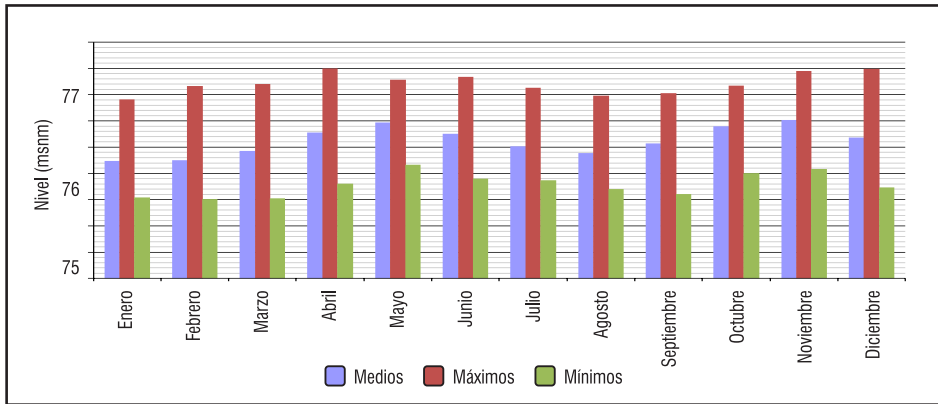
## Hidrología

El área de drenaje del río Magdalena exhibe una hidrografía bimodal con dos periodos de niveles de aguas bajas y dos periodos de niveles de aguas altas, que se denominan “verano” e “invierno” respectivamente. Los meses de verano van de enero a marzo y de julio a septiembre; los meses de invierno van de abril a junio y de octubre a diciembre (figura 4).

La descarga media de agua en Puerto Salgar es de 1.263 m<sup>3</sup>/s, en Barrancabermeja es de 2.950 m<sup>3</sup>/s, 2,3 veces mayor. Las variaciones de niveles de agua son bastante similares en el tramo bajo análisis. En Puerto Salgar la diferencia entre los niveles máximo y mínimo es de 5,26 m; en Barrancabermeja es de 4,98 m.

De acuerdo con la compilación de información para los principales ríos del mundo (Schumm et al., 1994) el río Magdalena está en el puesto veintinueve respecto de descarga de agua (7.000 m<sup>3</sup>/s), pero se ubica en el puesto doce respecto de descarga de sedimentos (172 millones de ton/año). Esa cantidad de sedimentos es el mayor reto para este proyecto.

Figura 4. Variación de niveles de agua en Barrancabermeja



## Profundidad bajo el nivel de referencia

Las profundidades disponibles se establecieron bajo un nivel de referencia de aguas bajas que es excedido el 90% del tiempo para el tramo entre Barrancabermeja y Puerto Salgar. Aguas abajo del primer puerto, el nivel de referencia es aquel que es igualado o excedido el 95% del tiempo. La diferencia se debe al hecho de que aguas arriba de Barrancabermeja prácticamente no hay navegación hoy en día.

La curva de duración del nivel de agua en Barrancabermeja muestra que el nivel que es excedido el 90% del tiempo es tan sólo 1,10 m por debajo del nivel medio promedio, lo que indica que las variaciones de nivel no son muy grandes en la parte media de la curva.

## Dimensiones del canal de navegación

El trazado del canal cumple con las normas de navegación para un canal de dos vías (anchuras, radios de curvatura, y profundidades), según las define el Usace. El canal navegable tendrá las siguientes características para el convoy de diseño:

- ◆ Ancho del canal navegable (dos vías)= 150 m.
- ◆ Radio de curvatura mínimo= 900 m.
- ◆ Profundidad del canal en verano= 7 pies (2,10 m).
- ◆ Calado nave= 6 pies (1,83 m).

## Consideraciones de diseño

El alcance del proyecto era concebir obras de encauzamiento para controlar el ancho del río entre Puerto Salgar y Barrancabermeja. Las obras deben ser diseñadas para restringir los flujos de verano a un canal principal adecuado para la navegación dentro de los límites de las obras de encauzamiento, evitando la dispersión de flujo a través de canales secundarios en sectores con secciones transversales muy anchas, asegurando la estabilidad de las orillas pero permitiendo que las descargas altas de agua fluyan sobre las estructuras y ocupen todo el cauce del río.

Como se mencionó más arriba, el diseño de las obras de encauzamiento fue adaptado de los procedimientos que sigue el Usace para un alcance similar en el sistema del río Mississippi y sus afluentes, bajo la supervisión de la Agencia de Protección Ambiental (EPA). El objetivo de las obras de encauzamiento es estabilizar el canal navegable principal, con una combinación de estructuras, incluyendo revestimientos con relleno en zanjas para prevenir la erosión lateral de las orillas del río, revestimientos de enrocado con el mismo fin, diques de enrocado para canalización, y dirigir el flujo hacia el centro del canal principal de navegación evitando la dispersión del flujo en los canales secundarios en épocas de verano, conexiones con orillas y diques de cierre sobre canales secundarios y menores.

Sin embargo, la elevación de los diques debe estar por debajo de los niveles de aguas altas e inundación, permitiéndole al río ocupar todo el ancho del cauce del río para el tránsito de altas descargas. Mientras se realizan las obras en el río, el dragado es el único medio para mantener las profundidades del río que se requieren para una navegación segura.

Esta combinación de obras se ha puesto constantemente en práctica en los Estados Unidos desde los años 50 y ha demostrado ser la más efectiva en términos económicos, toda vez que los costos de dragado se han reducido al mismo tiempo que las obras fluviales han sido construidas.

La determinación del área requerida para encauzar los flujos de verano se basa en la estimación del valor numérico predominante del factor de conductividad (*conveyance*) en secciones transversales que no necesitan obras de encauzamiento en condiciones de banca llena, cuya descarga de agua es considerada como dominante y la más representativa para la dinámica del lecho del río y su morfología (Petts, Calow, 1996).



Las modificaciones hechas por el hombre a la geometría de las secciones transversales por medio de diques o dragado en procura de la creación de un canal navegable principal respetarán el valor original de la conductividad en la nueva sección transversal geométrica para el tramo particular que está siendo considerado.

La fórmula de Manning

$Q = 1/n * A * R^{2/3} * S^{1/2}$  (sistema métrico) puede ser reformulada como

$$A * R^{2/3} = n * Q/S^{1/2}$$

En ríos aluviales, donde el ancho es mucho mayor que la altura, el radio hidráulico se vuelve igual a  $d$ , la altura del flujo de agua.

Entonces, la expresión  $A * d^{2/3}$  será el factor de conductividad hidráulica o de sección. Ven Te Chow explica este factor diciendo que depende de la geometría del perímetro mojado y que la ecuación muestra que para una condición dada de  $n$ ,  $Q$  y  $S$ , solo existe una profundidad posible para mantener un flujo uniforme.

La ingeniería no puede hacer cambios significativos en  $n$ ,  $Q$  o  $S$  (el construir represas con compuertas no viene al caso), pero la ingeniería puede modificar la geometría de las secciones transversales. Al construir estructuras de encauzamiento, el área de las secciones transversales puede verse reducida en anchura, y el río buscará compensar esa pérdida en área profundizando la sección transversal para reestablecer el factor de conductividad y así poder mejorar la profundidad disponible para navegación.

Lo que el diseño tiene que hacer en este caso es determinar el área transversal que debe ser bloqueada o que se ha hecho inefectiva, lo cual es equivalente a determinar la elevación de las estructuras dentro del lecho del río.

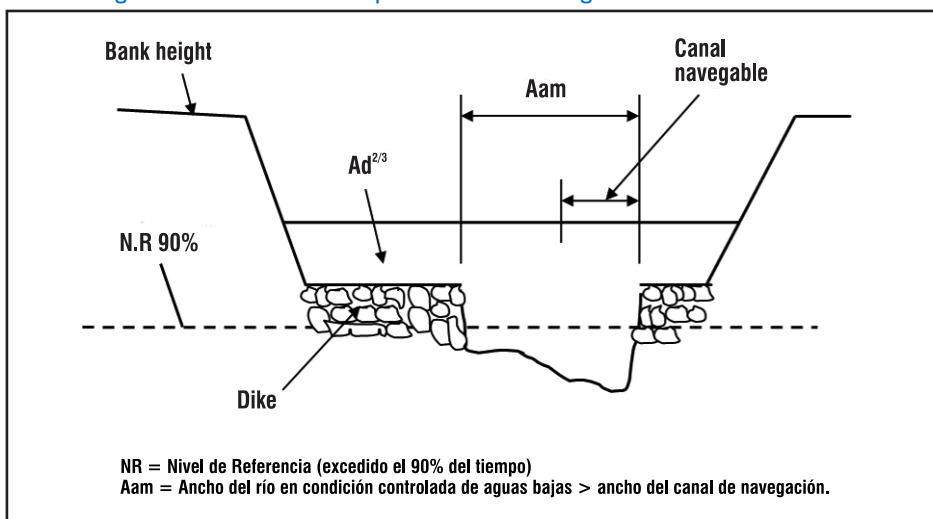
La primera cosa a considerar cuando se diseña un tramo es qué estructuras se requieren para controlar el alineamiento del canal. Esto se logra mediante el trazado del canal y las estructuras que se ha descrito en la sección "Alineamiento del canal de navegación". El siguiente paso es determinar las estructuras más económicas que llevarán a cabo esta tarea usando secciones estándar que serán descritas en un párrafo posterior. El tercer paso es calcular la conductividad sobre las estructuras bajo el nivel de banca llena, particularmente en tramos trenzados. Si este valor es mayor que el que permite la conductividad, entonces la cota de corona de la estructura va a tener que ser elevada de conformidad.

Los diferentes elementos que toman parte en los cálculos numéricos están indicados en la figura 5. La idea central es que el área que se reduce de la sección transversal lateral por causa de los duques y estructuras de enrocado es recuperada por el trabajo natural del río para preservar el mismo valor numérico de la conductividad hidráulica. Al comienzo, para acelerar el proceso, se recomienda realizar un dragado de inducción en el canal que va a ser profundizado, y que el propio río va a mantener.

La selección del factor de conductividad (CF) como parámetro de diseño se basó en estudios realizados por Anding (1970), quien demostró la consistencia del CF en cruces y curvas de canales para descargas dominantes, y en estudios de Biedenharn et al. (1987), quienes demostraron que la mayoría de la carga total de sedimentos es transportada en etapas de orilla completa o menos.

Esto puede ser expresado en otras palabras: para una descarga de agua dada, el CF será aproximadamente el mismo en todas las secciones. Si se le da tiempo suficiente a una descarga para equilibrar el lecho del río, todas las secciones transversales se ajustarán a esa condición. Los estudios de campo han mostrado que los principales efectos de la erosión y de la sedimentación en una sección en particular tienden a ocurrir en áreas ocupadas por el canal principal, mientras que las áreas con canales secundarios muestran una dinámica que es mucho menor.

Figura 5. Corte transversal típico en un canal navegable con ancho controlado



Las obras de encauzamiento así diseñadas no solo controlan los flujos de aguas bajas, sino que por otro lado no obstruyen ni alteran el flujo en periodos de inundación o de aguas altas.

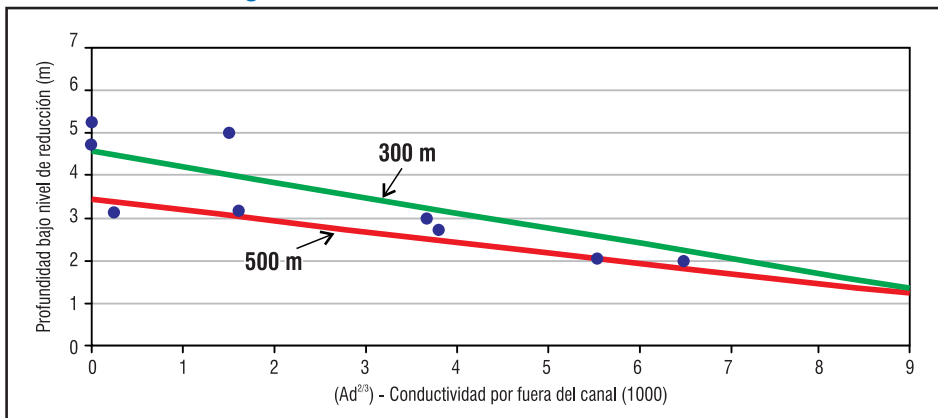
## Determinación de la anchura del canal de verano a ser estabilizado (Aam)

Para determinar la anchura del canal fluvial a ser estabilizado se debe hacer un análisis de conductividad del tramo de la manera que se ha descrito más arriba en este documento. La idea es desarrollar una curva de diseño válida para ciertos tramos, graficando la conductividad hidráulica contra la anchura del canal de navegación para diversas secciones transversales. En la medida en que se analizan secciones y se trazan los puntos, se desarrolla un patrón definitivo que muestra una relación clara entre la conductividad y la profundidad navegable. En ese momento se puede trazar una línea de diseño que incorpore la mayoría de los puntos trazados para asegurar que habrá un canal de navegación disponible. Esa línea de diseño muestra el valor de la conductividad se puede permitir por fuera del canal controlado de verano para diferentes profundidades de navegación (figura 6).

De acuerdo con tal análisis, se determinó el ancho del canal fluvial de verano para la embarcación de diseño que fue seleccionada, de la siguiente manera:

- ◆ Trayecto Puerto Salgar-Puerto Berrío= 300 m.
- ◆ Trayecto Puerto Berrío-Barrancabermeja= 500 m.

Figura 6. Curva de diseño análisis de conductividad



## Caracterización de las estructuras de formación

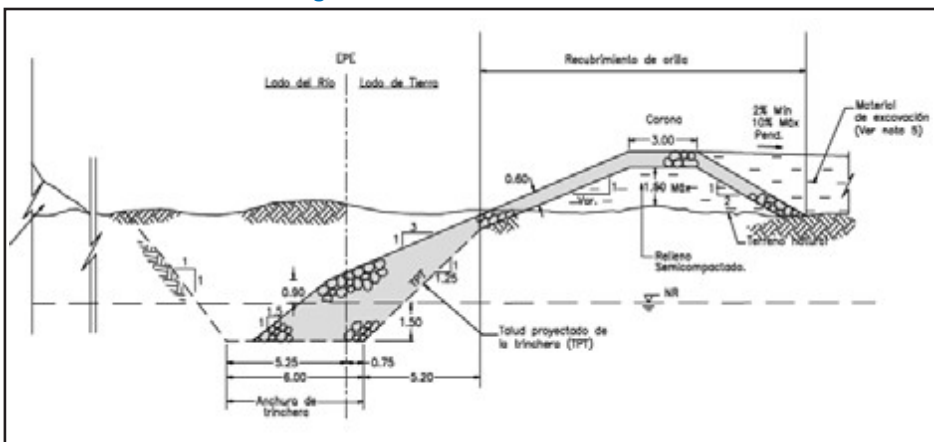
Como se mencionó antes, las estructuras fueron clasificadas bajo cuatro categorías: la primera es la de revestimientos con relleno de trinchera, donde el flujo es esencialmente paralelo a la estructura y la trinchera debe ser diseñada con suficiente material de enrocado de sacrificio para compensar el material socavado (figura 7).

La segunda categoría es el revestimiento con relleno de enrocado, donde el flujo va paralelo a la estructura al igual que sobrepasa el flujo sobre la estructura. Esto requiere que la trinchera sea diseñada para proveer suficiente enrocado de sacrificio, al igual que en la categoría 1, y que la corona de la estructura sea diseñada para soportar la presión hidráulica que se desarrolla a lo ancho de la estructura. Adicionalmente, la sección debe incluir suficiente enrocado para estabilizar la socavación que se puede generar aguas abajo de la estructura.

La tercera categoría la constituyen los diques de enrocado, donde todo flujo es transversal a la estructura. Estos deben ser diseñados para soportar la presión hidráulica a lo ancho de la estructura y también para proveer suficiente enrocado para estabilizar la socavación aguas abajo (figura 8).

La cuarta categoría es la que permite anclar a la orilla los diques con rellenos de enrocado. Para las cuatro categorías, hay una serie de subtipos, dependiendo de la topografía de las orillas y de los detalles de la batimetría.

Figura 7. Revestimiento en trinchera



## Diseños típicos

Para el tramo de 456 km se diseñaron 265 estructuras y se dibujaron 697 planos de detalle.

La figura 9 muestra una vista en planta de una estructura típica, indicando el tipo o tipos de estructuras (una estructura puede comprender varias estructuras dependiendo de las condiciones del lugar), puntos de referencia para localización y definición del trabajo para construcción, elevaciones y ubicación de las unidades de señalización para los fines de la navegación.

Figura 8. Diques de enrocado

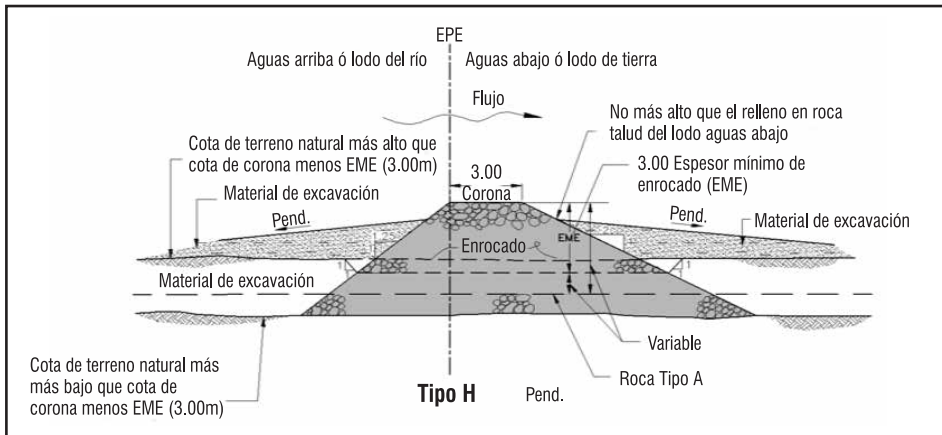
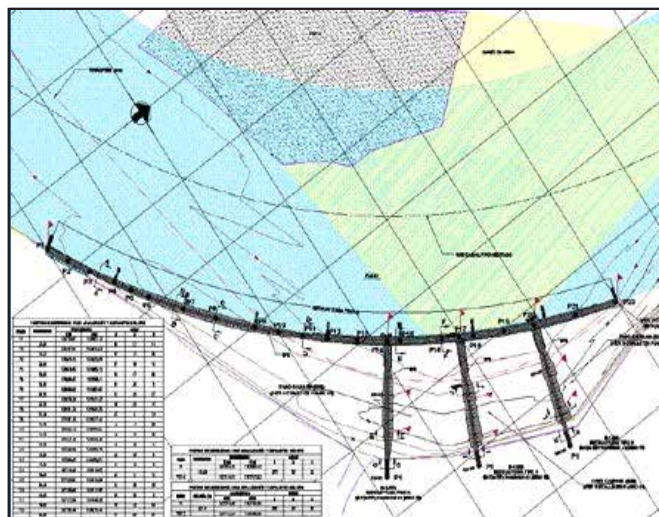


Figura 9. Vista en planta de estructura con tres contrafuertes



El perfil longitudinal de la estructura junto con las secciones transversales son esenciales para definir con claridad los tipos de estructuras, las elevaciones, y condiciones variables en el terreno. La figura 10 muestra un dibujo típico de perfil de estructura y secciones transversales.

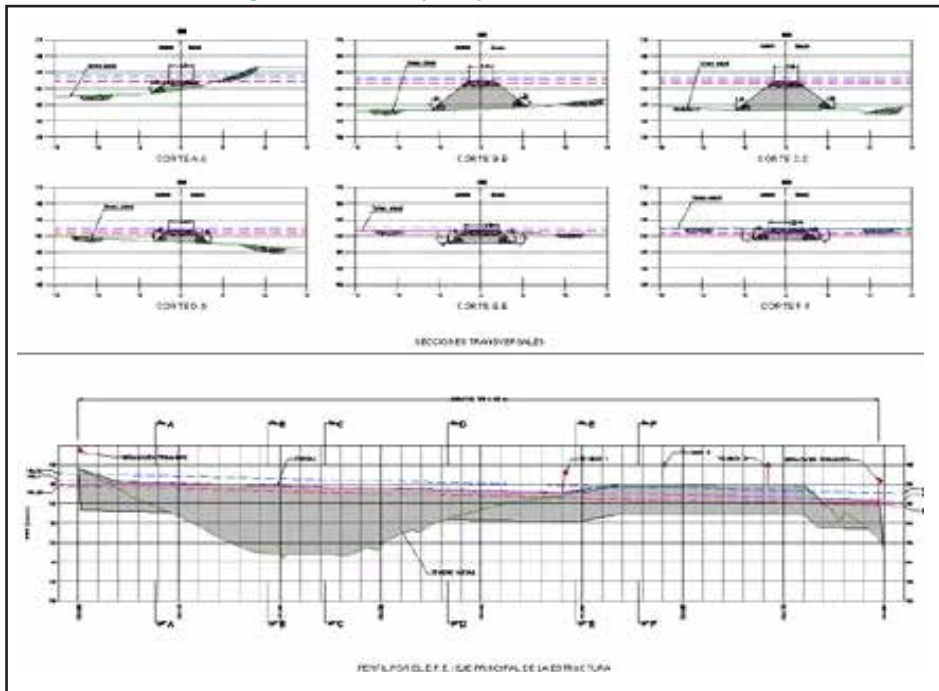
### Materiales para las estructuras

El material principal para las estructuras es roca de cantera. Se estimó un volumen general de cerca de 4'000.000 de m<sup>3</sup> para las estructuras.

Se estudiaron veinte posibles áreas de canteras, con una capacidad de más de cincuenta veces los requerimientos del proyecto.

El tamaño y gradación de la roca se determinó a partir de los estudios de referencia y pruebas de campo hechos para los ríos Red y Arkansas de tamaño similar al Magdalena, verificando que el tamaño de la roca requerido en los cálculos de profundidad de socavación estuviera con holgura dentro de las zonas de gradación.

Figura 10. Perfiles típicos y secciones transversales



El contratista que se ganó la licitación para la construcción de las obras fluviales (Unión Temporal Odebrecht-Valorcon) se encuentra actualmente analizando la posibilidad de reemplazar la roca por geocontenedores de diferentes tamaños con el fin de reducir costos y facilitar la logística de la construcción. Geotubos, geobolsas, geosacos, etcétera, están siendo analizados junto con cuatro de los más grandes proveedores globales de geotextiles como son Flint, Tencate, Huesker y Pavco.

## Conclusión

Después de un periodo de quince años de estudios y de análisis, el gobierno colombiano finalmente adjudicó la construcción de obras fluviales para mejorar la navegación en el río Magdalena. La elaboración cuidadosa y detallada de investigaciones de campo, estudios, análisis, informes, planos detallados de construcción y las evaluaciones hechas por los diferentes consultores, antiguos ingenieros del Usace, fueron fundamentales dentro del proceso de toma de decisiones que permitió el desarrollo de este proyecto.

## Referencias

- ANDING, M. G. 1970. “Características hidráulicas de los canales del río Mississippi”. Reporte provisional, Potamology Research Project No. 10, Mississippi River Commission, Vicksburg, Ms.
- BIEDENHARN, D. S., LITTLE, C. D. Y THORNE, C. R. 1987. “Magnitud del análisis de frecuencia de grandes ríos”. Proc. 1987, National Conference on Hydraulic Engineering. ASCE, agosto 3-7.
- BOADA SÁENZ INGENIEROS. 2007. “Estudios y diseños de obras de encauzamiento en el río Magdalena en el sector comprendido entre Puerto Berrío-Barrancabermeja”, para Cormagdalena-Fedenavi.
- EMDEPA CONSULTORÍA. 2011. “Diseños de las obras de encauzamiento para navegación del río Magdalena en el sector comprendido entre Puerto Salgar y Puerto Berrío”, para Cormagdalena-Fedenavi-Gobernación de Cundinamarca.
- IEH GRUCON S. A. 2012. “Ajustes a los estudios y diseños de las obras de encauzamiento en el tramo Puerto Berrío-Barrancabermeja”, para Cormagdalena-Fedenavi.

LAMB, MAX. 1999. "Ingeniería para proporcionar navegación confiable en el río Mississippi". US Army Corps of Engineers, Lower Mississippi Valley Division, Vicksburg, Ms.



Foto: Sindy Martínez Callejas.





**EL GRAN RÍO DE LA MAGDALENA:  
¿UN CANAL FLUVIAL  
PARA TRANSPORTAR,  
DÍA Y NOCHE, Y SIN VACACIONES,  
HIDROCARBUROS Y CARBÓN?**

Eduardo Aldana Valdés

Foto: Sindy Martínez Callejas.

## Introducción

• Es posible que con una campaña de publicidad manejada con destreza se logre la aprobación de un proyecto que compromete enormes recursos públicos, no demuestra su bondad social ni responde a las dudas que suscita la carencia de diseños técnicos apropiados y evaluaciones económicas que consideren riesgos y externalidades?

La dirección de Cormagdalena logró esa “hazaña”, en el periodo 2012-2014, para la contratación de obras y el dragado del río Magdalena, con una amplia difusión de sus entrevistas y declaraciones en variados medios escritos y hablados y, probablemente, el apoyo político a intereses difíciles de identificar por *el ciudadano de a pie*, como es mi caso.

Las asociaciones de ingenieros, las facultades de ingeniería y el *país nacional* –como solía llamarse a la fracción de la opinión pública que velaba por el interés general– deben hacer un gran esfuerzo por recuperar el prestigio de los participantes en los contratos oficiales. En la última parte de esta ponencia se presentan recomendaciones concretas con este propósito.

El proceso se ilustra a continuación con entrevistas y reportajes de la revista *Portafolio*, principalmente<sup>1</sup>.

---

1 Varios otros periódicos y revistas publicaron notas similares a las de *Portafolio* citadas en este documento. Me he limitado a los de este medio para no repetir contenidos y, especialmente, para tener la oportunidad de reconocer que *Portafolio* también publicó varias columnas de mi autoría que mantuvieron una posición crítica respecto al proceso seguido.

## Pincelazos en la contratación de alteración del cauce y dragado del Magdalena

El 29 de octubre de 2012, una columna de *Portafolio* titulada “Concesionarán el río Magdalena para acercar el mar a Bogotá” me llamó la atención, además, por su subtítulo: “En mayo se conocerá la firma que durante 10 años garantizará la navegabilidad del río”. En el texto añadía:

La Corporación Autónoma Regional de Santander dio el aval para que por las aguas del río Magdalena –entre Barrancabermeja y el puerto de Barranquilla– se empiece a mover carbón. Una oportunidad que estaba esperando Coquecol, dedicada a la exportación de carbón y filial de la brasilera Gerdau<sup>2</sup>.

El 24 de mayo de 2013, otra columna del mismo periódico, titulada “Empresas de 5 países compiten por concesión del Magdalena”, informaba:

Los proponentes deberán presentar en los próximos meses sus propuestas económicas para recuperar la navegabilidad del afluente, en un negocio que requiere inversiones cercanas a 1,2 billones de pesos.

Los tres grupos seleccionados fueron Navega Magdalena, (...); Consorcio Desarrollo Río Magdalena, (...); y Navelena, (...).

“Salimos muy contentos de la audiencia pública porque participaron 27 empresas y quedó un grupo de 10 empresas que va a seguir en el proceso”, afirmó Augusto García Rodríguez, director de la Corporación Regional Autónoma del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena)<sup>3</sup>.

El 18 de julio siguiente, otro artículo de *Portafolio* trajo una sorpresa para los que seguíamos el proceso pero que aparentemente no fue captada ni valorada por quienes lo impulsaban. La noticia titulada “Impala comienza proyecto para navegar el Magdalena”, explicaba:

Para este fin, la empresa, que invierte en Colombia los recursos del Grupo suizo Trafigura, construirá una terminal portuaria en Barrancabermeja, contratará servicios en el puerto de Barranquilla y ya ha adquirido una flota de

---

2 Anexo 1.

3 Anexo 2.

80 tractomulas, 34 barcazas de carga seca, 15 barcazas de carga líquida y 4 remolcadores<sup>4</sup>.

La sorpresa que aparentemente pasó desapercibida estuvo a cargo del gerente general de Trafigura, César Ramírez Lynch. Según el artículo en mención, este había declarado:

(...) lo importante es que para que esta operación inicie no es necesario que se realicen las obras de dragado programadas por el gobierno para la navegabilidad de la principal arteria fluvial del país, “pues las barcazas adquiridas tienen la capacidad de navegar con el cauce actual del río sin ningún problema”.

Veinte días después, el 8 de agosto de 2013, Cormagdalena, por intermedio de su director ejecutivo, continuaba reportando *buenas nuevas*. *Portafolio* las tituló: “Ola de inversiones por recuperación del río Magdalena”. El texto decía:

El proceso licitatorio con el que se contratarán a finales de octubre las obras que le devolverán con 1,2 billones de pesos la navegabilidad al río Magdalena despertó gran interés de un nutrido grupo de empresarios, que ven en la arteria fluvial un ahorro del 40 por ciento en el valor que pagan por transportar carga por carretera (...). El ganador deberá realizar las obras de encauzamiento de 256 kilómetros entre Barrancabermeja (Santander) y Puerto Salgar (Cundinamarca)-La Dorada (Caldas) y el mantenimiento del canal navegable hasta Barranquilla. Las obras de mantenimiento arrancarán a mediados del 2014 (...).

Con las obras de mantenimiento y encauzamiento por 1,2 billones de pesos durante 10 años, los inversionistas planean llevar carga hasta el centro del país. Actualmente el río, que mueve el 2 por ciento de la carga nacional, es navegable por embarcaciones desde Bocas de Ceniza y Pasacaballos-Canal del Dique hasta Barrancabermeja. Expertos estiman que con los trabajos de recuperación se pase [de] transportar 1,6 millones de toneladas de hidrocarburos a 6 toneladas en el primer año<sup>5</sup>.

El 7 de octubre de 2013 el desenlace parecía inminente. *Portafolio* destacó así las declaraciones oficiales: “Octubre, mes clave para el futuro del río Magdalena”.

---

4 Anexo 3.

5 Anexo 4.

Este mismo mes se entregarán en concesión las obras de mantenimiento y encauzamiento del río Magdalena, por 1,2 billones de pesos (...).

Este ha sido considerado un proyecto estratégico para el país, pues busca ampliar el sector navegable del principal afluente colombiano y lograr una profundidad mínima de 8 pies con el objetivo de transportar cargas hasta de 7.200 toneladas (...).

Las obras que se acometerán en el río Magdalena son importantes para el país –y especialmente para los siete departamentos que comprenden el tramo que se va a ampliar en ancho y profundidad– no solo porque se ganará en competitividad al disminuir los costos de transporte, pues permitirá pasar de 2 a 8 millones de toneladas por año a través del afluente, sino por el impacto ambiental positivo, al disminuir la generación de gas carbónico por causa de las tractomulas que hoy llevan la carga, según destacan autoridades ambientales<sup>6</sup>.

Desde mi orilla, las declaraciones anteriores me alarmaban cada vez más. En 2001, el Ministerio del Medio Ambiente me había solicitado que coordinara un panel o comité de expertos convocado por Cormagdalena para asesorarla en la definición de los lineamientos del Plan de ordenamiento y manejo integral de la cuenca del Magdalena (Pomim), trabajo asignado a la Universidad Nacional de Colombia. Al comparar la concesión que anunciaba Cormagdalena con las recomendaciones de ese comité surgían varios asuntos que demandaban aclaración. En una columna de *Portafolio* de noviembre de 2013, expresé así mi preocupación:

El panel del 2001 recomendó un cambio radical en la orientación de los planes y programas de desarrollo de Cormagdalena. La prioridad debería ser la superación de la pobreza y ella *no* se logra tomando a las personas como objetos del desarrollo y haciendo obras que poco las benefician. Es indispensable convertirlas en agentes de su propio destino y del desarrollo sostenible de su ambiente. Esta orientación de la lucha contra la pobreza coincide con los objetivos [expuestos] del actual gobierno (...). En términos de políticas públicas parece existir [por lo tanto] una discordancia entre el gobierno nacional y lo que dice Cormagdalena.

El 15 de ese mes de octubre de 2013, Cormagdalena y la Sociedad Colombiana de Ingenieros organizaron en Barranquilla un evento titulado Foro:

---

6 Anexo 5.

río de la Magdalena mucho más que una vía de transporte<sup>7</sup>. No pude asistir al foro en cuestión pero sí leí en la revista *Anales de Ingeniería* de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, julio-septiembre de 2013, un artículo titulado “Hacia el aprovechamiento integral del río Magdalena”, de la autoría de César Garay y Diana Vargas, asesores de Cormagdalena, en el que se afirma:

El aprovechamiento del río Magdalena se concibe como un conjunto de acciones y obras que reflejan las potencialidades de navegación, pesca, generación de energía, control de inundaciones, ordenamiento de orillas y de cauce, recreación, ambiente, adecuación de tierras y planeación integral.

Interpreté el nombre dado al Foro y la declaración anterior, al menos inicialmente, como un cambio de enfoque de Cormagdalena. Infortunadamente, de los usos potenciales definidos para el río, *únicamente* se señalaba una inversión pública para la navegación por \$2,17 billones de pesos, provenientes en un 72% del presupuesto general de la nación, un 18% del presupuesto de Cormagdalena y un 10% del Sistema general de regalías, Ecopetrol y otras fuentes.

Consideré que debía redoblar mis esfuerzos y en diciembre de 2013 escribí:

El río Magdalena, como dice la propia Cormagdalena, es mucho más que una vía de transporte y por ello la inversión pública debe privilegiar su descontaminación, la conservación de su diversidad vital, su cultura, su carácter como eje ecológico principal y su naturaleza de bien público<sup>8</sup>. Concesionar su uso como vía de transporte parece un imposible moral. Por eso proponemos a los alcaldes y gobernadores de los municipios y departamentos ribereños que le exijan a Cormagdalena presentar en un debate público la justificación rigurosa de lo que pretende hacer con el “río de los colombianos”.

Cormagdalena, por su lado, continuó la divulgación de su proyecto por los medios de comunicación. El 6 de mayo de 2014, *Portafolio* anunció así

---

**7** Anexo 6, Boletín de prensa, publicado por la Corporación Nuevo Arco Iris.

**8** La Dirección de Cormagdalena ha insinuado que la prioridad de la entidad, por mandato constitucional, es la recuperación de la navegación. El artículo 331 le fija otras funciones igualmente importantes y, como todos los artículos de la norma, está sujeto al Preámbulo de la Constitución política: “(...) asegurar a sus integrantes la vida, la convivencia, el trabajo, la justicia, la igualdad, el conocimiento, la libertad y la paz (...)”.

otro avance importante: “Abren la licitación para concesión del río Magdalena. El ganador de la concesión se conocerá el 25 de julio. En la puja están empresas de cinco países”. En el texto añadía:

(...) a los nueve meses de iniciado el contrato, es decir antes de finalizar el primer semestre del 2015, deberá cumplir con las obras que permitan unas óptimas condiciones de profundidad (...).

El resultado de la licitación es esperado por Naviera Fluvial, Impala, Naviera Central y Río Grande, que con inversión superior a los dos billones de pesos, ya encendieron motores para aprovechar la nueva cara que tendrá el río (...).

La meta es que estas empresas y una decena de cooperativas de pequeñas navieras transporten 6 millones de toneladas al año.

Actualmente solo se mueve un millón y medio, principalmente de petróleo y sus derivados.

De otro lado, Cormagdalena, en asocio con la firma holandesa Deltares y el gobierno chino, a través de Hydrochina, ya tienen un plan maestro para sacarle mayor provecho al río (...). El plan recomienda que en el 2020 se contemple la construcción de cuatro hidroeléctricas (...)⁹.

Adicionalmente, Cormagdalena tomó medidas para asegurar el cumplimiento de las formalidades del proceso. Por ejemplo, el 18 de mayo, *Portafolio* informa: “Comisión de expertos, en licitación del Magdalena”: “La comisión estará integrada por el abogado y exministro Juan Carlos Esguerra Portocarretero y los ingenieros Francisco Javier Daza y Gilberto Saa”¹⁰.

Otra de estas medidas fue el informe sobre la evaluación económica del proyecto, preparado por Steer Davies Gleave y titulado “Estudio de demanda [de transporte] del sistema fluvial del río Magdalena y evaluación beneficio costo de un esquema de reactivación de la navegación fluvial”. Tiene fecha de abril de 2014 y probablemente se inició contractualmente cuando ya se había decidido ejecutar el proyecto. Incluye comentarios de interés entre los cuales se presentan algunos que contradicen las declaraciones sobre la contribución del proyecto al bienestar de los pequeños municipios ribereños y otros que exigirían análisis de riegos no incluidos explícitamente en su evaluación:

---

9 Anexo 7.

10 Anexo 8.



- ◆ En esa medida la estimación de demanda implica una incertidumbre importante pues supone que deben darse múltiples hechos, unos bajo el control del proyecto en estudio pero muchos por fuera de su alcance (p. 4).
- ◆ En el peor de los escenarios si se diera el mejoramiento del canal navegable, las inversiones portuarias y en flota naviera pero no se contará con conexiones intermodales; el crecimiento de la demanda se vería limitado por esta última restricción (p. 5).
- ◆ Los años 2010 y 2011 presentaron unas condiciones climáticas especiales en cuanto el invierno generó una reducción general de la movilización de carga en el país. En ese periodo se inundaron más de 1,5 millones de hectáreas en el país causando una alta pérdida en vidas humanas, a partes de la estructura productiva del país y destrozos a la red vial principal del país. Los departamentos por donde pasa el río Magdalena se encontraban entre los más afectados (p. 10)<sup>11</sup>.
- ◆ La estabilidad y profundidad del canal navegable sigue siendo altamente dependiente del régimen de lluvias (p. 15).
- ◆ Los dos productos que pueden llegar a ser los más relevantes para el río son el carbón y los hidrocarburos (p. 45).
- ◆ Colombia está cerca de mantener una producción estable superior al millón de barriles diarios, un hito muy relevante para el país en términos de su participación en el mercado internacional (...) (p. 49)<sup>12</sup>.
- ◆ Para el año 1963 la red férrea en operación en el país alcanzaba cerca de 3.500 km. A partir de esta fecha la red férrea inició un proceso de declive en la movilización que llevó a la condición actual en donde solo se opera la línea de la red férrea del Atlántico, entre Chiriguana y Ciénaga (Ferrocarril Fenoco), la línea privada del Cerrejón y el ferrocarril del Pacífico entre Buenaventura-Yumbo-Zarzal-La Tebaida, que recientemente reinició operaciones (p. 69)<sup>13</sup>.

---

**11** No he encontrado análisis de las consecuencias en la evaluación económica del proyecto de condiciones parecidas a esta. Además, preocupa que las inversiones en la navegabilidad del río estén por encima de las orientadas a proteger a sus habitantes de este tipo de desastres.

**12** Menos de un año después de publicado el informe en referencia es difícil, por muchas razones, sostener esta afirmación.

**13** Ni en este informe ni en otras presentaciones del proyecto se encontró un comentario que permitiera descartar la posibilidad de transportar carga por ferrocarril entre Barrancabermeja y Puerto Salgar, al menos en temporadas de bajos caudales, y entre Bogotá y Barrancabermeja para incrementar el uso del río de ahí hacia abajo.

- ♦ Los oleoductos y poliductos hacen parte fundamental de la estructura de transporte de carga del país. Recientemente su capacidad ha sido disminuida lo que ha abierto la puerta para que otros modos de transporte, específicamente los camiones hagan trayectos muy largos y desde muchos puntos de vista antieconómicos para movilizar crudo (p. 71)<sup>14</sup>.
- ♦ Teniendo en cuenta lo anterior es imprescindible acotar las proyecciones que se presentan en este capítulo. Estas se hacen con base en la mejor información disponible a la fecha de realización del estudio y aunque el equipo consultor ha realizado los análisis y estudios de la manera más completa y detallada posible es imposible garantizar la ocurrencia de las mismas. La carga en el río depende de múltiples relaciones comerciales que es virtualmente imposible pronosticar (p. 106)<sup>15</sup>.

La relación beneficio-costo calculada por Steer Davies Gleave fue de 1,05 (p. 127). Dada la incertidumbre en el cálculo de los beneficios y los costos –basados en información proporcionada por Cormagdalena y en entrevistas– esta cantidad ciertamente no animaría a un inversionista serio a comprometer los grandes recursos cuyo techo definitivo todavía no se nos ha informado.

La orientación de la estrategia publicitaria de Cormagdalena se aprecia mejor si se cierra con tres noticias adicionales publicadas en *Portafolio*. El 25 de julio de 2014, una primera columna anunciaba: “Colombobrasileños, tras el río Magdalena”. “Si cumplen los requisitos de la licitación, el grupo de Odebrecht y Valores y Contratos ganaría contrato por 2,5 billones de pesos”.

(...) Este diario conoció que los otros dos precalificados: Coderma (Iridium, Van Oord, RM Holding, Juneau Business) y Navega Magdalena (Jan de Nul, Acciona, Consultores de Desarrollo, Castro Tcherassi), declinaron su participación.

“Estamos muy complacidos de que se haya presentado la firma Odebrecht para ejecutar este proyecto que no tiene antecedentes en la historia de la infraestructura nacional y que concretará el anhelo de todos los colombianos que por tantos años hemos querido presenciar la recuperación de nuestro

---

**14** Este comentario anima la formulación de un interrogante: ¿por qué no se consideró el oleoducto como un componente del sistema multimodal que se estaba analizando?

**15** No encontré un análisis de la manera como los supuestos usados en la estimación de las cargas y otros factores afectan la relación beneficio-costo (por ejemplo, análisis de sensibilidad).

más importante y querido río, que es el Magdalena”, aseguró el director ejecutivo de Cormagdalena, Augusto García Rodríguez<sup>16</sup>.

Tres semanas después, el 15 de agosto, la noticia es: “Adjudican megabras para revivir el río Magdalena”. En el texto se agregaba:

El grupo Navelena, integrado por brasileña Odebrecht y la colombiana Valores y Contratos (Valorcon) será el encargado de devolverle la navegabilidad al río Magdalena. Una tarea que por contrato deberá cumplir por 13 años y medio, y por la que recibirá más de 2 billones de pesos.

El consorcio acaba de ser el ganador de la licitación [de] las obras de dragado y encauzamiento con las que el gobierno aspira cumplir el sueño: convertir el Magdalena, después de décadas de intentos, en la primera autopista fluvial del país (...).

Será un río ‘barcacero’, donde se movilizan barcazas con carga líquida (combustóleo y otros hidrocarburos), productos siderúrgicos (alambrón, palanquilla y láminas), cereales (maíz, trigo y soya).

En el 2013 [...] transportamos cerca de 950.000 toneladas de carga. Para el 2014, la meta es llegar a 1,2 millones. Con las obras se espera llegar a los 6 millones anuales, debido a que movilizar carga por el río sería cinco veces más barato que lo que cuesta actualmente hacerlo en camiones (...).

Para llegar a la recta final, el grupo Navelena, que resultó siendo el único participante de la licitación, compitió durante 18 meses con otros ocho grupos (...).

Dentro del consorcio, Odebrecht tiene 87 por ciento y Valorcon el 13 restante. La brasileña está en la concesión vial Ruta del Sol 2, entre Puerto Salgar (Cundinamarca) y San Roque (Cesar). Por su parte, Valorcon pertenece a la familia Gerlein de Barranquilla, cuyo personaje más visible es el político conservador Roberto Gerlein, que lleva más de cuatro décadas en el Congreso<sup>17</sup>.

Finalmente, un mes después, el 13 de septiembre, se cerró esta carrera con la noticia: “Se firmó contrato por la navegabilidad del Magdalena”. “Presidente Juan Manuel Santos asistió a la firma del documento entre Cormagdalena y Navelena S. A. S.”.

---

16 Anexo 9.

17 Anexo 10.

“Este ya se firmó y es una realidad y la vía la vamos a hacer independiente del fallo de la Corte Constitucional. Los recursos y la voluntad están, así como un pacto con el gobernador del Magdalena (Luis Miguel Cotes). Por eso pedimos a la Corte que falle rápido”, destacó el presidente.

Sobre el contrato firmado, dio a conocer que la firma contratista Navelena S.A.S., integrada por la constructora brasilera Odebrecht, con el 87 por ciento de participación, y el grupo Valorcon de Barranquilla, con el 13 por ciento, ejecutarán obras por más de 13 años con una inversión de 2,5 billones de pesos “que cambiarán la historia del río Magdalena e impactarán positivamente en cerca de 57 municipios rivereños (*sic*) del área de 908 kilómetros entre La Dorada, Caldas y la capital del Atlántico”.

Augusto García, director de Cormagdalena, dio un parte de tranquilidad ya que solo se le pagará al contratista una vez se hayan ejecutado las obras y estén funcionando como es debido.

“Con este proyecto estamos cambiando la historia del país al ampliar las oportunidades de competitividad de muchas poblaciones que ahora serán más atractivas y visibles para inversionistas, empresarios y visitantes. Estamos colocando a Colombia a la par de los países desarrollados que hace tiempo aprovechan y reconocen las ventajas del transporte fluvial e intermodal”, aseguró García<sup>18</sup>.

No abusaré del tiempo de los lectores con un recuento de las múltiples instancias a que he recurrido para tratar de que ese proyecto no sea un desastre que nos prive para siempre a los colombianos de ese valioso y complejo bien público y sea causa de remordimiento para quienes no hemos hecho todo lo que hubiéramos podido hacer para impedirlo. Debo reconocer, por otra parte, que las directivas de Cormagdalena aceptaron la invitación a un foro en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes pero, infortunadamente, la presentación que hicieron no logró despejar las dudas que se les expresaron.

## Inquietudes

Desde agosto de 2014, cuando se adjudicó la licitación, estamos ante un hecho cumplido: Cormagdalena, con el cumplimiento de todas las formalidades, ha contratado, con una duración de 13,5 años, tanto la realineación del sector

Puerto Salgar-Barrancabermeja como el dragado para el mantenimiento de un canal navegable desde allí hasta Barranquilla. Podemos dedicar muchos foros para criticar las verdades a medias y las falacias de autoridad (“responde al sueño del fundador de la patria”, “se fundamenta en experiencias exitosas de construcción de obras similares desde hace más de 100 años”) que se utilizaron para justificar el proyecto, y la manera como se modificaron fechas, montos y la naturaleza del contrato, pero ello no evitará que las obras se emprendan y la nación empiece a incurrir en obligaciones cuantiosas con los contratistas. Nos quedan, por supuesto, enormes dudas:

1. Sabemos que el proyecto lo pagaremos todos los colombianos, aun los que no han nacido y los que por limitaciones económicas no pagan impuestos, pues ellos se verán privados de obras y servicios que no se les podrán conceder. Lo que no sabemos es quien usufructuará los beneficios. ¿Pasarán las navieras los beneficios de menores costos en menores fletes a las empresas productivas? ¿Las pasarán estas a los consumidores, especialmente a los más pobres?
2. Utilizando otra forma de sofisma que se conoce con el nombre de falacia de agregación, se ha indicado que el costo del transporte fluvial de carga es menor que el costo por camiones. Eso es cierto cuando se comparan promedios en ciertos ríos, pero, ¿será cierto cuando se presente una disminución drástica del caudal de *este* río como resultado de sequías prolongadas y se incrementen los costos de dragado o cuando los porcentajes de ocupación de las barcazas se vean disminuidos por fluctuaciones en las cargas que utilizan este medio? ¿Por qué no se compararon los costos del transporte fluvial de hidrocarburos con el de transporte por oleoductos?
3. Se nos ha repetido hasta el cansancio que es absolutamente necesario *adecuar el río a las embarcaciones*, pero el señor César Ramírez Lynch, gerente general de Trafigura de Colombia [Impala], sugirió, como se indicó previamente, un camino alternativo: *adecuar las embarcaciones al río*. ¿Por qué no lo promueve Cormagdalena?
4. Se argumenta igualmente que el volumen de carga transportada se incrementará de inmediato en más del 20% (*Portafolio*, Anexo 10: “En el 2013 [...] transportamos cerca de 950.000 toneladas de carga. Para el 2014, la meta es llegar a 1,2 millones. Con las obras se espera llegar a los 6 millones anuales, debido a que movilizar carga por el río sería cinco veces más barato que lo que cuesta actualmente hacerlo en camiones”). Sin em-

bargo, se está confundiendo la demanda con la oferta. Al respecto, al terminar un foro convocado por la Sociedad Colombiana de Ingenieros en Bogotá, se me acercó un profesional con una larga experiencia en el transporte fluvial de carga para expresarme la necesidad de revisar estas proyecciones tan optimistas. Ahora que han bajado los precios mundiales del petróleo, tal revisión seguramente dejará sin piso la relación beneficio-costos del proyecto, calculada por la firma Steer Davies Gleave en 1,05.

5. El Nobel Niels Bohr, una de las más deslumbrantes figuras de la física del siglo veinte, tenía un gran sentido del humor. Una de sus frases más conocidas se refiere a las predicciones que tanto apasionan al director de Cormagdalena que, por contrato, *ata*, en una especie de matrimonio indisoluble, el río con la firma Navelena por 13,5 años, es decir, por casi tres periodos presidenciales más. Al respecto decía Bohr: “Predecir es muy difícil, sobre todo si se trata del futuro”. La dirigencia de Colombia durante buena parte de los siglos diecinueve y veinte lo hacía de una manera diferente. No se sometía pasivamente al futuro, lo construía. Por eso, el tolimense Murillo Toro inició las telecomunicaciones con el telégrafo en 1865, la electricidad llegó a Bogotá antes que a muchas otras ciudades del mundo, Sonsón, Antioquia, instaló, llevando a lomo de mula las turbinas, una de las primeras hidroeléctricas de América Latina, y Scadta, desde Barranquilla, fue la primera aerolínea de las Américas. La edición de octubre de 2014 de la revista *SUMA+MENTE* de Colciencias, trae la noticia del dirigible que ya está probando la empresa Aeroscraft con capacidad para 50 toneladas y una velocidad de 220 kilómetros por hora. En Bélgica, según la revista *Obras* y varios otros medios de comunicación, desde el 2011 ya se están utilizando trenes impulsados por energía solar. La duda que nos surge es: ¿comprometemos todo nuestro esfuerzo en el dragado del río Magdalena –calificado por muchos como ineficiente– o empezamos a construir un moderno sistema multimodal de transporte que utilice el río con embarcaciones adecuadas y en los periodos y trayectos en que sea el modo más conveniente y respeten su naturaleza?
6. El periódico *El Tiempo* en su edición del 8 de marzo de 2015, bajo el titular: “Corrupción en Petrobras, caso de marca mayor”, incluye la siguiente nota:

Un total de 16 empresas formaron un ‘club’ para quedarse con las mayores obras contratadas por Petrobras entre 2004 y 2014. La lista incluye a las prin-

cipales constructoras del país, como Odebrecht, Andrade Gutiérrez y Camargo Correa<sup>19</sup>.

Debemos presumir la inocencia de los acusados, pero la firma Odebrecht debe ser consciente del riesgo que su situación representa para el desarrollo del contrato con Cormagdalena. ¿No debería, por razones de ética profesional, acordar con sus socios en la alianza público-privada la terminación de común acuerdo de este contrato?

## Comentarios finales

Concluyo con un comentario y dos recomendaciones ambiciosas en su alcance pero absolutamente necesarias si se desea superar la desconfianza del ciudadano en la administración del estado y en el beneficio general de la inversión pública. Las recomendaciones son:

1. Que desde este foro se recomiende, a las mejores universidades colombianas y otros aliados naturales del respeto por el medio ambiente y la buena administración pública, la creación de un observatorio de la contratación pública. La función de este observatorio será la de lograr, con el buen manejo de las redes sociales de los profesores y estudiantes participantes, que los colombianos no *traguemos entero* en procesos tan complejos como este. Una de las primeras tareas de esta alianza sería la exigencia a Cormagdalena y a Navelena (si no se termina por mutuo acuerdo el contrato como se sugiere más atrás) la elaboración, antes de iniciar obras, del diseño definitivo del proyecto<sup>20</sup> con los costos detallados de las diferentes actividades y análisis beneficio-costos para las diferentes alternativas (por ejemplo, conducción del petróleo por oleoducto). El proyecto deberá considerar su desarrollo por etapas que permitan tomar decisiones sobre su continuidad o la suspensión de etapas posteriores. Si el diseño resulta en costos adicionales a los contemplados en la adjudicación de la licitación, se deberá seguir el procedimiento establecido por la ley para estos casos.

---

**19** Anexo 12.

**20** En el foro en el que se leyó parte de este documento, organizado por el Foro Nacional Ambiental en Bogotá, el 14 de abril de 2015, para explorar la pregunta ¿Para dónde va el río Magdalena?, el nuevo director de Cormagdalena, Carlos Andrés Núñez, mencionó, palabras más, palabras menos, que no se disponía de un diseño del proyecto pero sí de orientaciones adecuadas.

2. Que se sustituya la ley 161, reglamentaria del artículo 331 de la Carta que creó a Cormagdalena. El primer trabajo sería realizado por el Observatorio de la Contratación Pública y consistirá en una recopilación y evaluación de las obras realizadas por Cormagdalena en sus casi veinticinco años de existencia formal y las evaluaciones de la situación de la cuenca en ese periodo<sup>21</sup>. Esa evaluación mostraría los errores y omisiones de la ley 161 de 1964. La nueva ley debería ser el resultado del trabajo juicioso de una comisión de expertos y representantes de los alcaldes y departamentos ribereños. La orientación de Cormagdalena debe ser más proactiva, más orientada a articular la gestión de otras agencias del estado y con una participación más efectiva de la ciudadanía en los procesos de planeación integral de la cuenca y de rendición de cuentas.

Y mi comentario, para el cual les solicito que acepten de antemano mi expresión de admiración por la cultura del Caribe, estrechamente relacionada con la de la cuenca del río grande de la Magdalena: cuando yo asistía a los congresos nacionales de ingeniería, hace ya varias décadas, un asunto agri-dulce acostumbrado era el referente a los dos problemas crónicos del país por tratar de hacer de Barranquilla un puerto de mar y de Cartagena un puerto fluvial, en lugar de fortalecerlos en lo que son naturalmente y conectarlos por un tren de alta velocidad. Ojalá las conversaciones futuras no incluyan sarcásticamente este intento de la dirección de Cormagdalena por tratar de “acercar el mar a Bogotá” y abaratar el transporte de hidrocarburos y carbón, a costa del bienestar de los ciento veintiocho municipios ribereños del Magdalena.

---

21 Por ejemplo, Procuraduría General de la Nación. 2013. *Río Magdalena: informe social, económico y ambiental. Informe preventivo*. Bogotá.



## ANEXO 1

Concesionarán el río Magdalena para acercar el mar a Bogotá  
En mayo se conocerá la firma que durante 10 años garantizará  
la navegabilidad del río.

*Portafolio*

29 de octubre de 2012

La Corporación Autónoma Regional de Santander dio el aval para que por las aguas del río Magdalena –entre Barrancabermeja y el puerto Barranquilla– se empiece a mover carbón. Una oportunidad que estaba esperando Coquecol, dedicada a la exportación de carbón y filial de la brasilera Gerdau.

Así lo confirmó a Portafolio el director de la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena), Augusto García.

El anuncio se suma a la carga que ya moviliza Ecopetrol y a la que hace unos meses empezó a mover la firma Itacol, procesadora de alimentos concentrados.

El interés por el Magdalena, que traería en el mediano plazo también a Sofasa y Corpoacero, creció en la última semana con la apertura del proceso de asociación público-privada para escoger quién durante la próxima década realizará por 1,2 billones de pesos las obras para la recuperación de la navegabilidad del río Magdalena.

La convocatoria se abrió el pasado el 22 de octubre y en la primera semana la firma Bonus Banca de Inversión, encargada del proceso, ha recibido 120 solicitudes de información. Las empresas interesadas tienen hasta el 14 de diciembre para participar en el proyecto con el que el Gobierno espera convertir al río en una autopista fluvial. El 14 de enero se conformará una lista corta con los precalificados.

En abril se abrirá el proceso licitatorio y en mayo se conocerá el nombre del ganador. El objetivo del Gobierno es conectar los centros de producción del altiplano cundiboyacense y Medellín con el mar para cuadruplicar la carga que hoy se mueve por la arteria fluvial, al pasar de 1,5 a 6 millones de toneladas al año.

La megaobra permitirá el tránsito de convoyes de hasta 7.200 toneladas por la hidrovía, para lo que en la actualidad se necesitan 210 camiones.

“Esta es una iniciativa pública en fase tres con la que contrataremos la construcción de las obras de encauzamiento en los 256 kilómetros que van desde Puerto Salgar (Cundinamarca)-La Dorada (Caldas) hasta Barrancabermeja (Santander), y del mantenimiento con dragado y señalización, a lo largo del río y hasta Bocas de Ceniza para garantizar una profundidad mínima de siete pies durante todo el año”, explica García.

Para el encauzamiento en roca se realizarán 15 intervenciones en dos sectores, conformados por 15 tramos. Se estima que los diques sumergibles se puedan instalar

en cuatro años. El costo de la inversión será de 800.000 millones de pesos que saldrán de aportes de la Nación.

Los dragados hidráulicos y la remoción mecánica de sedimentos en el canal navegable tendrán que garantizar siete pies de profundidad entre Puerto Salgar-La Dorada y Barranquilla, y desde el puerto a Bocas de Ceniza de 37,5 pies.

Estas obras serán por 400.000 millones de pesos y se financiarán con regalías de los departamentos ribereños. “Después de los 10 años sí miraríamos cómo abrir otra concesión para financiarla a través de peajes”, puntualizó.

### Más de 40 puertos en 2013

En la actualidad, el río Magdalena tiene 15 puertos, pero ante la noticia de que será concesionado y será navegable todo el año, Cormagdalena ha recibido 25 solicitudes este año.

De estas peticiones ya fueron aprobadas 12, de las cuales cuatro quedaron en Gamarra, dos en Barranca, dos en La Gloria y una en Tamalameque (Cesar). También se aprobaron dos en Santander, en Puerto Wilches y Puerto Carare, y uno en Puerto Nare (Antioquia).

“La meta es que antes de finalizar este cuatrienio, el río Magdalena sea navegable los 365 días del año, con un calado de 7 pies de Puerto Salgar a Barrancabermeja, y 40 pies en el Canal de Acceso al Puerto de Barranquilla”, sostuvo el director de Cormagdalena, al recordar que con la reactivación de la navegación también se mitiga el riesgo de inundaciones y se desarrolla la zona desde el punto de vista ambiental.

La Corporación también adelantará acciones tendientes a señalar suficientemente el río para que las navieras puedan navegar incluso en horas de la noche, lo que favorecerá de manera notoria la competitividad del país. Para este tema, se destinarán 2.500 millones de pesos.

El directivo enfatizó que la rehabilitación del río Magdalena resulta mucho más económica que otras obras de infraestructura que se están proyectando en el país, como carreteras, autopistas y oleoductos.

### Así funciona transporte de carga hoy

Los transportadores dueños de la flota fluvial actualmente pagan un peaje por el uso de la hidrovía, que aproximadamente está establecido en un dólar por tonelada.

Cualquier naviero que cumpla con los requisitos exigidos por el Ministerio de Transporte puede usar la vía fluvial.

Existe infraestructura portuaria a cargo de Cormagdalena, que puede ser utilizada para el embarque y desembarque de carga.

Hoy se puede decir que existe libre mercado, es decir, los fletes no están regulados por el Gobierno como sucedía en el modo carretero, hasta que fue desmontado por presión del gremio transportador de carga a través de paros.

Christian Pardo Quinn

Empresas de 5 países compiten por concesión del Magdalena  
Se trata de tres consorcios que fueron seleccionados para participar en la licitación por \$1,2 billones.

*Portafolio*

24 de mayo de 2013

Empresas de cinco países fueron seleccionadas ayer para participar en la concesión del Río Magdalena, el más importante del país.

Los proponentes deberán presentar en los próximos meses sus propuestas económicas para recuperar la navegabilidad del afluente, en un negocio que requiere inversiones cercanas a 1,2 billones de pesos.

Los tres grupos seleccionados fueron Navega Magdalena, conformado por la compañía belga Jan de Nul, la española Acciona Concesiones SL, y los colombianos Consultores del Desarrollo y Castro Tcherassi; Consorcio Desarrollo Río Magdalena, integrado por los españoles de Iridium (España), los holandeses de Van Oord (Holanda) RM Holding y Juneau Business Inc; y Navelena, compuesto por los brasileños Odebrecht y la firma colombiana Valores y Contratos (Valorcon).

El ganador deberá realizar las obras de encauzamiento de 256 kilómetros entre Barrancabermeja (Santander) y Puerto Salgar (Cundinamarca)-La Dorada (Caldas) y el mantenimiento de 908 kilómetros del canal navegable hasta Barranquilla.

“Salimos muy contentos de la audiencia pública porque participaron 27 empresas y quedó un grupo de 10 empresas que va a seguir en el proceso”, afirmó Augusto García Rodríguez, director de la Corporación Regional Autónoma del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena).

En el proceso salieron pesos pesados como Power Construction Corporation of China; China Harbour, la canadiense SNC Lavalin, la australiana Dredging Internacional, los españoles de FCC Construcciones, CYES y Ortiz Construcciones y Proyectos; la argentina Mercovial, la ecuatoriana Hidalgo e Hidalgo y las colombianas Concreto e Infraestructura Concesionada (Infracom).

Estas empresas tienen un mes para interponer los recursos de reposición en el caso de que estén insatisfechas.

Lo que viene, según Bonus Banca de Inversión, firma que estructuró la iniciativa, son dos meses (junio y julio) de diálogo competitivo para que los tres consorcios formulen sus inquietudes y quede claro el panorama.

En agosto se abre la licitación y los precalificados tienen hasta octubre para hacer la oferta económica, con lo que a mediados de ese mes ya se hará la adjudicación.

Impala comienza proyecto para navegar el Magdalena  
Esta inversionista destina US\$800 millones para infraestructura portuaria,  
barcazas y tractomulas.

*Portafolio*

18 de julio de 2013

La navegabilidad comercial por el río Magdalena es un sueño que ha trasnochado al país en los últimos 30 años. La complejidad y el costo de las obras han sido los cuellos de botella que han retrasado esta obra.

Sin embargo, sin que el Gobierno Nacional adjudique aun este proyecto (el trámite está previsto para octubre), la firma Impala, con trayectoria mundial en almacenamiento y logística, especializada en transporte de commodities secos y líquidos (petróleo y carbón), se lanza al agua con una millonaria inversión que asciende a 800 millones de dólares, para empezar a llevar estas materias primas desde Meta, Boyacá y Cundinamarca, hasta los puertos de Barranquilla y Cartagena.

Para este fin, la empresa, que invierte en Colombia los recursos del Grupo suizo Trafigura, construirá una terminal portuaria en Barrancabermeja, contratará servicios en el puerto de Barranquilla y ya ha adquirido una flota de 80 tractomulas, 34 barcazas de carga seca, 15 barcazas de carga líquida y 4 remolcadores.

El próximo año debe empezar su ‘operación temprana’, es decir, un arranque provisional hasta que se culminen en su totalidad las obras en Barrancabermeja.

César Ramírez Lynch, gerente general de Trafigura de Colombia, dice que lo importante es que para que esta operación inicie no es necesario que se realicen las obras de dragado programadas por el Gobierno para la navegabilidad de la principal arteria fluvial del país, “pues las barcazas adquiridas tienen la capacidad de navegar con el cauce actual del río sin ningún problema”.

Las barcazas a las que hace referencia tienen un doble casco, lo que garantiza la seguridad ambiental en el traslado de dichos commodities, tienen una capacidad de carga de 2.500 toneladas cada una, las cuales cargadas a 7 pies, pueden mover 1.600 toneladas, que es algo comparable a lo que podrían transportar 46 camiones o 16 vagones de tren. “Contrario a lo que pasa en la mayoría de estos proyectos, en los que primero se crea el volumen y luego se invierte en los activos logísticos, en Colombia decidimos primero invertir en la infraestructura necesaria”, agrega Ramírez.

El puerto internacional de Barrancabermeja será multimodal, pues no solo se destinará para la operación de Impala, sino que tendrá la capacidad de prestar servicios a terceros interesados en transporte de graneles, carbón, líquidos, contenedores y

otra carga en general. Antes de que finalice el mes de julio, la obra de este puerto, que se hará por etapas, debe recibir la licencia ambiental.

### Los proveedores

Toda esta infraestructura será abastecida con los productos que se le comprarán a un grupo de proveedores con los que Trafigura ya tiene relaciones comerciales. El carbón será suministrado por pequeños mineros de Cundinamarca y Boyacá, y el petróleo, por intermediarios del Meta.

Una vez en marcha, la operación consistirá en cargar las tractomulas con los commodities desde los tres departamentos mencionados, llevarlas por carretera hasta el puerto de Barrancabermeja para iniciar el proceso de exportación. Allí, se llenarán las barcasas para que empiecen su recorrido por el Magdalena, y, mediante operaciones de trasiego y transbordo se exportarán hacia Europa, Asia y Norteamérica. La operación no terminará allí, pues en puerto de la capital del Atlántico empezará su camino regreso, con el nafta que requieren Ecopetrol y Pacific Rubiales para diluir el petróleo en los campos y transportarlo vía oleoductos. El trasiego y el transbordo serán claves para dinamizar los puertos fluviales en el río Magdalena e insertarlos al comercio internacional. Todo empezó en el 2010 con la adquisición de una comercializadora de carbones, en el 2011 se analizó la inversión logística y en el 2012 se compraron las primeras barcasas. Este año empieza la obra en Barrancabermeja, y el próximo, la operación.

### En octubre se conocerá consorcio

Tres consorcios conformados por firmas de infraestructura e inversión de cinco países miden fuerzas hasta definir quién se quedará con la concesión del río Magdalena.

Este negocio tiene un valor de 1,2 billones de pesos.

El ganador, que se conocerá a mediados de octubre, deberá realizar las obras de encauzamiento de 256 kilómetros entre Barrancabermeja (Santander) y Puerto Salgar (Cundinamarca)-La Dorada (Caldas) y el mantenimiento del canal navegable hasta Barranquilla.

En agosto se abre la licitación y los precalificados tienen hasta octubre para hacer la oferta económica, con lo que a mediados de ese mes se hará la adjudicación y se conocerá el nombre del ganador.

Los consorcios que están en esta puja son Navega Magdalena, Desarrollo Río Magdalena y Navelena.

Ola de inversiones por recuperación del río Magdalena  
En dos años se invertirán US\$ 2.000 millones en construcción  
de puertos y en embarcaciones.

*Portafolio*

8 de agosto de 2013

El proceso licitatorio con el que se contratarán a finales de octubre las obras que le devolverán con 1,2 billones de pesos la navegabilidad al río Magdalena despertó gran interés de un nutrido grupo de empresarios, que ven en la arteria fluvial un ahorro del 40 por ciento en el valor que pagan por transportar carga por carretera.

Augusto García, director ejecutivo de la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena), calcula que gracias a esa ventaja en los próximos dos años se invertirán por encima de 2.000 millones de dólares en la construcción de puertos y en la compra de barcazas y remolcadores.

Hoy el río tiene cuarenta puertos y hay solicitudes de cuatro adicionales, de los cuales dos quedarán en La Gloria (Cesar), uno en Barrancabermeja y otro en Gamarra (Santander). El año pasado, según García, se aprobaron dos en Santander, en Puerto Wilches y Puerto Carare, y uno en Puerto Nare (Antioquia).

“Las obras en los nuevos puertos deben hacerse en paralelo a los trabajos que se van a realizar en el río, de tal manera que cuando se recupere el canal navegable le puedan sacar el mayor provecho posible”, recomienda el director de la Cormagdalena.

En la licitación compiten tres consorcios en los que participan firmas de España, Bélgica, Brasil, Holanda y Colombia.

El primero es Navega Magdalena, conformado por la compañía belga Jan de Nul, la española Acciona Concesiones SL y la firma colombiana Consultores del Desarrollo y Castro Tcherassi. El segundo grupo es el consorcio Desarrollo Río Magdalena, integrado por los españoles de Iridium, los holandeses de Van Oord, RM Holding y Juneau Business Inc.

Y el tercero es Navelena, compuesto por los brasileños de Odebrecht y la firma colombiana Valores y Contratos (Valorcon).

El ganador deberá realizar las obras de encauzamiento de 256 kilómetros entre Barrancabermeja (Santander) y Puerto Salgar (Cundinamarca)-La Dorada (Caldas) y el mantenimiento del canal navegable hasta Barranquilla. Las obras de mantenimiento arrancarán a mediados del 2014. Actualmente, las aguas del principal río colombiano ya las surcan dos de las principales empresas de transporte fluvial: CF Marine, subsidiaria de Seacor Holdings, comenzó operaciones a través de su participación mayori-

taria en la compañía Naviera Central y usando principalmente embarcaciones de bajo calado, e Impala, a través de Trafigura -la segunda comercializadora de petróleo más grande del mundo-.

Recientemente se unió a este grupo la firma Hidrospill, dedicada al manejo de contingencias relacionadas con productos como combustibles líquidos y diluyentes del petróleo (nafta).

De acuerdo con su gerente, Pablo Garzón Ortiz, una firma petrolera tiene previsto movilizar, a partir de mayo, 35.000 barriles mensuales de crudo a través de seis barcazas.

### Respaldo oficial

Con las obras de mantenimiento y encauzamiento por 1,2 billones de pesos durante 10 años, los inversionistas planean llevar carga hasta el centro del país. Actualmente el río, que mueve el 2 por ciento de la carga nacional, es navegable por embarcaciones desde Bocas de Ceniza y Pasacaballos-Canal del Dique hasta Barrancabermeja. Expertos estiman que con los trabajos de recuperación se pase [de] transportar 1,6 millones de toneladas de hidrocarburos a 6 toneladas en el primer año.

Entre los generadores de carga que ya se echaron al agua Ecopetrol; Coquecol, dedicada a la exportación de carbón y filial de la brasilera Gerdau; Itacol, procesadora de alimentos concentrados; Corpoacero, Haceb, entre otras.

El sueño de resucitar el río se acerca cada vez más. El martes pasado el Conpes aprobó recursos del orden los 2,17 billones de pesos con los que se le dio luz verde a la estrategia de recuperación del río.

Christian Pardo Q.  
Economía y negocios



Octubre, mes clave para el futuro del río Magdalena  
El Gobierno entregará obras por \$ 1,2 billones que mejorarán la navegabilidad.

*Portafolio*

7 de octubre de 2013

Este mismo mes se entregarán en concesión las obras de mantenimiento y encauzamiento del río Magdalena, por 1,2 billones de pesos.

Así lo anunció el presidente Juan Manuel Santos al intervenir en el Congreso Nacional de Transporte, organizado en Cartagena por Colfecar.

A finales de octubre se conocerá el grupo que hará los trabajos de encauzamiento de 256 kilómetros entre Barrancabermeja (Santander) y Puerto Salgar (Cundinamarca)-La Dorada (Caldas).

También se sabrá quién se encargará del mantenimiento del canal navegable hasta Barranquilla.

Este ha sido considerado un proyecto estratégico para el país, pues busca ampliar el sector navegable del principal afluente colombiano y lograr una profundidad mínima de 8 pies con el objetivo de transportar cargas hasta de 7.200 toneladas.

Entre los competidores están Navega Magdalena –conformado por la compañía belga Jan de Nul, la española Acciona Concesiones SL y la firma colombiana Consultores del Desarrollo y Castro Tcherassi–, Desarrollo Río Magdalena –integrado por los españoles de Iridium, los holandeses de Van Oord, RM Holding y Juneau Business Inc– y Navelena –compuesto por la brasileña Odebrecht y la firma colombiana Valores y Contratos (Valorcon).

“El río como una hidrovía dejará de ser un sueño para convertirse en una realidad”, añadió Santos.

En el certamen del transporte de carga, el Presidente informó también que para apoyar el sector transportador se firmó un convenio entre Bancoldex y el Ministerio de Transporte, para ofrecer créditos con intereses del 3 por ciento y que, gracias al Sena, se capacitarán 5.400 conductores.

“Con una inversión de 47 billones de pesos en infraestructura vial, en seis años, vamos a construir o intervenir más de 8.000 kilómetros de carreteras en el país, a través de 40 grandes concesiones que ya estamos comenzando a licitar”, dijo Santos.

## Habrá impacto positivo sobre la economía y el medioambiente

Las obras que se acometerán en el río Magdalena son importantes para el país –y especialmente para los siete departamentos que comprenden el tramo que se va a ampliar en ancho y profundidad– no solo porque se ganará en competitividad al disminuir los costos de transporte, pues permitirá pasar de 2 a 8 millones de toneladas por año a través del afluente, sino por el impacto ambiental positivo, al disminuir la generación de gas carbónico por causa de las tractomulas que hoy llevan la carga, según destacan autoridades ambientales.

Christian Pardo Quinn  
Enviado especial Cartagena

Corporación Nuevo Arco Iris  
Foro: Río de la Magdalena mucho más que una vía de transporte.

Boletín de prensa  
El río Magdalena siempre noticia  
Propuestas y conclusiones saldrán en Barranquilla en este Foro

La Sociedad Colombiana de Ingenieros (SCI) como centro consultivo del Gobierno desde 1904 y Cormagdalena han programado la realización del foro denominado “Río Magdalena mucho más que una vía de transporte”, para el próximo 15 de noviembre de 2013 en la ciudad de Barranquilla.

De acuerdo con lo establecido en el documento del Consejo Nacional de Política Social y Económica (Conpes) del gobierno nacional, actualmente en trámite, que busca recuperar la navegabilidad para el transporte de carga y de pasajeros y que se espera será una respuesta a los retos que tiene el país con los tratados de libre comercio para elevar la competitividad, la SCI y Cormagdalena consideran fundamental promover el debate y liderazgo de las regiones a través de estos escenarios de discusión.

Al evento han sido invitados importantes expertos nacionales e internacionales quienes analizarán y discutirán las diferentes propuestas y alternativas del gran potencial turístico y económico que representa el río la Magdalena (*sic*) para el país.

Se fijaran criterios y propuestas acerca de la participación de la ingeniería colombiana en el proyecto de recuperación de la navegabilidad del río y su proyección como faro económico, turístico y ambiental de Colombia.

El desarrollo de este importante encuentro académico será en las instalaciones del hotel El Prado de Barranquilla, salón Real, con una jornada de un día iniciando a las 7:30 de la mañana.

Para la Sociedad Colombiana de Ingenieros y Cormagdalena, será un privilegio contar con su presencia en este importante evento generando una mayor conciencia de cuidar y proteger nuestro río, como una de las mayores riquezas naturales del país.

Contactos

Vanessa Ordosgoitia: 310 320 34 75

María Alejandra Barbosa: 311 217 54 49

### Abren la licitación para concesión del río Magdalena

El ganador de la concesión se conocerá el 25 de julio. En la puja están empresas de cinco países.

*Portafolio 2014*

6 de mayo de 2014

El sueño de recuperar la navegabilidad del río Magdalena entró en la recta final. El fin de semana, el Consejo Superior de Política Fiscal (Confis) aprobó la asignación de 2,5 billones de pesos para realizar las obras en los 700 kilómetros y hoy se abre oficialmente en Barrancabermeja la licitación pública para que privados realicen los trabajos.

La licitación culmina con el proceso de precalificación que inició en enero del 2013 y en el que participan tres grupos conformados por firmas de infraestructura e inversión de España, Bélgica, Brasil, Holanda y Colombia.

El ganador se conocerá el 25 de julio y a los nueve meses de iniciado el contrato, es decir antes de finalizar el primer semestre del 2015, deberá cumplir con las obras que permitan unas óptimas condiciones de profundidad,

Por ejemplo, en el trayecto Barrancabermeja-Barranquilla el ancho del canal y el radio de curvatura deben permitir la navegación 24 horas al día de convoyes de 7.200 toneladas cada uno, equivalente a cinco kilómetros de tractomulas, una detrás de la otra.

El resultado de la licitación es esperado por Naviera Fluvial, Impala, Naviera Central y Río Grande, que con inversión superior a los dos billones de pesos, ya encendieron motores para aprovechar la nueva cara que tendrá el río.

Las compañías vienen comprando embarcaciones, repotenciando los remolcadores y las barcasas existentes y construyendo infraestructura portuaria.

La meta es que estas empresas y una decena de cooperativas de pequeñas navieras transporten 6 millones de toneladas al año.

Actualmente solo se mueve un millón y medio, principalmente de petróleo y sus derivados.

De otro lado, Cormagdalena, en socio con la firma holandesa Deltares y el gobierno chino, a través de Hydrochina, ya tienen un plan maestro para sacarle mayor provecho al río.

El plan recomienda que en el 2020 se contemple la construcción de cuatro hidroeléctricas.

## Tres grupos en la licitación de las obras

Son tres los grupos que participarán en la licitación de las obras de dragado y encauzamiento.

El primer grupo seleccionado es Navega Magdalena, conformado por la compañía belga Jan de Nul, la española Acciona Concesiones SL y la firma colombiana Consultores del Desarrollo y Castro Tcherassi.

El segundo grupo es el consorcio Desarrollo Río Magdalena, integrado por los españoles de Iridium, los holandeses de Van Oord, RM Holding y Juneau Business Inc. El tercero es Navelena, compuesto por los brasileños de Odebrecht y la firma colombiana Valores y Contratos (Valorcon).

## En el 2020, el río tendría 6 hidroeléctricas

El plan maestro abre oportunidades para que el Magdalena [genere] más energía en el futuro.

### ¿De qué sirve el plan maestro del río, entregado por Hydrochina?

Define los posibles aprovechamientos que se pueden implementar, como navegación, generación eléctrica, adecuación de tierras (riego y drenaje), reforestación, pesca, tratamiento de aguas, recreación, y la manera en que estos deben ser considerados para evitar conflictos.

### ¿Qué tipo de obras recomiendan los chinos?

Canales, presas, medidas no estructurales para la protección ambiental y la recreación y conexión con ciénagas.

Aunque no define específicamente dónde deben establecerse, sí propone diques para control de inundación en áreas urbanas o vulnerables por infraestructura.

### ¿Y las principales recomendaciones?

Define áreas de conservación y recreación aguas arriba del municipio de Isnos (Huila), proyectos de navegación, centrales de generación hidroeléctricas, navegación, pesca, reforestación para la zona alta y media de la cuenca del río. Y para la parte baja, Hydrochina recomienda navegación, control de inundaciones, recreación, pesca y reforestación.

## ¿Con esto, el Magdalena se convertirá gran generador de energía?

La represa de Betania viene funcionando desde la década de los ochenta con capacidad instalada de 540 megavatios, el proyecto el Quimbo inicia su etapa de llenado este año y tendrá una capacidad de 400.

El plan formula que a corto plazo, en el 2020, se debe promover la construcción de 4 represas para una capacidad entre 500 y 700 megavatios adicionales.

¿Cuál fue la contraprestación que pidieron los chinos para hacer el plan maestro?

La formulación de este plan se enmarca en un convenio de cooperación país a país entre la República Popular China y Colombia.

Los costos del proyecto fueron aportados por el gobierno chino en una asistencia no reembolsable por 3,8 millones de dólares, Hydrochina puso 1,8 millones (en especie) y Cormagdalena aportó 710.000 dólares en preparación y generación de información.

No existe compromiso con Hydrochina en ejecución futura de obras, contratos u otra figura que implique preferencia para adelantar cualquier proyecto de los enmarcados en el plan maestro de aprovechamiento del río.

Christian Pardo Q.  
chrpar@eltiempo.com

Comisión de expertos, en licitación del Magdalena  
Una comisión de expertos acompañará el proceso de licitación para la recuperación de la navegabilidad del río Magdalena.

*Portafolio*

18 de mayo 2014

Así quedó aprobado en la junta directiva de Cormagdalena, entidad encargada del proceso.

La comisión estará integrada por el abogado y exministro Juan Carlos Esguerra Portocarrero y los ingenieros Francisco Javier Daza y Gilberto Saa.

Los expertos se sumarán al acompañamiento que desde un comienzo ha hecho la Procuraduría General de la Nación.

El proceso de licitación está abierto desde el 7 de mayo del presente año y la adjudicación será el 25 de julio.

En la puja están tres grupos conformados por firmas de España, Bélgica, Brasil, Holanda y Colombia.

Colombobrasileños, tras el río Magdalena  
Si cumplen los requisitos de la licitación, el grupo de Odebrecht  
y Valores y Contratos ganaría contrato por 2,5 billones de pesos.

*Portafolio*

25 de julio de 2014

El grupo Navelena, integrado por la constructora brasileña Odebrecht y la barranquillera Valores y Contratos, entregó el viernes su oferta económica para participar en la licitación de las obras de dragado y encauzamiento del río Magdalena.

Este diario conoció que los otros dos precalificados: Coderma (Iridium, Van Oord, RM Holding, Juneau Business) y Navega Magdalena (Jan de Nul, Acciona, Consultores de Desarrollo, Castro Tcherassi), declinaron su participación.

El proyecto es una asociación público-privada por 2,5 billones de pesos con los que se busca, durante 13 años y medio, recuperar el canal navegable del río, para convertirlo en la principal vía de transporte de carga; inicialmente para la movilización de convoyes de hasta 7.200 toneladas.

A este proceso de contratación pública que empezó en enero del año pasado se presentaron inicialmente nueve firmas, entre nacionales y extranjeras.

“Estamos muy complacidos de que se haya presentado la firma Odebrecht para ejecutar este proyecto que no tiene antecedentes en la historia de la infraestructura nacional y que concretará el anhelo de todos los colombianos que por tantos años hemos querido presenciar la recuperación de nuestro más importante y querido río, que es el Magdalena”, aseguró el director ejecutivo de Cormagdalena, Augusto García Rodríguez.

Ahora, la entidad –de acuerdo con la Ley 80– revisará la oferta y la documentación entregada por Navelena, dado que es el único proponente, para decidir si cumple con todos los requisitos y condiciones exigidos en los pliegos. De ser así, el contrato se adjudicaría el próximo 15 de agosto.

El proyecto contempla encauzamiento, mantenimiento y dragado desde Puerto Salgar-La Dorada hasta Barranquilla. Las obras se ejecutarán a lo largo de un tramo de 908 kilómetros, lo que permitirá contar con 7 pies de profundidad durante las 24 horas del día.

La firma internacional CG-LA Infrastructure premió el proyecto como el más estratégico del año en Latinoamérica.

También recibió dos reconocimientos más: el premio al Proyecto más estratégico de Colombia del 2014 y Proyecto de Ingeniería del año.



## Procuraduría y expertos vigilan proceso

El proceso tiene el acompañamiento de la Procuraduría General de la Nación y de una comisión de expertos, integrada por el abogado y exministro Juan Carlos Esguerra Portocarrero y los ingenieros Francisco Javier Daza y Gilberto Saa.

El sector privado estuvo representado en la Cámara Colombiana de Infraestructura.

Adjudican megaobras para revivir el río Magdalena  
El consorcio Navelena es el ganador de la licitación de las obras de dragado y encauzamiento del cuerpo hídrico.

*Portafolio*  
15 de agosto de 2014

El grupo Navelena, integrado por brasileña Odebrecht y la colombiana Valores y Contratos (Valorcon) será el encargado de devolverle la navegabilidad al río Magdalena. Una tarea que por contrato deberá cumplir por 13 años y medio, y por la que recibirá más de 2 billones de pesos.

El consorcio acaba de ser el ganador de la licitación que las obras de dragado y encauzamiento con las que el Gobierno aspira cumplir el sueño: convertir el Magdalena, después de décadas de intentos, en la primera autopista fluvial del país.

“Las obras de dragado de mantenimiento se inician en 6 meses, luego de la firma del contrato, y las de encauzamiento a los 18 meses. Tres meses después de que se inicie el dragado, el contratista tiene la obligación de cumplir con un ancho de canal, profundidad y radio de curvatura que permitan que, desde Barrancabermeja hasta Barranquilla, se puedan movilizar convoyes de 7.200 toneladas; desde Puerto Berrío hasta Barrancabermeja, convoyes de 6.000 toneladas y de Puerto Salgar a Puerto Berrío se movilicen de 800 toneladas cada uno”, explicó Augusto García, director de Cormagdalena, la entidad contratante.

Con esos indicadores se espera que en el primer año ya estén las condiciones para que haya un transporte fluido de carga en los 652 km desde Barrancabermeja hasta Barranquilla.

Será un río ‘barcacero’, donde se movilizan barcazas con carga líquida (combustible y otros hidrocarburos), productos siderúrgicos (alambrón, palanquilla y láminas), cereales (maíz, trigo y soya).

En el 2013 se transportamos cerca de 950.000 toneladas de carga. Para el 2014, la meta es llegar a 1,2 millones. Con las obras se espera llegar a los 6 millones anuales, debido a que movilizar carga por el río sería cinco veces más barato que lo que cuesta actualmente hacerlo en camiones.

En los últimos años, los clientes del río han sido Ecopetrol, Sofasa, Incubadora Santander, Itacol, Proalco, Diaco, Acerías Paz del Río, Mamut de Colombia, Transportes Montejo, Monómeros Colombo Venezolanos, Abocol, Tenaris- Tubo Caribe, Productos Familia, entre otros.

Este mercado ha sido atendido por las cuatro empresas dedicadas al transporte fluvial de carga: Naviera Fluvial, Impala, Naviera Central y Río Grande, que serán las más beneficiadas con las obras.

Para llegar a la recta final, el grupo Navelena, que resultó siendo el único participante de la licitación, compitió durante 18 meses con otros ocho grupos, en los que participaron firmas nacionales y extranjeras como las chinas Power Construction Corporation of China y China Harbour; las españolas Acciona, Ortiz, FCC Construcciones e Iridium; las belgas Jan de Nul y Dredging International; la holandesa Van Oord, entre otras.

Dentro del consorcio, Odebrecht tiene 87 por ciento y Valorcon el 13 restante. La brasileña está en la concesión vial Ruta del Sol 2, entre Puerto Salgar (Cundinamarca) y San Roque (Cesar). Por su parte, Valorcon pertenece a la familia Gerlein de Barranquilla, cuyo personaje más visible es el político conservador Roberto Gerlein, que lleva más de cuatro décadas en el Congreso.

La firma maneja grandes concesiones viales, como Zipaquirá-Bucaramanga y la malla vial de Santa Marta y Barranquilla, y ha realizado varias obras como el Estadio Metropolitano, la plataforma del muelle nacional del Aeropuerto Ernesto Cortissoz, la fábrica de cemento Colclinke en Mamonal, entre otras.

Se firmó contrato por la navegabilidad del Magdalena  
Presidente Juan Manuel Santos asistió a la firma del documento entre Cormagdalena y Navelena S.A.S.

*Portafolio*

13 de septiembre de 2014

En el muelle 4 de la Sociedad Portuaria de Barranquilla, el presidente Juan Manuel Santos asistió, sobre el mediodía de este sábado, a la suscripción del contrato de asociación público privada entre el director de Cormagdalena, Augusto García y el director de Navelena S.A.S, Jorge Barragán, que busca la recuperación de la navegabilidad del río Magdalena, según el mandatario, el proyecto de infraestructura más ambicioso de su gobierno.

En su discurso, ante funcionarios de las administraciones local y nacional, empresarios y personalidades, Santos recordó cuando durante su campaña de 2010 el exsenador ya fallecido, José Name Teherán, le insistió sobre la importancia de darles a los habitantes de la Costa dos obras que a futuro se constituirán en su legado más importante: la navegabilidad del río y la Vía para la Prosperidad.

“Este ya se firmó y es una realidad y la vía la vamos a hacer independientemente del fallo de la Corte Constitucional. Los recursos y la voluntad están, así como un pacto con el gobernador del Magdalena (Luis Miguel Cotes). Por eso pedimos a la Corte que falle rápido”, destacó el presidente.

Sobre el contrato firmado, dio a conocer que la firma contratista Navelena S.A.S, integrada por la constructora brasilera Odebrecht, con el 87 por ciento de participación, y el grupo Valorcon de Barranquilla, con el 13 por ciento, ejecutarán obras por más de 13 años con una inversión de 2.5 billones de pesos “que cambiarán la historia del Río Magdalena e impactarán positivamente en cerca de 57 municipios riverenos del área de 908 kilómetros entre La Dorada, Caldas y la capital del Atlántico”.

La idea es que con los trabajos hidráulicos de encauzamiento, consistentes en tareas de colocación de roca en el área comprendida entre Puerto Salgar, La Dorada y Barrancabermeja, el río comience a hacer su propio dragado. En un año, agregó el presidente, se habilitarán 650 kilómetros (60 por ciento de la navegabilidad) entre Barranquilla y la ciudad santandereana con la garantía de que se pueda navegar durante las 24 horas del día en una profundidad de 7 pies, los cuales permitirán movilizar convoyes de carga de mínimo 7.200 toneladas.

Santos aprovechó para decirle al país que es hora de cancelar el paradigma mental de firmar los contratos con afán. “No importa si tardan en darse, lo que cuenta es que se hagan bien y en ese sentido, este proyecto pasó por una rigurosa etapa de planificación”, destacó.

## Tranquilidad con los recursos

Augusto García, director del Cormagdalena, dio un parte de tranquilidad ya que solo se le pagará al contratista una vez se hayan ejecutado las obras y estén funcionando como es debido.

“Con este proyecto estamos cambiando la historia del país al ampliar las oportunidades de competitividad de muchas poblaciones que ahora serán más atractivas y visibles para inversionistas, empresarios y visitantes. Estamos colocando a Colombia a la par de los países desarrollados que hace tiempo aprovechan y reconocen las ventajas del transporte fluvial e intermodal”, aseguró García.

Con el proyecto de intervención del río Magdalena se espera que en dos años se movilicen unas 6 millones de toneladas, y al final del contrato, superar las 10 toneladas.

“El 70 por ciento de la población están en la cuenca del río (Magdalena). Mejoraremos en los tiempos de viaje y el impacto con el medio ambiente”, concluyó Santos antes de concluir ante los presentes con el adagio de los marineros, “buen viento y buena mar”, para darle su espaldarazo al contrato que busca una navegabilidad completa por esta arteria fluvial que conecta a todo el país.

Luego de la firma del contrato, el presidente de Colombia se reunió con la bancada de senadores costeros, encuentro en el que el presidente de la Financiera del Desarrollo Territorial, Findeter, Luis Fernando Arboleda, les socializó el proyecto Diamante Caribe y Santanderes, que busca la conectividad de las dos regiones a través del río y en todas las vías posible, para competir internacionalmente.

Corrupción en Petrobras, caso de marca mayor  
En malos manejos de petrolera estatal de Brasil,  
hasta Dilma Rousseff resultó mencionada.

*El Tiempo*, sección Debes Saber  
Domingo, 8 de marzo de 2015

La Corte Suprema de Brasil autorizó investigar a 12 senadores y 22 diputados por el escándalo de corrupción en Petrobras, entre ellos a los presidentes de ambas cámaras del Congreso, que integran la coalición de Gobierno, lo que constituye el más grave capítulo de entramado público-privado para defraudar a una de las más grandes compañías del continente.

Y aunque la presidenta Dilma Rousseff salió mencionada como una posible beneficiaria, cuando no era Presidenta, no puede ser investigada, al menos hasta que termine su mandato. (Lea también: Brasil revela lista de 47 políticos implicados en caso Petrobras)

En total, la resolución de la Corte habilita a la Fiscalía a poner bajo la lupa a 49 personas (47 de ellas autoridades en funciones o que ejercieron cargos en el pasado, entre ellos al expresidente Fernando Collor de Melo, destituido de su cargo en 1992), informó la Procuraduría que realizará las pesquisas.

La lista de investigados incluye a Renán Calheiros, presidente del Senado y del Congreso, y a Eduardo Cunha, presidente de la Cámara de Diputados, ambos del Partido del Movimiento Democrático Brasileño (PMDB), aliado del gobernante Partido de los Trabajadores (PT).

“La instauración de investigaciones fue considerada viable porque hay indicios de ilegalidad”, dijo en un comunicado la Corte Suprema, citando al ministro que lleva la causa, Teori Zavascki. (‘Jefa de Petrobras sabía de corrupción’: fiscalía brasileña)

El submundo de delitos que se enquistó en Petrobras asoció a algunas de las mayores empresas del país con directivos de la petrolera, en un aceitado mecanismo de sobornos para manipular licitaciones de la estatal, desvíos de fondos y lavado de dinero que movió unos 4.000 millones de dólares en la última década.

La bautizada ‘lista de Janot’, en referencia al procurador general Rodrigo Janot, que presentó los pedidos a la Corte Suprema aprobados el viernes, causó zozobra e irritación en el Congreso y desató una tormenta política entre el Gobierno y sus aliados.

Según las delaciones que hicieron algunos acusados a cambio de una reducción de sus condenas, y que se filtraron a la prensa, los fondos desviados fueron destinados a cuentas personales o para financiar a partidos políticos.

## La maquinaria

En su solicitud a la Corte, el procurador Janot dijo que el sistema montado por algunas de las principales empresas constructoras del país para repartirse fraudulentamente los contratos de Petrobras tenía “reglas previamente establecidas, semejantes al reglamento de un campeonato de fútbol”.

Añadió que las licitaciones se distribuían como los “premios de un bingo. Así, antes del inicio del certamen ya se sabía qué empresa ganaría”.

La Procuraduría también indagará la forma en que se financió la campaña del 2010, que llevó al palacio de Planalto por primera vez a la presidenta Dilma Rousseff y buscará dilucidar si Antonio Palocci, exministro de Hacienda del exmandatario Luiz Inacio Lula y jefe de gabinete de Rousseff, estuvo involucrado en el ‘Petrolão’ (como se le conoce al caso).

## Quién es quién en el escándalo

Estos son los protagonistas del mecanismo delictivo que durante una década funcionó dentro de la emblemática petrolera estatal Petrobras.

### Los delatores

La investigación se basa principalmente en los testimonios de Paulo Roberto Costa, director de Abastecimiento de Petrobras entre 2004 y 2012, y el cambista Alberto Youssef, que colaboraron con la justicia a cambio de una reducción de penas. Costa, que trabajó 35 años en la petrolera, reconoció haber aceptado 1,5 millones de dólares para facilitar la compra de una refinería en EE. UU. Y entró en la mira de la policía luego de recibir un auto de lujo de Youssef, acusado de prestar empresas para lavar el dinero de los sobornos.

### El juez

Sergio Moro, de 42 años, es el juez que lleva adelante la causa en la Justicia Federal de Paraná, donde se concentran las investigaciones. Moro es un referente en materia de delitos financieros en Brasil y tiene fama de ser un juez ‘implacable’. Destapó un esquema de sobornos a legisladores a cambio de votos que dejó una gran mancha en el gobernante Partido de los Trabajadores.

## El fiscal

El procurador general de la República Rodrigo Janot es el fiscal que actúa ante la Corte Suprema, investigando autoridades con fueros que no pueden ser juzgados por la justicia común. El 3 de marzo pidió ante la máxima instancia judicial la apertura de investigaciones contra 54 personas, incluidos políticos con fueros, para determinar si participaron en la monumental trama de corrupción. La Corte Suprema le autorizó el viernes investigar a 49 de ellos. Janot fue nombrado en el 2013 por Dilma Rousseff por su “brillante carrera” e “independencia”.

## Los investigados

Los presidentes del Senado y la Cámara de Diputados, Renan Calheiros y Eduardo Cunha, están entre los 22 diputados y 12 senadores que serán investigados por su puesta corrupción. Calheiros, de 59 años, fue ministro de Justicia. Otro de los investigados es el expresidente y actual senador Fernando Collor de Melo (1990-1992), del PTB, quien en 1992 renunció a la presidencia en medio de denuncias de corrupción. Se destacan también en la lista los exministros de Rousseff Gleisi Hoffmann (PT), hoy senadora y jefa de gabinete entre 2011-2014, y Edison Lobão (PMDB), ministro de Minas y Energía (2008-2010 y 2011-2015).

## El ‘club’

Un total de 16 empresas formaron un ‘club’ para quedarse con las mayores obras contratadas por Petrobras entre 2004 y 2014. La lista incluye a las principales constructoras del país, como Odebrecht, Andrade Gutiérrez y Camargo Correa. En reuniones secretas, las compañías definían quién ganaría una licitación y cuál sería el precio que pagaría. Las cotizaciones, siempre infladas en perjuicio de las arcas públicas, recibían el visto bueno de los directivos de Petrobras, que cobraban coimas de entre 1 y 5 por ciento.

## Presidenta Rousseff a salvo de indagación, por ahora

La presidenta brasileña, Dilma Rousseff, fue una de las decenas de políticos citados entre los posibles beneficiados de la red de corrupción de Petrobras, pero se libró de ser investigada pues la Fiscalía no puede proceder contra la mandataria por hechos anteriores a que asumiera su cargo, aunque se abre la posibilidad de que lo haga una vez lo culmine. Según la Fiscalía, Rousseff fue citada por el exdirector de Abastecimiento de Petrobras, Paulo Roberto Costa, que admitió su responsabilidad en las corruptelas y quien colabora en la investigación a cambio de beneficios jurídicos.





# IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE LA NAVEGABILIDAD POR EL RÍO MAGDALENA

Felipe Castro • Helena García • Juan Benavides

ASISTENTES DE INVESTIGACIÓN:

Laura Ospina • Alejandro Rodríguez

Tatiana Zárate • Adrián Zuur

Foto: Sindy Martínez Callejas.

## Introducción

**E**n la actualidad, Colombia presenta un rezago importante en infraestructura de transporte en comparación con el resto del mundo, rezago que tiene impactos considerables sobre la competitividad del país en términos de comercio exterior, pues implica costos más altos para la operación de transporte de mercancías hacia y desde el interior del país. Ante este escenario, la consolidación y el diseño de medios de transporte intermodal resultan fundamentales para aumentar su competitividad e impulsar la internacionalización.

En este sentido, el Proyecto de recuperación de la navegabilidad por el río Magdalena constituye un paso fundamental y decisivo para la consolidación de un medio de transporte que conecte los principales centros de producción y consumo, reduciendo costos de transporte. Los objetivos del Proyecto en cuestión son:

- ♦ Ampliar el número de kilómetros navegables.
- ♦ Mejorar las condiciones de navegabilidad del río: obras de encauzamiento, dragado y mantenimiento.
- ♦ Desarrollar y fortalecer servicios de transporte, logísticos e intermodales, considerando el aprovechamiento sostenible de los servicios ecosistémicos del río.

El proyecto comprende obras entre Puerto Salgar y Barrancabermeja y el mantenimiento del canal navegable desde Barrancabermeja hasta Barranquilla. Gran parte de las obras se concentrarán en el encauzamiento del río,

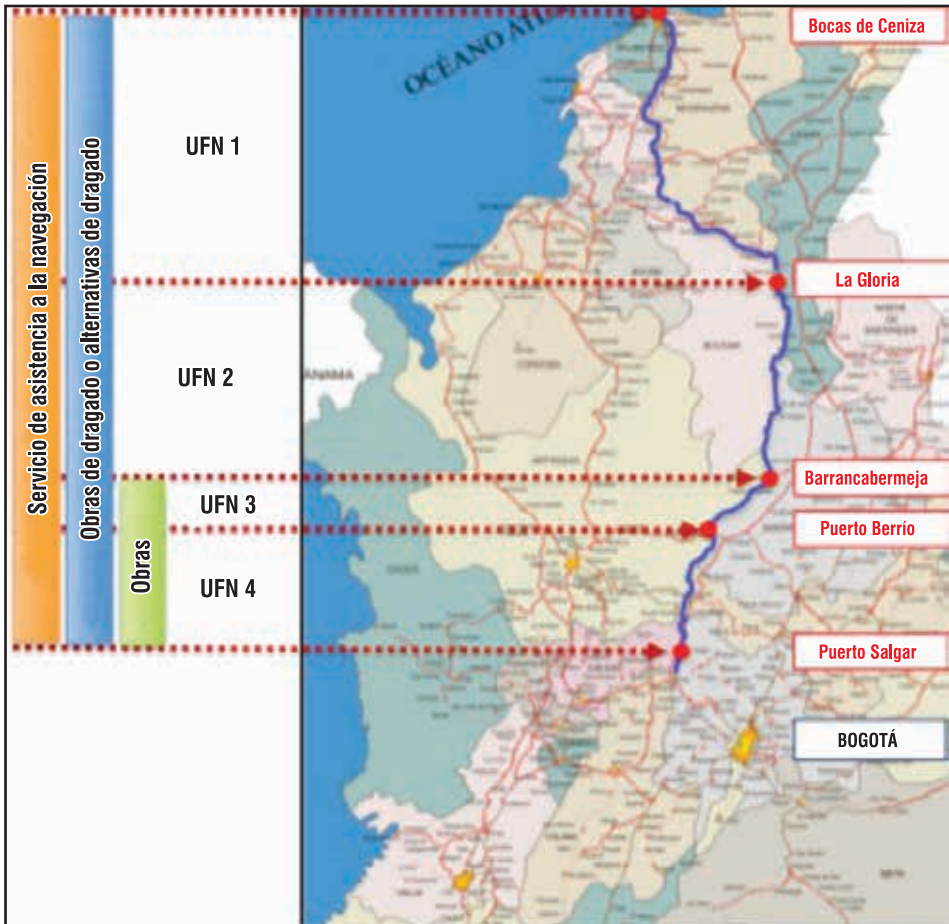
mediante intervenciones como trincheras y diques de enrocado; también se incluirán obras de dragado para ajustar la profundidad del río y permitir su navegabilidad durante todo el año, acompañada de un sistema de navegación satelital. Todas estas obras requerirán una inversión de 2,5 billones de pesos.

Dentro del proyecto, el canal navegable se divide en cuatro unidades funcionales (UFN) (mapa 1). La UFN1 va desde bocas de Ceniza hasta el municipio de La Gloria, en el departamento del Cesar, y tiene una longitud estimada de 457 km, siendo la más extensa; la 2 comprende el canal desde La Gloria hasta Barrancabermeja, con aproximadamente 195 km; mientras que la 3 se extiende desde Barrancabermeja hasta Puerto Berrío, en Antioquia; finalmente, la UFN4 va desde Puerto Berrío hasta Puerto Salgar, con una longitud de 156 km. En las UFN1 y 2 están previstas principalmente obras de dragado, dado que actualmente estos tramos son navegables la mayor parte del año, mientras que en las 3 y 4 se tienen planeadas obras de encauzamiento, que consisten en cinco módulos constructivos para la UFN3 y diez para la UFN4.

Teniendo en cuenta la importancia y envergadura del proyecto, es pertinente analizar detalladamente su impacto en materia económica para el país, mediante la reducción de costos y el mejoramiento en logística del sector transporte. Más aun, dadas las dinámicas que confluyen en el río, que son la expresión directa de la relación que los habitantes de las zonas aledañas, y nacionalmente, han establecido con el mismo y con los servicios materiales y no materiales que les provee, es importante también un análisis de los impactos sociales y ambientales que el proyecto puede generar.

La metodología utilizada para el análisis de estos impactos fue cuantitativa y cualitativa. El análisis cuantitativo de los impactos económicos se hace mediante el modelo de equilibrio general computable de Fedesarrollo (MEGCF), que permite calcular el impacto del proyecto en la economía nacional (impacto sobre el PIB, consumo intermedio total, recaudo fiscal y empleo) y de un análisis costo-beneficio que permite identificar y cuantificar los beneficios y costos directos del desarrollo de un proyecto de inversión, para así obtener una medida que permita discernir sobre la viabilidad financiera y social del proyecto. Dentro del análisis costo-beneficio se incluyeron como beneficios el ahorro en mantenimiento de vías y en transporte, el aumento del comercio exterior y el ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub>. Dentro de los costos incluidos en el análisis se encuentran los gastos administrativos, inversiones en bienes de capital que generan beneficios (Capex) y costos operacionales permanentes (Opex) del proyecto.

Mapa 1. Unidades funcionales del Proyecto



Fuente: Navelena.

Este documento presenta, en resumen, los principales resultados del estudio del impacto socioeconómico del proyecto. Primero se describen los impactos económicos, sociales y ambientales que puede generar, seguido de las estimaciones para cuantificarlos. Finalmente, se exponen unas breves conclusiones y recomendaciones.

## Impactos económicos

De acuerdo con los objetivos del proyecto de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena, los principales impactos directos están relaciona-

dos con la desviación de tráfico carretero al río y la reducción de costos de transporte, así como el aumento del comercio exterior, la reducción en costos de mantenimiento de las carreteras y la reducción en emisiones de gases de efecto invernadero.

## Reducción en costos de transporte y logística

El principal impacto del proyecto estudiado es la reducción en costos de transporte y logística. Esto debido a que abre una nueva posibilidad para el transporte de carga en el país con menores precios de fletes.

Colombia tiene un rezago importante en materia de infraestructura de transporte en comparación con el resto del mundo. Prueba de esto es la ubicación del país en dos de los índices más importantes en términos de competitividad, el Reporte global de competitividad del World Economic Forum y el Índice de desempeño logístico del Banco Mundial. En el Reporte global de competitividad de 2014-2015, Colombia ocupa el puesto 89 de 144 países analizados, mientras que en el Índice de desempeño logístico se ubica en el puesto 97 de 155 países, y ocupa el noveno lugar entre diez de la región, siendo superado solamente por Bolivia. Esta situación se explica al tener en cuenta las deficiencias existentes en el sector de transporte de carga, como lo son el bajo número de vías pavimentadas (1,2 km/100 km<sup>2</sup> para Colombia mientras que 2,5km/km<sup>2</sup> para el resto de América Latina), los problemas de mantenimiento de estas (Fedesarrollo, 2012), y la falta de infraestructura para localización y el seguimiento de mercancías al interior del país.

Actualmente, el 70% de la carga movilizada en el país se hace por modo carretero. En 2014 se movilizaron 220,30 millones de toneladas de carga por la red vial, mientras que solo 2,96 millones de toneladas se transportaron por vía fluvial (tabla 1).

Tabla 1. Movimiento de carga nacional por modo de transporte, 2014  
(millones de toneladas)

Terrestre	Ferrovionario	Fluvial	Aéreo	Cabotaje	Total
220,30	76,78	2,96	149	774	300,98
73,20%	25,51%	0,99%	0,05%	0,26%	100%

Fuente: Ministerio de Transporte.

Para el tipo productos de vocación fluvial<sup>1</sup>, los ahorros de pasar de modo carretero al fluvial gracias a la recuperación de la navegabilidad del río Magdalena son de entre 10% y 50% de los costos de transporte. Gran parte de esta reducción en costos se debe a la posibilidad de movilizar grandes volúmenes en un solo convoy del río.

Actualmente, el tipo de carga movilizada por el río Magdalena consiste principalmente de hidrocarburos y combustible como el ACPM, combustóleo, gasóleo, gasolina y nafta, que representan el 80% de la carga total. También se transporta otro tipo de mercancías, entre las que se destacan los productos agrícolas, el cemento, el hierro y el acero y la maquinaria. Sin embargo, son volúmenes muy pequeños (5%) respecto al total que se moviliza en el país.

Del total de la carga que se moviliza por carretera, 45% lo componen productos como carbón, cemento, manufacturas diversas, azúcar, maíz, papel, cartón, químicos y abonos, los cuales son transportados también por río. El total de toneladas de estos productos movilizado para el año 2014 fue de 99'139.000, cantidad varias veces superior a las 1'139.139 toneladas transportadas en el mismo año por el río Magdalena. Si tan solo 1% de esa carga pasara hacia el transporte fluvial por el Magdalena, se superaría en 8,7 veces la carga que se mueve actualmente por el río, siendo también superior a la carga histórica transportada por modo fluvial. Esto pone de manifiesto que existe un alto potencial de carga para transportarse por río.

## Beneficios en reducción de costos de mantenimiento de vías

Otro de los impactos económicos importantes que tiene el proyecto es el beneficio que este genera por concepto de reducción de costos de mantenimiento de vías. Como se mencionó, hoy en día más de 70% de la carga del país se transporta por medio carretero y se transporta a los puertos marítimos más importantes del país. Este tráfico tan elevado de vehículos de carga pesada tiene como consecuencia un deterioro importante de la malla vial. Según un estudio de Económica Consultores para el Invías sobre las tarifas de peajes en distintas rutas del país, los camiones con más de dos ejes realizan seis veces más daño a la malla vial que los vehículos particulares (Económica Consul-

---

<sup>1</sup> Que tengan bajo valor unitario y elevados volúmenes. Por ejemplo, hidrocarburos, carbón, graneles sólidos (abonos y otros cereales) y productos metálicos.

tores, 2003). Es por lo anterior que para hacer el debido mantenimiento y control de estas vías, que comunican el centro del país con los puertos más importantes, se deben invertir recursos de peajes y de impuestos.

En el caso de la ruta del Sol, que conecta a Bogotá con la costa Caribe, 60% del tráfico corresponde a vehículos de carga pesada. Así pues, la construcción de un canal navegable las veinticuatro horas del día que comunique el interior del país con los puertos de Barranquilla y Cartagena, y la reducción en los costos de transportar algunos tipos de carga por el río, permitirá que una cierta cantidad de toneladas de carga se transporten por modo fluvial y no por carretera. Esta salida de circulación de tractocamiones reduce el deterioro de la malla vial y genera beneficios por concepto de ahorro en mantenimiento de vías.

## Aumento en comercio exterior

Los costos de transporte tienen un impacto negativo sobre el comercio exterior de un país. A mayores costos de transporte, menor apertura comercial y menores ganancias del comercio. Se ha estudiado que la proximidad entre centros de producción y de consumo, nacionales o internacionales, tiene un impacto positivo sobre la productividad, competencia entre productores e innovación. Sin embargo, estos beneficios se ven reducidos por los costos de transporte, ya que generan distancias económicas a la par de las distancias geográficas.

En la literatura económica se encuentra que menores costos de transporte inciden sobre la apertura comercial de un país, y en la medida en que mayor comercio afecta el producto interno bruto, los costos de transporte tienen un impacto sobre el PIB. Para Colombia se ha estimado, a partir de modelos gravitacionales<sup>2</sup>, que una reducción de 10% en los costos de transporte puede aumentar el comercio internacional del país en 5% (Cárdenas y García, 2004), o hasta en 10% (Roda, 2013). Ahora bien, por sectores se encuentra un efecto diferenciado: una reducción del 1% en costos de transporte puede llevar a

---

**2** Estos modelos buscan explicar las dinámicas de intercambio entre un par origen-destino, originalmente de comercio internacional (Tinbergen, 1962). Por lo general, las variables explicativas de estos modelos son distancia entre el origen y el destino, PIB, PIB per cápita, composición sectorial, y otras variables dicotómicas que identifican si se trata de ciudades capitales, puertos, entre otras.



8% de aumento en exportaciones de agricultura y manufactura, y de 6% en exportaciones de minería (Kahn, Estevadeordal y Mesquita Moreira, 2015).

## Impactos sociales y ambientales

El proyecto de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena tiene impactos sociales y ambientales que están relacionados con la dependencia de las comunidades ribereñas de los servicios ecosistémicos que presta el río. El proyecto tendrá un impacto sobre los empleos en la región y sobre los servicios ecosistémicos que provee el afluente, tanto global, como nacional y localmente. En el ámbito global, se espera una reducción de gases de efecto invernadero (GEI) por el cambio en modo de transporte. Localmente, el proyecto puede tener un impacto sobre la pesca y el turismo.

### Generación de empleo

Las expectativas más grandes sobre el proyecto en las comunidades ribereñas están relacionadas con la generación de empleo en las zonas en donde se adelanten obras de encauzamiento y obras de puertos por parte de privados, capacitación en nuevos oficios en relación con el transporte de carga por el río, la dinamización de la economía en la región y el desarrollo social de las comunidades ribereñas.

La generación de empleo y la capacitación para nuevos oficios es muy importante para el área de influencia del proyecto, ya que las unidades funcionales presentan mayores índices de pobreza multidimensional que el resto del país (a excepción de la unidad funcional 3, en la que se encuentra Barrancabermeja), por lo que nuevas fuentes de ingreso pueden tener un impacto positivo sobre el bienestar de la población.

El proyecto generará setecientos cuarenta empleos directos durante la fase de preconstrucción y construcción (92% no calificados), y doscientos dieciocho empleos durante la fase de administración (83% no calificados). Asimismo, se planea formar a mil quinientos trabajadores entre 2015 y 2016. Existe además un impacto indirecto de generación de empleo por los veinte puertos que se están desarrollando sobre el río, que generarán aproximadamente quinientos treinta y dos empleos directos y dos mil trescientos indirectos.

En términos nacionales, se calculó que el número total de empleos que produciría, directa e indirectamente, sería de 9.425 anuales en promedio, siendo mayor en los años de construcción del proyecto.

## Reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

De acuerdo con el Inventario nacional de gases de efecto invernadero (Ideam, 2009), el sector transporte, junto con el agroforestal y energético, son los principales emisores en el país. El sector transporte fue responsable de 12% del total de emisiones (20'000.000 de toneladas), siendo el subsector carretero el responsable de 90% de estas emisiones.

En el marco del programa de Estrategia de desarrollo bajo en carbono (ECDBC)<sup>3</sup>, y en atención a los compromisos adquiridos por Colombia en la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC), la adopción de estrategias y modalidades de transporte que ayuden a mitigar la cantidad de emisiones en el sector transporte resultan críticas para el cumplimiento de la meta de reducción del 20% del total de emisiones para el año 2020, que hace parte de la contribución determinada a nivel nacional del país frente ante la CMNUCC. El sector cuenta con un Plan de acción sectorial de mitigación (PAS), en el que se incluye contar con un sistema logístico nacional de carga que integre las cadenas de abastecimiento y que promueva la intermodalidad. La promoción del transporte fluvial de carga como complemento o alternativa al transporte carretero, presenta un carácter prioritario dentro del conjunto de acciones contempladas.

Por el cambio en la modalidad de transporte carretero a fluvial, y el ahorro en combustible que esto significa, se estima que por cada tonelada transportada se reducen en 64% las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas.

## Pesca en el río Magdalena

Dentro de los servicios ecosistémicos más importantes que provee el río Magdalena se encuentra la pesca. Esta constituye un servicio de aprovisionamiento que genera importantes ingresos económicos para las poblaciones aledañas al río, así como la provisión de una fuente de alimento para las comunidades

---

**3** La ECDBC busca desligar el crecimiento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del crecimiento económico nacional.

riberañas, lo que la ha convertido en garante de la seguridad alimentaria en la región.

Actualmente no es posible determinar el impacto que tendrá el proyecto de recuperación de la navegabilidad en el río Magdalena, ni cuantificarlo. Este importante servicio ecosistémico podría verse enfrentado a nuevas presiones que tornen su situación más delicada o podría ser a su vez el receptor de importantes beneficios derivados del servicio de transporte por el río. Sin embargo, la pesca en el río Magdalena actualmente enfrenta importantes retos de sostenibilidad independientes del proyecto de recuperación de navegabilidad.

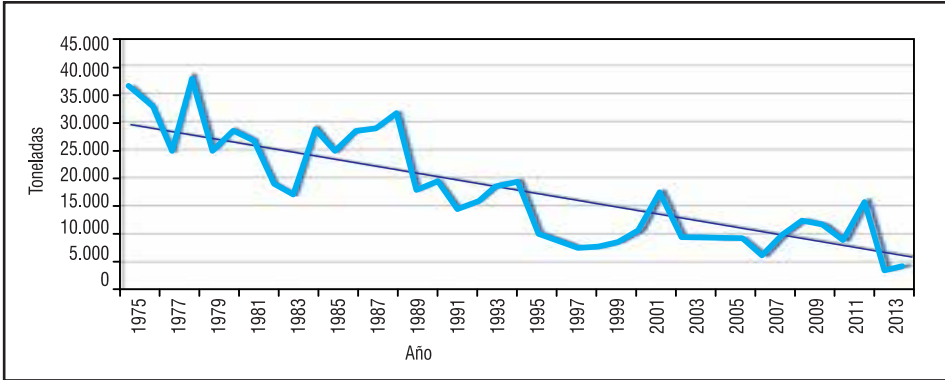
La pesca en el río es en su mayoría de tipo artesanal y constituye la principal fuente de subsistencia para miles de pescadores ribereños. Se estima que la cuenca Cauca-Magdalena cuenta con aproximadamente 45.700 pescadores (Aunap, 2013), siendo esta una de las zonas con mayor población pesquera en el país. El promedio de edad de estos es de 43 años. El número de pescadores en edades tempranas es muy bajo y se ha reducido con el paso del tiempo. La dedicación de los censados a esta actividad no es exclusiva: alternan la pesca con actividades como la agricultura y el comercio. Lo anterior se podría explicar por la estacionalidad de la actividad pesquera en el río, siendo de gran intensidad en los periodos de subienda y declinando el resto del año.

A pesar de que la actividad pesquera en el Magdalena es altamente artesanal, se realiza en gran parte bajo el esquema de agremiaciones. No obstante, a pesar de la presencia de asociaciones, la práctica formal de la pesca es muy reducida, la mayor parte de los pescadores no cuentan con el registro de pesca otorgado por el Incoder y el ICA, instituciones encargadas de administrar el recurso pesquero del país.

Los registros históricos disponibles del número de desembarcos pesqueros en el río Magdalena evidencian una disminución pronunciada de la actividad pesquera desde la década de los 70 del 85% (gráfico 1).

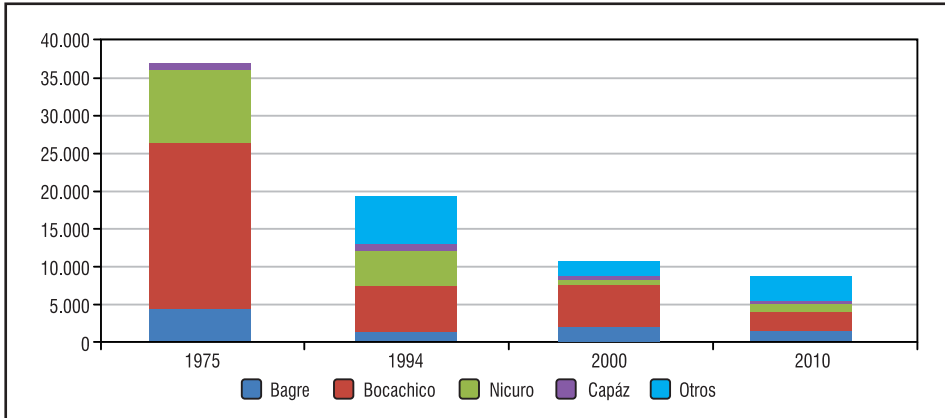
La disminución del recurso pesquero en las cuatro últimas décadas no solo se refleja en el número de capturas, sino también en el tipo de especies encontradas. El gráfico 2 muestra la participación en la captura total por año de las principales especies comerciales para cuatro años distintos. Se observa que las especies comerciales representadas históricamente en las capturas siguen siendo las mismas, pero las toneladas capturadas para cada tipo han experimentado un descenso progresivo, principalmente en el caso del bocachico y el nicuro.

Gráfico 1. Desembarcos de peces en el río Magdalena, 1975-2013



Fuente: elaboración propia con datos del ICA, Incoder, Impa, CCI y Sepec.

Gráfico 2. Participación de especies en el total de capturas, 1975, 1994, 2000 y 2010



Fuente: elaboración propia con datos del Incoder y el ICA.

El descenso de la participación de las especies en el total de capturas en el río se debe principalmente a la continua presión que se ha ejercido sobre el recurso pesquero con fines comerciales y al deterioro ambiental del río.

Debido a que gran parte de la pesca tiene lugar durante el periodo de subienda, la mayoría de los peces que se capturan en la cuenca del río se encuentran en su época temprana o estado joven, por lo que no alcanzan a llegar a su madurez sexual. Lo anterior afecta directamente el crecimiento del recurso pesquero en la región (Aunap-Universidad del Magdalena, 2013). Por otro lado, el uso de métodos de captura irracional como la dinamita, el barbasco, el palizado y aparejos no tradicionales ha contribuido a la reducción del recurso pesquero de la región.

Los principales problemas ambientales en la cuenca del Magdalena son la sedimentación por erosión y deforestación, el taponamiento de caños, la desecación de ciénagas y la contaminación por residuos de tipo sólido y líquido. Fenómenos todos que provocan remociones en masa que no solo afectan el servicio de navegación que provee el río, sino que han propiciado también la degradación de ecosistemas tan importantes como los manglares y las ciénagas, centrales para la reproducción de los peces.

Es así que los problemas ambientales del Magdalena se han traducido en cambios en la composición química de sus aguas, el deterioro de los ecosistemas, la inhibición de sus procesos de autorregulación, la alteración del ciclo biológico de las especies que lo habitan, así como en la reducción de la provisión de servicios ecosistémicos. Estos problemas están directamente relacionados con una falta de institucionalidad en la región, que vele por el cumplimiento de las normas respecto a artes de pesca, talla y periodos de veda.

El proyecto de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena puede traer beneficios o riesgos adicionales a la actividad pesquera. A partir de información cualitativa recolectada por medio de entrevistas se elaboró la tabla 2, de posibles riesgos y beneficios que puede traer el proyecto.

Tabla 2. Balance de posibles beneficios y riesgos para la pesca

Posibles riesgos	Posibles beneficios
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Amenaza de la sostenibilidad de la actividad pesquera debido a la disposición de estructuras artificiales de encauzamiento del río que pueden dar lugar a un fenómeno de represamiento de peces en áreas críticas de la estructura.</li> <li>♦ Riesgo de amenaza para especies endémicas del río como el bocachico, que presentan un alto grado de vulnerabilidad en su edad temprana.</li> <li>♦ Fraccionamiento del hábitat e interrupción de rutas migratorias.</li> <li>♦ Cierre de brazos por obras que podrían generar la interrupción del paso a las comunidades pesqueras, lo que les cerraría el acceso al recurso.</li> <li>♦ Daños ocasionados por el desarrollo de las obras que depositen desechos en las orillas del río, lo que termina afectando a las ciénagas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Mejora de las condiciones físicas e hidrodinámicas del río por recuperación del canal navegable, facilitando así el flujo de peces hacia las zonas más altas durante los periodos migratorios.</li> <li>♦ Generación de áreas de alimentación para los peces debido a la tipología de obras contempladas en el proyecto.</li> <li>♦ Recuperación de ecosistemas degradados como las ciénagas y humedales, que benefician a los pescadores de río y de ciénaga, así como la recuperación de la conexión ciénaga-río.</li> <li>♦ Generación de oportunidades de negocios para el comercio de pescado.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## Turismo en el río Magdalena: oportunidades y potencialidades

El turismo en el río Magdalena es muy incipiente y se ha enfocado en el turismo natural y ecológico. Actividades como el senderismo, la observación de flora y fauna y la pesca deportiva, que se encuentran catalogadas como ecoturismo; junto al rafting y el kayak, considerados dentro del turismo de aventura y recorridos históricos, son actividades que se desarrollan actualmente en el río y sus municipios aledaños, y hacen parte del portafolio de servicios de los distintos prestadores de servicios turísticos que operan en la región.

Actualmente, el turismo que llega a la región se caracteriza por ser familiar y de bajo gasto. No obstante, existe un importante potencial, que se ha identificado en planes departamentales de transformación productiva. El río Magdalena ocupa un lugar prioritario en las agendas de competitividad y los planes de turismo de departamentos de influencia directa, como Huila, Tolima, Magdalena, Caldas y Bolívar, que lo identifican como una ventaja comparativa potencial frente a otras regiones del país, gracias a su riqueza natural, belleza paisajística e importancia histórica. Llegando a tornarse en un elemento alrededor del cual se han creado marcas turísticas con las que se identifican estos departamentos y sus habitantes.

Sin embargo, las percepciones de seguridad y de contaminación del río han dificultado la llegada de turistas y la venta de servicios comercializables. Las inundaciones frecuentes y la ganadería también han limitado el desarrollo de actividades como el kayak y el rafting. El Magdalena actualmente no se encuentra posicionado como un destino turístico nacional ni internacional.

Dado lo incipiente del sector de turismo en la región de influencia del río, la informalidad con la que se prestan los servicios turísticos y la falta de estadísticas desagregadas acerca del número de visitantes, es difícil hacer una valoración adecuada de los servicios de turismo en el río Magdalena y cuantificar los impactos que puede generar el desarrollo del proyecto de navegabilidad. Ahora bien, usando información cualitativa es posible realizar un balance preliminar acerca de los beneficios que puede tener el proyecto para el desarrollo del turismo en la región (tabla 3).

Dichos beneficios y riesgos están condicionados a inversiones complementarias que permitan el desarrollo del potencial turístico de la zona y permitan aliviar los problemas socioeconómicos que presenta históricamente la región. La inclusión de los habitantes de las zonas ribereñas en el desarrollo del proyecto también es considerada importante, como una de las condiciones para que el proyecto traiga beneficios para el turismo en el río.

Tabla 3. Balance de posibles beneficios y riesgos para el turismo

Posibles riesgos	Posibles beneficios
<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Riesgo para la actividad de kayaking en el río, producto del oleaje que podrían generar las embarcaciones de transporte, lo que afecta la estabilidad de esta pequeña embarcación.</li> <li>♦ Cambios en la belleza paisajística en la zona del río por cuenta de las embarcaciones y puertos dispuestos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Dinamización de la región gracias a la entrada de nuevos actores institucionales que podrían mejorar las condiciones de seguridad y la percepción acerca de la región.</li> <li>♦ Mayor visibilidad de la región, gracias al interés generado alrededor del proyecto, lo que permitiría la promoción de la región como una zona de desarrollo.</li> <li>♦ Mejoras de las condiciones de comunicación fluvial que permitirían el acceso a los sitios turísticos a los que se accede mediante embarcaciones pequeñas.</li> </ul>

## Estimación del impacto económico del proyecto

Para estimar cuantitativamente los impactos económicos que tendrá el Proyecto de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena se utilizaron dos herramientas: el modelo de equilibrio general computable de Fedesarrollo (MEGCF), que permite ver los impactos del proyecto en la economía en su conjunto<sup>4</sup> y un análisis costo-beneficio para obtener los indicadores de rentabilidad social.

### Impactos económicos en el país

Navelena hará gastos de inversión (Capex) entre 2015 y 2020, y gastos operativos entre 2015 y 2027 (Opex). Se espera que ambos flujos de gastos generen actividad económica adicional, en la medida que impulsen la producción de sus proveedores y remuneren a sus empleados. Se cuantifican cuatro tipos de impactos económicos: sobre el PIB de Colombia, sobre el consumo intermedio total en Colombia, impacto del proyecto sobre el recaudo fiscal, y el

4 Un MEGC es, en esencia, un sistema de ecuaciones que representa los equilibrios entre oferta y demanda en todos los mercados de la economía (incluyendo el mercado laboral), y restricciones macroeconómicas como el balance fiscal y el balance externo. La solución a este sistema de ecuaciones arroja los precios y las cantidades producidas en cada sector de la economía, a partir de los cuales pueden construirse variables macroeconómicas como el PIB.

del proyecto de Navelena sobre el empleo en el país. Para llevar a cabo esta estimación se utilizaron dos modelos económicos que describen a la economía colombiana: un modelo de equilibrio general computable (MEGC), y un modelo Leontief de insumo-producto.

## IMPACTO SOBRE PIB

El MEGC utilizado en el presente ejercicio está diseñado para representar a la economía colombiana. Para este propósito se utiliza una matriz de contabilidad social para Colombia (SAM, sigla en inglés) que representa los flujos contables empíricamente observados entre sectores económicos, hogares, gobierno y el resto del mundo. A partir de estos flujos en la SAM se calibran la mayoría de parámetros que describen las tecnologías de producción de los sectores económicos en Colombia<sup>5</sup>, bajo el supuesto de que la SAM retrata una economía en equilibrio. Esta información también permite inferir parámetros que describen las preferencias y el comportamiento de los hogares y el gobierno. Otros parámetros del MEGC que no pueden ser inferidos de la SAM son determinados con base en información secundaria adicional, incluyendo investigaciones empíricas de la economía colombiana.

La estrategia para cuantificar el impacto del proyecto de la recuperación de la navegabilidad del río Magdalena es simular dos trayectorias de la economía colombiana con el MEGC para el periodo 2015-2027. Una de ellas, llamada el escenario base, busca representar el comportamiento de la economía colombiana en la ausencia del proyecto de la recuperación de la navegabilidad del río Magdalena, bajo condiciones económicas normales. La segunda trayectoria, el escenario con proyecto de Navelena, parte de los mismos supuestos del escenario base, pero tiene en cuenta los choques generados por el Capex y el Opex del proyecto de Navelena. La comparación entre ambas trayectorias revela los impactos en el PIB generados por las inversiones y las operaciones del proyecto en cuestión.

Para obtener el escenario base se utilizan los supuestos del comportamiento a futuro de los parámetros de la economía colombiana de la Dirección de Análisis Macroeconómico y Sectorial de Fedesarrollo, elaborados con base

---

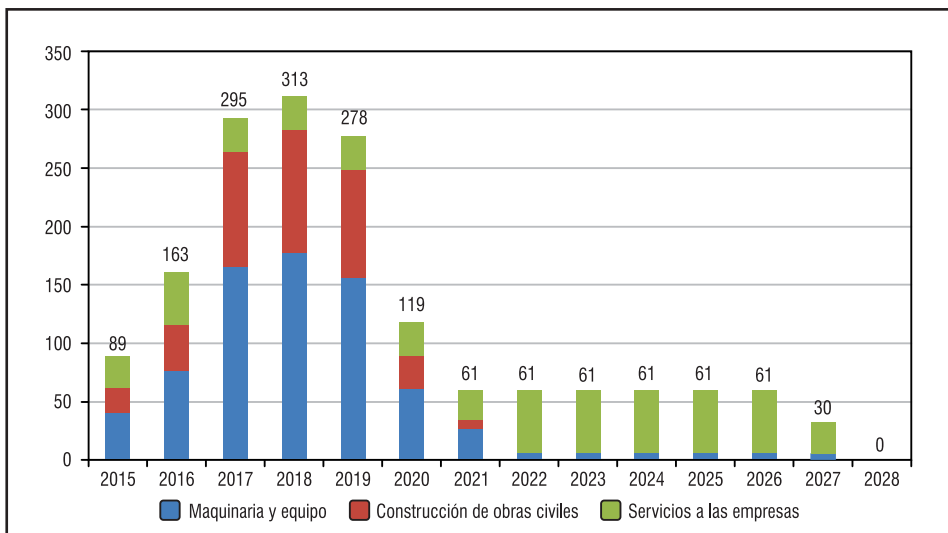
5 El MEGC utilizado está a un nivel de agregación tal que representa a la economía colombiana por medio de veintiún sectores económicos.



en su investigación de la coyuntura económica sectorial y del análisis de las perspectivas de mediano y largo plazo de la economía colombiana. Entre estos supuestos resalta que el precio del petróleo se recupera paulatinamente después de la caída sufrida durante este año, y que los sectores agrícolas aumentan su productividad de manera sostenida. En el escenario base, la economía colombiana exhibe un crecimiento del PIB cercano su crecimiento potencial de largo plazo, de 4,5% anual.

El escenario con proyecto de Navelena incorpora al escenario base los choques de inversión y gastos de funcionamiento del proyecto de Navelena. Con base en el plan de gastos de dicho proyecto, estos choques se generan sobre tres sectores económicos: maquinaria y equipo, trabajos de construcción de obras civiles y servicios a las empresas. El gráfico 3 muestra el tamaño total de estos choques y la distribución de estos choques entre los sectores económicos mencionados. Asumiendo una tasa de descuento social de 12% anual<sup>6</sup>, el tamaño total del choque es de 1.086 billones de pesos de 2015 en

Gráfico 3. Choques introducidos al MEGC, 2015-2028  
(en miles de millones de COP de 2015)



Fuente: Navelena, cálculos propios.

**6** La tasa de descuento de 12% es un valor estándar utilizado en análisis de costo-beneficio social por el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, entre otros. Además, Sánchez (2010) estima tasas de descuento para el caso colombiano, y encuentra que se ubican alrededor de 12%.

valor presente, del cual 48,4% corresponde a maquinaria y equipo, 27,1% a construcción de obras civiles y 24,5% a servicios a las empresas.

El escenario con proyecto de Navelena genera una trayectoria del crecimiento del PIB mayor a aquella en el escenario base. Las diferencias en la tasa de crecimiento anual del PIB se presentan en el gráfico 4, así como la diferencia promedio en la tasa de crecimiento a través de todo el periodo considerado. Adicionalmente, el gráfico 5 muestra el impacto sobre el PIB en términos monetarios. El total de estos flujos futuros de PIB representa 1.865 billones de pesos colombianos de 2015 en valor presente. Esto corresponde a 0,25% del PIB de 2015 simulado en el escenario base.

## IMPACTO SOBRE EL CONSUMO INTERMEDIO

Para cuantificar el impacto sobre el consumo intermedio se utiliza un modelo Leontief de insumo-producto. Esta metodología, una versión simplificada del MEGC<sup>7</sup>, tiene la ventaja de facilitar el cálculo del impacto sobre indicadores macroeconómicos distintos al PIB, como el valor bruto de la producción y el consumo intermedio, a comparación del MEGC.

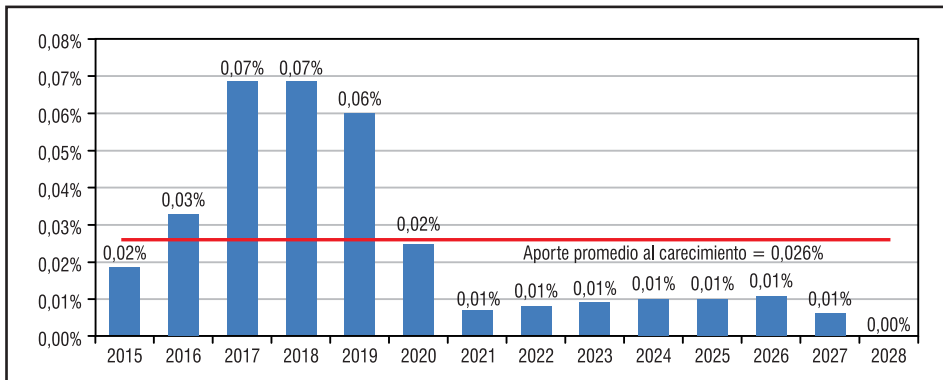
Dado el marco conceptual anterior, ante un vector de choques de demanda final, como lo son el Capex y Opex del proyecto de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena, pueden estimarse los impactos sobre la producción resultantes en cada sector. Este impacto puede descomponerse entre un efecto sobre el consumo intermedio y un efecto sobre valor agregado (o PIB), utilizando información sobre la participación de cada uno de estos componentes en la producción bruta de cada sector económico.

El gráfico 6 muestra los impactos anuales del valor bruto de la producción que se obtiene al simular los choques de demanda final que se presentaron en el gráfico 3, descomponiéndolos entre impactos sobre consumo intermedio y valor agregado. A través del periodo 2015-2017, aproximadamente 59,8% de los impactos anuales sobre el valor bruto de la producción corresponden a

---

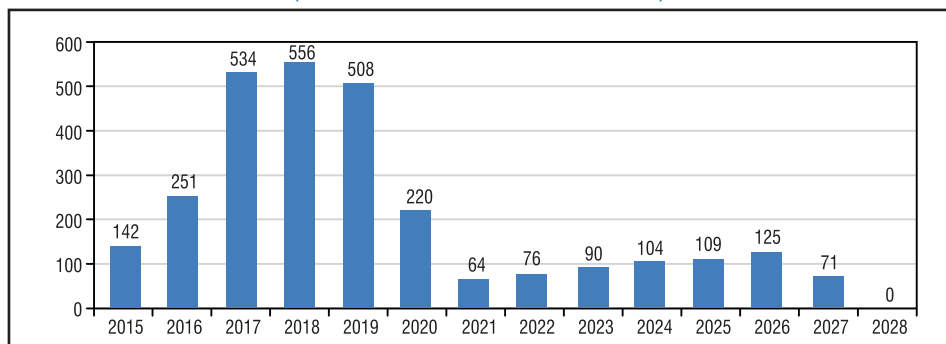
**7** El modelo Leontief también es un sistema de ecuaciones que representa los equilibrios entre oferta y demanda en los sectores económicos considerados. No obstante, este modelo emplea supuestos formales un poco más restrictivos que los utilizados en la metodología MEGC, lo que hace que el modelo Leontief sea más sencillo computacionalmente.

Gráfico 4. Aporte al crecimiento del PIB generado por proyecto de Navelena, 2015-2028



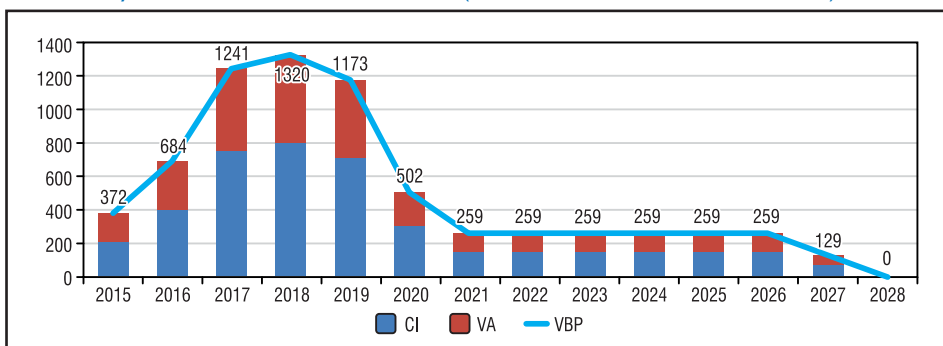
Fuente: MEGC Fedesarrollo, cálculos propios.

Gráfico 5. Impactos anuales sobre PIB, 2015-2028 (en miles de millones de COP de 2015)



Fuente: MEGC Fedesarrollo, cálculos propios.

Gráfico 6. Impacto sobre valor bruto de la producción, desagregado entre valor agregado y consumo intermedio, 2015-2028 (en miles de millones de COP de 2015)



Fuente: modelo Leontief Fedesarrollo, cálculos propios.

consumo intermedio, y el 40,2% restante a valor agregado. El impacto sobre consumo intermedio es de 2.768 billones de pesos colombianos de 2015, en valor presente. Por su parte, el impacto sobre valor agregado, que equivale a un impacto sobre PIB, corresponde a 1.811 billones de pesos colombianos de 2015 en valor presente. Este monto es muy similar al impacto obtenido con el MEGC. Lo anterior implica que el impacto total sobre el valor bruto de la producción es de 4.579 billones de pesos colombianos de 2015, en valor presente.

La metodología Leontief permite desagregar los impactos mencionados en un efecto sector, uno directo, uno indirecto y un efecto inducido. El efecto sector es el inmediato que tiene el choque de inversión sobre los sectores en que se realiza. El directo es el efecto inmediato que tiene el choque de inversión sobre los proveedores de insumos del proyecto productivo. El indirecto es el que resulta de las rondas subsiguientes de compras de insumos que ocurren después del efecto directo. El inducido, por último, surge del consumo de los hogares de la economía al recibir la remuneración al trabajo correspondiente. La suma de estos efectos corresponde al efecto total observado.

La tabla 4 muestra los impactos totales sobre producción del proyecto de Navelena medidos con el modelo Leontief, traídos a valor presente, desagregados en efecto sector, directo, indirecto y efecto inducido.

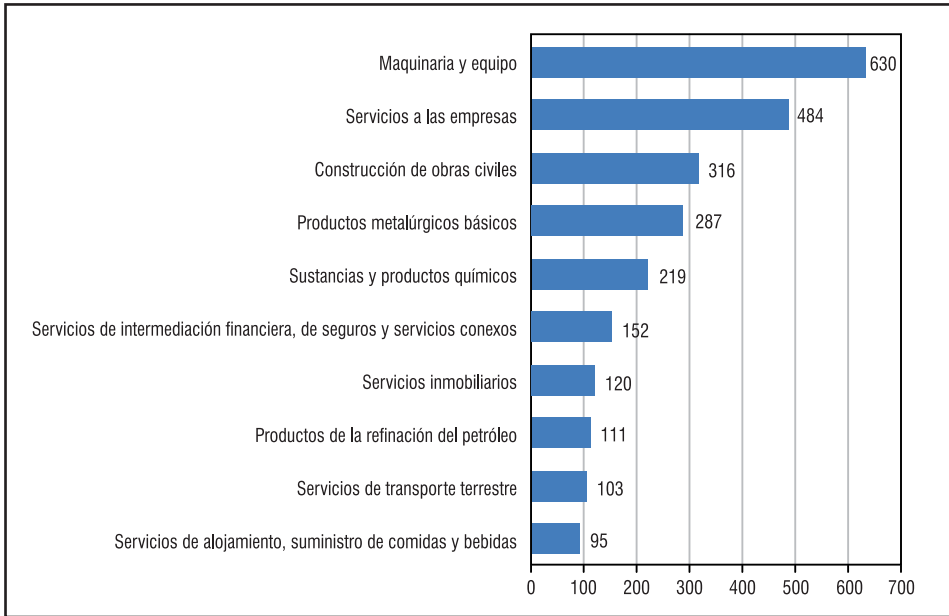
Otro resultado de interés es la distribución del impacto económico en los distintos sectores de la economía. El gráfico 7 muestra los diez sectores que más crecerían con el proyecto de Navelena. Como es de esperar, los sectores que más lo harían son aquellos en los que se produce el choque. Después de estos, resalta el crecimiento de sectores que están altamente encadenados con

Tabla 4. Desagregación de impactos sobre producción en valor presente  
(billones de COP de 2015)

Efecto	Valor bruto de la producción	Consumo intermedio	Valor agregado
Efecto sector	1.086	0,834	0,252
Efecto directo	0,591	0,436	0,154
Efecto indirecto	0,695	0,473	0,222
Efecto inducido	2.207	1.025	1.182
Total	4.579	2.768	1.811

Fuente: Modelo Leontief Fedesarrollo, cálculos propios.

**Gráfico 7. Impacto en producción bruta por sectores**  
(miles de millones de COP de 2015)



*Fuente:* modelo Leontief Fedesarrollo, cálculos propios.

la actividad económica relacionada con la recuperación del río Magdalena. Los sectores en este listado producen insumos necesarios para la maquinaria y para la ejecución de las obras como tal.

## IMPACTO FISCAL

Para cuantificar el impacto fiscal que tendrá el proyecto de recuperación de navegabilidad del río Magdalena se toman las participaciones de distintos tipos de impuestos en el PIB en Colombia en los años 2013 y 2014, y se asume que durante el periodo 2015-2027 estas se mantienen constantes. Así, el impacto sobre el recaudo fiscal que resulta del proyecto de Navelena se obtiene aplicando estos porcentajes al impacto total del PIB. La tabla 5 muestra el recaudo total generado cada año por el proyecto, y el impacto total en valor presente, desagregado entre los distintos tipos de impuestos. El impacto fiscal total en valor presente, de 311,5 mil millones de pesos colombianos de 2015, corresponde a 0,04% del PIB proyectado en 2015, y a aproximadamente 0,2% del recaudo fiscal total en Colombia.

Tabla 5. Impacto fiscal desagregado por tipo de impuestos, 2015-2027  
(en miles de millones COP de 2015)\*

Año	Gobierno nacional central				Sector público descentralizado	Total
	Renta y CREE	IVA y consumo	Externos	Otros	Otros aportes	
2015	10,0	5,1	3,0	2,6	3,1	23,8
2016	17,5	9,0	5,3	4,5	5,5	41,9
2017	37,4	19,2	11,2	9,6	11,7	89,1
2018	38,9	20,0	11,7	10,0	12,2	92,8
2019	35,6	18,3	10,7	9,1	11,2	84,9
2020	15,4	7,9	4,6	4,0	4,8	36,7
2021	4,5	2,3	1,3	1,2	1,4	10,7
2022	5,4	2,8	1,6	1,4	1,7	12,8
2023	6,3	3,2	1,9	1,6	2,0	15,0
2024	7,3	3,7	2,2	1,9	2,3	17,4
2025	7,6	3,9	2,3	2,0	2,4	18,2
2026	8,8	4,5	2,6	2,3	2,8	20,9
2027	5,0	2,6	1,5	1,3	1,6	11,9
2027	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total (valor presente)	130.6	67.2	39.2	33.6	41.0	311.5

\* Los impuestos clasificados como “Externos” corresponden principalmente a los aranceles sobre las importaciones; el recaudo en “Otros” está compuesto principalmente por el impuesto al patrimonio y el gravamen a los movimientos financieros (4 x 1.000); los “Otros impuestos territoriales” corresponden a los aportes de seguridad social, incluyendo salud y pensiones.

Fuente: MEGC Fedesarrollo, cálculos propios.

## IMPACTO SOBRE EL EMPLEO

Según las proyecciones de Navelena, el proyecto generará alrededor de setecientos empleos directos en la etapa más intensa de la intervención en el río.

Por otro lado, el impacto total sobre el empleo se estima mediante el modelo Leontief. Este cálculo se basa en el supuesto de no sustituibilidad, bajo en cual la cantidad de empleados en cada sector es una fracción constante de la producción. Por ende, puede hallarse el impacto sobre el empleo traduciendo directamente los impactos sobre producción bruta sectorial a impactos sobre empleo.

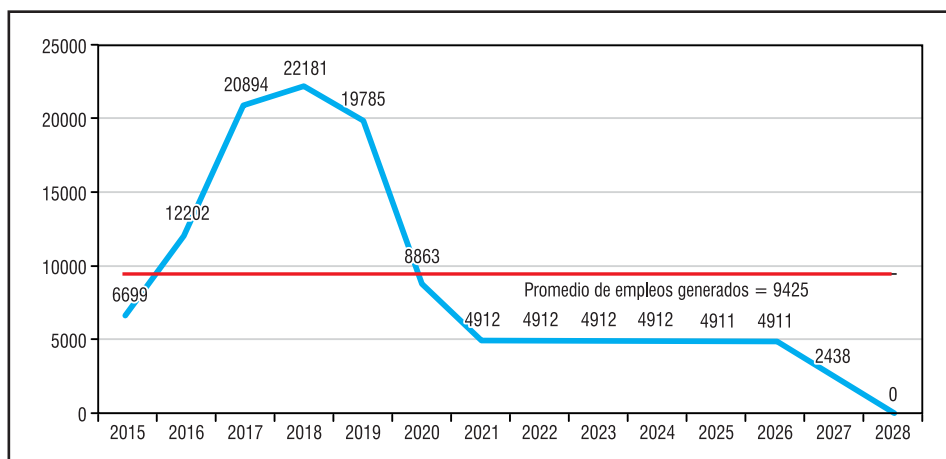
Los choques utilizados para este ejercicio son los mismos que se muestran en la figura 3. De los sectores sobre los cuales se generan los choques, el sector de servicios a las empresas es relativamente intensivo en mano de obra, y además emplea una proporción significativa de la mano de obra calificada del país, de modo que aproximadamente el 77,8% de su valor agregado corresponde a la remuneración al trabajo. En los sectores de construcción de obras civiles y de maquinaria y equipo, la remuneración al trabajo corresponde a 31,3% y 26,4% del valor agregado sectorial, respectivamente, lo que indica que son menos intensivos en trabajo y que emplean mano de obra menos calificada a comparación de servicios a las empresas.

El gráfico 8 muestra los impactos anuales sobre el empleo que ocurren gracias al proyecto de Navelena. Estos empleos se generan principalmente en los sectores de comercio, agricultura y servicios de reparación, además de los sectores en que se producen los choques.

## RESUMEN DE LOS IMPACTOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO

La tabla 6 presenta un resumen de los impactos económicos estimados. Si bien los efectos previstos no son de magnitudes grandes en comparación al total de la actividad económica del país, no son despreciables si se tiene en cuenta que el tamaño de la inversión en el proyecto de Navelena tampoco lo es. De hecho, se observa un efecto multiplicador sustancial, proveniente de

Gráfico 8. Empleos generados por el proyecto de Navelena, 2015-2028



Fuente: Modelo Leontief Fedesarrollo, cálculos propios

Tabla 6. Resumen de los impactos económicos del proyecto de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena

	Tamaño del choque (Capex y Opex de Navelena)	Impacto en valor bruto de la producción	Impacto en PIB (modelo Leontief)	Impacto en PIB (MEGC)	Impacto en consumo intermedio	Impacto fiscal total
Valor presente (billones COP de 2015)	1.086	4.579	1.811	1.865	2.768	0,311
Proporción del PIB estimado de 2015	0,14%	-	0,24%	0,25%	0,36%	0,04%
Impacto unitario del choque (COP de 2015)	-	4,2	1,7	1,7	2,5	0,3
			Número de empleos anuales generados (promedio)			
			9.425			

Fuente: Cálculos propios

los encadenamientos que presentan las actividades productivas del proyecto. Con base en el cálculo de multiplicadores sectoriales en el modelo Leontief, puede afirmarse que los efectos sobre el PIB son principalmente atribuibles a la inversión en maquinaria que requerirá el proyecto de Navelena, mientras que los efectos en empleo son resultado de la contratación de servicios generales que hará.

### Análisis costo-beneficio

El análisis costo-beneficio es una técnica que se utiliza para tomar decisiones acerca de un programa de política pública o un proyecto. En este se analizan los costos y beneficios que el proyecto o programa produce tanto a los agentes



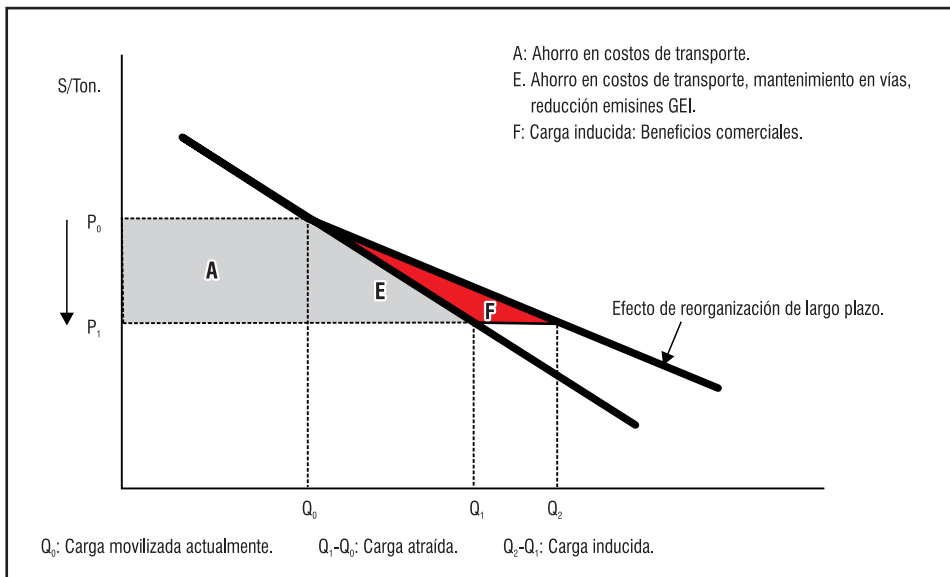
privados directamente involucrados en el proyecto, como a la sociedad en su conjunto que es afectada directa o indirectamente por las externalidades positivas y negativas que el programa o proyecto genere.

## METODOLOGÍA

En primer lugar, para obtener los beneficios relacionados con los distintos ahorros e impactos que genere el proyecto de recuperación de navegabilidad del río Magdalena, se calculan los excedentes producidos por la disminución en precios y el aumento en las cantidades transportadas por el río, como se observa en el gráfico 9.

Como se observa en la figura, al reducirse el costo de transporte, se da un primer beneficio representado por el área del rectángulo A para la carga que ya circulaba por el río y que ahora puede hacerlo a un menor precio. Un segundo beneficio, representado por el triángulo E, es el ahorro en transporte de carga que se movilizaba por carretera y que pasa al río. Finalmente, como consecuencia del proyecto, a mediano plazo la curva de demanda cambia su pendiente y se genera nueva carga que trae consigo beneficios en comercio. Estos beneficios están representados por el triángulo F.

Gráfico 9. Demanda de transporte fluvial



Para el análisis costo-beneficio se toman como beneficios del proyecto los ahorros en costos de transporte de carga para la que ya se movilizaba por el río, y los ahorros generados respecto al transporte por modo carretero, los ahorros por mantenimiento de vías por la salida de circulación de camiones de carga de las carreteras, los beneficios por aumento en comercio internacional y la reducción en emisiones de gases de efecto invernadero.

En cuanto a costos, se tuvieron en cuenta los costos contables en los que incurre el consorcio de Navelena para llevar a cabo el proyecto en todas sus etapas. Dentro de estos se encuentran los Capex (inversiones en bienes de capitales), los Opex (costos permanentes de funcionamiento) y los gastos contractuales y administrativos en donde se encuentran diversos gastos hechos por el consorcio. Estos están en precios constantes de 2014 y van hasta 2026.

Tomando en cuenta lo anterior, el análisis costo-beneficio consiste entonces en crear un marco conceptual en el que se puedan evaluar y contrastar en un horizonte definido de tiempo tanto los beneficios como los costos identificados del proyecto. De esta manera se puede establecer si los beneficios del proyecto son mayores que los costos en los que se incurren por su realización, y por ende incrementaría el bienestar.

Los costos y beneficios se comparan mediante el valor presente neto (VPN), que es la suma del valor presente de los flujos de caja futuros (ya sean costos y/o beneficios) para cada periodo de tiempo, incluyendo un factor de descuento o costo social de capital determinado.

El proyecto trae beneficios desde el punto en que los beneficios sean iguales a los costos. Esto implica que exista una tasa interna de retorno (TIR) que haga que la sumatoria de costos y la sumatoria de beneficios sean iguales, o en otras palabras, que la resta de estos dos rubros traídos a valor presente sea igual a 0. Esta TIR muestra la rentabilidad mínima que debe tener un proyecto o programa para que genere beneficios.

## PARÁMETROS Y SUPUESTOS

- ♦ Se toma un horizonte de tiempo de veinte años, de 2014 a 2035.
- ♦ La tasa social de descuento es del 12%.
- ♦ Sin proyecto no hay crecimiento de la carga movilizada por el río. De este modo, toda la carga nueva se debe a carga que se transportaba por carretera.

- ♦ Se utilizan como base las proyecciones de carga para el río Magdalena del estudio de Steer Davies & Gleave (2013) de mediano plazo baja captación y mediano plazo mediana captación.
- ♦ Los costos de transportar carga por modo fluvial son lineales. Es decir, el costo por kilómetro es constante a lo largo del río. Este supuesto se hace debido a que, por un lado, no se tiene información precisa de los fletes fluviales por tramo (en los sectores del río donde ya es navegable) y por otro lado, debido a que como no hay navegación hasta Puerto Berrío o Puerto Salgar, no existe un precio determinado de flete fluvial hacia esos destinos.
- ♦ No se incluyen costos de cargue y descargue.
- ♦ Los costos de transporte por modo carretero se obtienen del Sice-TAC<sup>8</sup>, por lo que son los costos más eficientes de transportar carga por modo carretero. Esto hace que los resultados subestimen los ahorros generados al transportar la carga por modo fluvial.
- ♦ Se asume un convoy promedio de río de un remolcador y seis barcazas con capacidad para 7.200 toneladas.
- ♦ Se asume un tracto camión promedio categoría CS con capacidad para 34 toneladas.
- ♦ Se tomó el supuesto que todos los vehículos causan el mismo daño a la carretera, en otras palabras, que un tractocamión de categoría IV causa el mismo daño vial que un vehículo de categoría I.

### AHORRO EN COSTOS DE TRANSPORTE DE CARGA

Una vez definida la cantidad de carga y los precios de flete de los medios de transporte, se procede a hacer los cálculos que permiten estimar los beneficios por concepto de ahorros en transporte. Estos cálculos se realizaron para cada tramo por donde se movilizaría la carga en el río (tabla 7).

El cálculo se hizo por separado para cada tramo origen-destino, ya que los precios de los fletes, el número de kilómetros y la cantidad de carga transportada varían dependiendo de desde donde y hacia donde se moviliza la carga. Se calcula:

$$\text{Ahorro total en costos de transporte} = \text{Costos total de transporte carretero} \\ - \text{Costo total de transporte fluvial}$$

---

8 Sistema de información de costos eficientes para el transporte automotor de carga.

Tabla 7. Distancias modo fluvial y carretero principales pares origen-destino

Modo fluvial		
Origen	Destino	Distancia
Barrancabermeja	Barranquilla	630 km
Barrancabermeja	Cartagena	656 m
Gamarra	Barranquilla	480 km
Gamarra	Cartagena	505 km
Puerto Salgar	Barranquilla	886 km
Puerto Salgar	Cartagena	912 km
Puerto Berrío	Barranquilla	730 km
Puerto Berrío	Cartagena	756 km
Modo carretero		
Origen	Destino	Distancia
Barrancabermeja	Barranquilla	601 km
Barrancabermeja	Cartagena	688 km
Gamarra	Barranquilla	428 km
Gamarra	Cartagena	498 km
Puerto Salgar	Barranquilla	820 km
Puerto Salgar	Cartagena	844 km
Puerto Berrío	Barranquilla	713 km
Puerto Berrío	Cartagena	654 km

### AHORRO EN MANTENIMIENTO DE VÍAS

Para calcular el ahorro en mantenimiento de vías se utilizaron los datos de tráfico promedio diario/anual de la ruta del Sol. En estos se halló que el 60% de los vehículos que la utilizan son tractocamiones de carga. De igual manera, se encontró que el costo de mantenimiento anual de la ruta del Sol es de 50.000 millones COP<sup>9</sup> anuales. Teniendo en cuenta estos parámetros, se calcula el número de tractocamiones que dejarían de circular cada año por la carga movilizada por el río y se calcula linealmente el ahorro en mantenimiento de la vía.

9 <http://www.portafolio.co/negocios/la-ruta-del-sol-avanza-tecnologia-doble-calzada>

### AUMENTO EN COMERCIO EXTERIOR

El cálculo del aumento en comercio exterior y los beneficios económicos que se derivan de este se hizo de la siguiente manera. En primer lugar, se tomó el porcentaje de ahorro entre el costo de transporte por modo carretero y modo fluvial y con el factor de gravitación encontrado en la literatura (0,5) se calcula el crecimiento de la carga. Esta nueva carga es la carga inducida que se va a transportar por el río.

Una vez encontrado este valor, se le imputa el porcentaje de valor agregado encontrado en la matriz insumo-producto calculada por el Dane para cada producto. Con este factor ponderado, se extrae el valor implícito de los costos de transportar esta nueva mercancía. En otras palabras, el beneficio del proyecto se estima como la generación de nuevo valor agregado, contenido en las exportaciones inducidas por el proyecto, como respuesta a la reducción de costos de transporte y fletes.

### REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI

El cálculo de ahorro estimado de emisiones se basó en la comparación de las emisiones de toneladas de CO<sub>2</sub> generadas por una tonelada transportada en ambas modalidades de transporte. Con datos acerca del consumo de combustible, las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por galón de combustible, la distancia recorrida y el precio por tonelada de las emisiones, se calculó el valor del ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> para cada uno de los años proyectados.

Se toma como factor de emisión de referencia de 2,75 kilogramos de CO<sub>2</sub> por litro de diesel. Para valorar el ahorro de emisiones producto del cambio en la modalidad de transporte se definió un precio de \$5 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida. Este es el promedio histórico al que se han tranzado los bonos de carbono en el mercado voluntario de carbono de Chicago correspondiente a un valor de \$5,9 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida (ForestTrend, 2014) y el precio de \$5,7 dólares por tonelada calculado por la organización Céspedes, de México (Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable), que consiste en un promedio ponderado del precio de los bonos transados históricamente en los principales mercados voluntarios de carbono del mundo (mercados europeos, Nueva Zelanda y California).

## Escenarios

Se estimaron seis escenarios para evaluar la sensibilidad de los resultados a distintos supuestos y la diferencia entre escenarios más optimistas y menos optimistas. La tabla 8 muestra los escenarios.

### ESCENARIO A

Para este se toman las proyecciones de carga del estudio de Steer Davies & Gleave sobre la demanda del sistema fluvial del río Magdalena (SDG, 2013), sin correcciones; no se asume *mayor carga atraída ni carga inducida*. Se toman también los costos de transporte carretero y fluvial (río abajo y río arriba). La tabla 9 muestra los costos de flete carretero y fluvial utilizados. Con estos costos, el ahorro al pasar de modo carretero a fluvial es del 80% aguas abajo y del 62% aguas arriba.

Se calculan los beneficios para un escenario de baja captación de carga y para otro de alta captación.

Tabla 8. Parámetros por escenario

Escenarios	1	2	3
Ahorros costos de transporte	80%	40%	40%
Carga atraída	-	20% (Elasticidad -.05)	20% (Elasticidad -.05)
Carga inducida	-	-	20% (factor de gravedad ,5)
Captación carga	a) Alta b) Baja	a) Alta b) Baja	a) Alta b) Baja

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Fletes promedio fluviales y carreteros

Movimiento	COP/ton/km
Carretero	\$ 133,58
Fluvial aguas abajo	\$ 26,15
Fluvial aguas arriba	\$ 50,75

Fuente: SDG, 2013.

## ESCENARIO B

En este se ajustan las proyecciones de carga de SDG aumentando la carga atraída, ya que en las entrevistas a navieras y puertos las expectativas son de una mayor movilización de carga. Este aumento se hizo utilizando una elasticidad precio de la demanda de transporte de carga de -0,5, es decir que por cada 10% de reducción en costos de transporte, la carga aumenta en 5%. Esta elasticidad es consistente con las estimaciones que se han hecho para transporte fluvial y carretero en Colombia.

Por otra parte, en este escenario se utilizan los costos de transporte fluvial obtenidos en las entrevistas realizadas y los costos de transporte carretero se obtienen del Sice-TAC. Los valores dados por el sistema son costos de referencia que asumen la operación más eficiente. En este sentido, los ahorros reales pueden ser un poco mayores. Con estos datos se asume un ahorro en costos de transporte del 40%. La tabla 10 muestra los fletes fluviales y carreteros para este escenario.

Se calculan los beneficios para un escenario de baja captación de carga y para otro de alta captación.

Tabla 10. Fletes carreteros y fluvial

Movimiento	Pesos colombianos /ton/km
Carretero Puerto Salgar-Barranquilla	138,28
Carretero Puerto Salgar-Cartagena	137,92
Carretero Barrancabermeja-Barranquilla	129,41
Carretero Barrancabermeja-Cartagena	141,99
Carretero Puerto Berrío-Barranquilla	139,62
Carretero Puerto Berrío-Cartagena	152,40
Carretero Gamarra-Barranquilla	129,41
Carretero Gamarra-Cartagena	141,99
Fluvial	77,78

Fuente: Sice-TAC, elaboración propia.

## ESCENARIO C

Este tercer escenario es igual al B, pero incluye los beneficios de aumento en el comercio exterior. La reducción en costos de transporte tiene un impacto

sobre el intercambio nacional e internacional. Se toma un factor de gravitación de 0,5 calculado para Colombia, lo que significa que por cada 10% de reducción en costos de transporte, se genera un 5% adicional de carga.

Se calculan los beneficios para un escenario de baja captación de carga y para otro de alta.

Hacer el ejercicio de distintos escenarios es importante porque, si bien es posible que se logre un ahorro de costos de transporte del 80% (escenario A) con alta probabilidad, es posible que las otras componentes de la cadena logística funcionen de manera asincrónica y en la práctica los ahorros en costos generalizados de viaje sean menores. En este sentido, el escenario B es más pesimista que el A en reducción de ahorros (pero más optimista en los volúmenes transportados), y el C ayuda a generar propuestas de política pública para estimular el mejor uso del potencial de navegabilidad del río.

## Resultados

Una vez hechos los cálculos de los beneficios por concepto de ahorro en transporte, ahorro en mantenimiento de vías, aumento en comercio exterior y ahorro de emisiones, se suman estos beneficios y se contrasta con los costos del proyecto en valor presente neto. La tabla 11 muestra los resultados obtenidos para cada escenario.

Como es de esperarse, los resultados de los escenarios de media captación son más altos que los de baja captación. El C, que incluye los beneficios de comercio exterior, da los resultados más favorables al proyecto, ya que los beneficios totales aumentan en casi 30% respecto al escenario A y 50% respecto al B. Es importante resaltar que al calcular estos beneficios se toman valores conservadores.

Por otro lado, se pueden observar los resultados obtenidos para el escenario B. En ambos casos, la relación de costos y beneficios no supera el 1, queriendo decir que en este escenario los beneficios que genera el proyecto no superan los costos que acarrea. Dicho resultado se da principalmente por la falta de carga transportada por el río. Esto permite pensar que para que el proyecto de recuperación de la navegabilidad en el río Magdalena dé los beneficios esperados es necesaria una movilización de carga adecuada.



Tabla II. Resumen resultados por escenario

Media captación				
Escenario	Total costos	Total beneficios	ACB	TIR
Escenario A	\$1.385'940.027.739,22	\$1.920'539.684.814,96	1,39	21,55%
Escenario B	\$1.385'940.027.739,22	\$1.324'556.840.157,66	0,96	10,88%
Escenario C	\$1.385'940.027.739,22	\$2.544'586.717.509,41	1,84	29,70%
Baja captación				
Escenario	Total costos	Total beneficios	ACB	TIR
Escenario A	\$1.385'940.027.739,22	\$1.654'582.675.892,86	1,19	16,95%
Escenario B	\$1.385'940.027.739,22	\$1.158'417.483.158,72	0,84	7,69%
Escenario C	\$1.385'940.027.739,22	\$2.250'574.465.671,21	1,62	25,82%

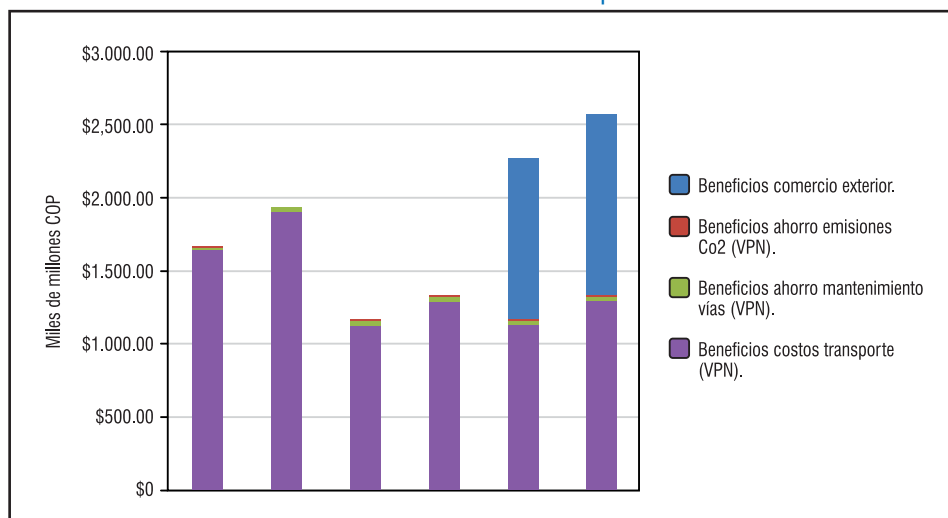
Fuente: elaboración propia.

La diferencia de cargas transportadas entre el escenario B y el C es del 20% cada año. En el año de mayor demanda, esto equivale a generar 40.000 ton de carga adicional, distribuidos uniformemente en todos los tramos de origen y destino. Esta carga puede provenir de *nuevas* operaciones en carbón, materiales de construcción, papel, graneles y contenedores, sectores con potencial de transporte fluvial.

Estos cálculos recuerdan que el análisis costo-beneficio no se limita al proceso de evaluación, sino que debe ayudar a diseñar acciones contingentes en su operación en caso de que se presenten choques imprevistos, negativos o positivos. La habilidad de los decisores de política pública consiste en encontrar formas de añadir beneficios con aumentos moderados de costos. La evaluación del proyecto de navegabilidad no es simplemente una comprobación de las buenas características del proyecto, sino debe verse como una estrategia activa de creación de valor. Que incluso debería darse en el escenario más probable de rentabilidades sociales positivas.

El gráfico 10 muestra la distribución de beneficios para cada escenario. Como se puede observar, los mayores beneficios están relacionados con el ahorro en costos de transporte, el objetivo fundamental del proyecto, y los beneficios de comercio exterior, asociados a la mayor competitividad del país por el proyecto.

Gráfico 10. Distribución de beneficios por escenario



## Conclusiones y recomendaciones

- ◆ El proyecto de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena presenta importantes beneficios para el país, especialmente respecto a reducción de costos de transporte y beneficios por generación de comercio internacional.
- ◆ Tiene el potencial para aumentar la competitividad del país, al aumentar el intercambio entre regiones y con otros países.
- ◆ Para que se materialicen estos beneficios es necesario implementar políticas activas para generación y sustitución de carga, de modo que se use este nuevo modo de transporte a plena capacidad
- ◆ El proyecto requiere de inversiones complementarias que aseguren la multimodalidad y permitan el acceso a distintas regiones del país
- ◆ A pesar de que en la actualidad el río Magdalena no tiene la misma importancia que tuvo, sigue siendo la principal fuente de recursos económicos y alimenticios de los pobladores de su ribera. También es la principal vía de comunicación de algunas comunidades, y una importante fuente de abastecimiento de agua de los municipios.
- ◆ Respecto a las comunidades, se evidencia una falta de autoridad fluvial e institucionalidad, que regule y haga cumplir normas y leyes.

- ♦ Cualquier obra de intervención que se realice sobre el Magdalena debe tomar en cuenta los factores de tipo ambiental, social, económico y político que afectan a las poblaciones ribereñas.
- ♦ Una de las recomendaciones que hicieron la mayoría de los entrevistados es la de hacer una intervención integral sobre el río teniendo en cuenta a todos los actores que intervienen directamente en el, para que el proyecto tenga éxito.

## Referencias

- AUTORIDAD NACIONAL DE ACUICULTURA Y PESCA-UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA. 2013. “Tallas mínimas de captura para el aprovechamiento sostenible de las principales especies de peces, crustáceos y moluscos comerciales de Colombia”. Aunap-Universidad del Magdalena. Bogotá.
- AUTORIDAD NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA. 2013. *Censo pesquero consolidado*. Universidad del Magdalena-Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá y Santa Marta.
- CÁRDENAS, M. Y C. GARCÍA. 2004. “El modelo gravitacional y el TLC entre Colombia y Estados Unidos”. *Working Paper*. 27.
- CESPEDES. 2013. *Propuesta del impuesto al carbono*. Ciudad de México.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. 2013. “Plan para restablecer la navegabilidad en el río Magdalena”. Documento Conpes 3758.
- ECONÓMICA CONSULTORES. 2003. “Estructuración de los fondos de mantenimiento vial con participación del sector privado”.
- ECOSYSTEM MARKETPLACE. 2013. “State of Voluntary Carbon Markets”.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES DE COLOMBIA (Ideam). 2007. *Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero*. Ideam. Bogotá.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. 2011. “Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico”. En *Serie Recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.

KAHN, T., A. ESTEVADEORDAL Y M. MESQUITA MOREIRA. 2015. “Bringing down the barriers: A review of IDB research on trade costs in Latin America and the Caribbean”. *IDB Monograph*. 321.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. 2005. “Caracterización del transporte en Colombia. Diagnóstico y proyectos de transporte e infraestructura”. Ministerio de Transporte. Bogotá.

-----, 2008. “Diagnóstico del sector transporte”. Bogotá. Ministerio de Transporte.

-----, 2014. “Plan de acción sectorial de mitigación (PAS)”. Ministerio de Transporte. Bogotá.

PROCURADURÍA GENERAL DE LA NACIÓN. 2013. “Río Magdalena. Informe social, económico y ambiental”. Procuraduría General de la Nación. Bogotá.

RODA, P. 2013. “Estudio socioeconómico autopistas del mar 1 y 2”. Económica Consultores.

STEER DAVIES & GLEAVE. 2013. “Estudio de demanda del sistema fluvial del río Magdalena y evaluación beneficio costo de un esquema de reactivación de la navegación fluvial”.



Foto: Sindy Martínez Callejas.



**DINÁMICAS COMPLEJAS  
DEL RÍO MAGDALENA:  
NECESIDAD DE UN MARCO INTEGRAL  
DE GESTIÓN DE LA RESILIENCIA  
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

Sandra Patricia Vilardy

Foto: Germán Ferro Medina.

## Introducción

**E**l río Magdalena, el más importante de Colombia, es un sistema complejo formado por zonas con diferentes orígenes geológicos y comportamientos climáticos, que mediante numerosos procesos geomorfológicos, hidrológicos y edáficos han dado como resultado una gran diversidad de ecosistemas que se interrelacionan en el tiempo y en el espacio, principalmente por el agua que transcurre desde su nacimiento hasta la desembocadura. La profunda interdependencia entre estas zonas permite que la cuenca del río Magdalena-Cauca se reconozca como una macrounidad territorial, que comprende 24% del territorio nacional, está habitada por 77% de la población colombiana y en la que se desarrollan las principales actividades de la economía (Cormagdalena, 2007).

Debido a la diversidad geográfica, el clima genera una gran influencia sobre los ecosistemas, la población y la economía del país. Sin embargo, los patrones de desarrollo han aumentado la vulnerabilidad de algunos sectores económicos y de la población, lo que genera gran incertidumbre y preocupación por los efectos del cambio climático en Colombia y, especialmente, en las zonas con mayor población, como la cuenca del Magdalena (Blanco, 2013; DNP-BID, 2014). Ahora bien, el cambio climático no es el único cambio que están experimentando el planeta y Colombia: son varios los procesos emergentes relacionados con los cambios ambientales generados por las actividades humanas, que están modificando los procesos biofísicos esenciales para el funcionamiento del planeta desde escalas locales hasta planetarias (Duarte et al., 2006).

Recientemente se han observado avances en la intención de desarrollar políticas públicas que incluyen acciones integrales para la cuenca del río Magdalena, como el documento Conpes 3758, “Plan para restablecer la navegabilidad del río Magdalena”. No obstante, es necesario seguir incorporando una comprensión sistémica e histórica de las relaciones complejas entre los impulsores de cambio y sus efectos acumulativos sobre el suministro de servicios de los ecosistemas y su relación con el bienestar humano (MEA, 2005). En este sentido, un marco de análisis integrador se propone desde la “Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos”, que reconoce el papel estratégico de la biodiversidad, no solo como la expresión de las diferentes formas de vida, sino también como un elemento fundamental del bienestar humano y del desarrollo económico del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

Este documento tiene el objetivo de explorar elementos clave para comprender el río Magdalena como un sistema complejo adaptativo y el estado de su resiliencia, de manera que se pueda identificar la alta dependencia que tienen los planes y proyectos económicos del río, de la funcionalidad ecológica de la cuenca y su vulnerabilidad en un contexto de cambio climático.

## El Magdalena entendido como un sistema socioecológico

Históricamente, el río Magdalena y los ecosistemas que conforman su cuenca han interactuado de manera profunda con las comunidades humanas asentadas a lo largo del río, lo que ha generado altos niveles de dependencia entre ellas y sus ecosistemas. Estas relaciones profundas en el tiempo y en el espacio generan lo que se conoce como un sistema socioecológico, o sistema complejo adaptativo, formado por humanos y naturaleza (Berkes y Folke, 1998), en el que las interacciones entre los ecosistemas y los grupos humanos se pueden clasificar de manera general en dos grupos: 1) el flujo de materia, energía e información que proviene de los ecosistemas y contribuye a satisfacer las necesidades humanas y genera por tanto bienestar, conocido como servicios de los ecosistemas; y 2) un flujo desde la sociedad, de información y acciones, en el que se incluyen los aspectos relacionados con la gobernanza, los sistemas de conocimiento relacionados con las dinámicas del ambiente y el uso de los recursos y las visiones y éticas sobre las relaciones entre los humanos y la naturaleza (Berkes et al., eds., 2003). Todo el sistema está condicionado por las dinámicas de factores que operan a escalas superiores, como



el clima, la economía y los sistemas políticos (Anderies et al., 2004). De esta manera podemos reconocer la cuenca del río Magdalena como un gran sistema socioecológico, conformado a una escala mayor por una gran variedad de sistemas con identidades socioecológicas particulares que se encuentran acopladas en el tiempo y el espacio debido a su funcionamiento ecológico, al flujo de servicios ecosistémicos y a la construcción de una identidad social ribereña y, en algunos casos, anfibia.

## Servicios ecosistémicos, políticas públicas y transformaciones

El estado de funcionamiento de los diferentes ecosistemas de la cuenca del río Magdalena determina el suministro de una gran diversidad de servicios ecosistémicos que influyen de manera importante en la economía colombiana; esta influencia se puede observar macroeconómicamente en el suministro de servicios asociados a las actividades de generación eléctrica, transporte fluvial o soporte físico para la extracción de hidrocarburos; también, en el suministro de servicios asociados a la agricultura y la ganadería a diferentes escalas o a la pesca de la que dependen las poblaciones locales. De esta manera se pueden reconocer los servicios de los ecosistemas como principales dinamizadores tanto de las economías de subsistencia como de las insertas en las dinámicas del mercado regional y nacional. Adicionalmente, el río Magdalena y su cuenca generan otros importantes servicios de regulación, que no hacen parte de las cuentas nacionales y tienen que ver con el ciclo de los nutrientes y su capacidad como sumidero de los residuos, al ser el receptor de la mayoría de los residuos del metabolismo socioeconómico colombiano. Un ejemplo de identificación de servicios de los ecosistemas del delta del río Magdalena, en lo que se conoce como la ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta y de sus cambios históricos, puede revisarse en Vilardy y González (2011, eds.) y Vilardy et al. (2011).

Por otro lado, el análisis del flujo desde la sociedad hacia los ecosistemas permite concluir que históricamente las políticas nacionales y los planes regionales de desarrollo que han sido diseñados para la cuenca del río Magdalena han sido concebidos principalmente desde una base sectorial, sin tener en cuenta la relación con o los efectos en otros sectores y dimensiones territoriales. Basta con hacer una retrospectiva de las políticas de infraestructura vial o agropecuarias desde los años cincuenta del siglo pasado para identificar el divorcio entre los objetivos de las políticas sectoriales y la falta de reconoci-

miento de la importancia de los ecosistemas y de la importancia de estos para las comunidades locales que conforman este territorio. La implementación de este tipo de políticas durante varias décadas generó profundas alteraciones en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y en las dinámicas sociales y económicas. En el ámbito ecosistémico, son reconocibles grandes transformaciones, como la deforestación de 42% de los bosques de la cuenca en las últimas tres décadas; el aumento de la sedimentación como resultado de la deforestación y de la erosión que sufre 68% de la cuenca desde 1990 (DNP et al., 2013) o la sobrepesca. Poco sabemos del efecto en otros procesos funcionales asociados a la pérdida de biodiversidad debido a actividades como la minería, la extracción de hidrocarburos, la desecación de humedales para agricultura o la construcción de obras de infraestructura en las planicies de inundación. Un buen referente es el estudio realizado por Garzón y Gutiérrez (2013), que analiza en detalle el proceso de deterioro de los humedales en el Magdalena medio.

Otro elemento adicional tiene que ver con el diseño de las respuestas ambientales institucionales, sectoriales también, mediante esquemas de “comando y control”, cuya meta ha sido maximizar el aprovechamiento de los recursos naturales y controlar la variabilidad de la naturaleza, tipo de diseños de gestión que ha generado graves patologías reconocidas mundialmente (Holling y Meffe, 1996), en los que de manera especial es posible observar efectos en la gestión hídrica, forestal y pesquera. Y que como resultado han aumentado, a mediano plazo, la vulnerabilidad de los ecosistemas y los territorios, al disminuir la posibilidad de dar respuestas adaptativas a los cambios.

## El cambio climático y la necesidad del cambio en las políticas públicas

La pérdida de biodiversidad y, por tanto, el deterioro de los procesos ecológicos, reduce el suministro de beneficios a la sociedad y empieza además a generar lo que en la literatura científica se llaman deservicios (Zhang et al., 2007). Algunos ejemplos sobre deservicios en Colombia están directamente relacionados con los conflictos de uso del suelo que han transformado las condiciones naturales del territorio y, en consecuencia, las funciones ecosistémicas, generando entre otros efectos la pérdida de servicios ecosistémicos asociados con la regulación hídrica y climática. En Colombia, entre 1970 y 2011 los deslizamientos e inundaciones acumularon los mayores porcentajes de pérdidas de vidas y de viviendas, al ser impactos localizados pero de alta

frecuencia (Banco Mundial, 2012). La variabilidad climática y las dificultades asociadas al ordenamiento territorial son elementos importantes que hacen que aumente la susceptibilidad a los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales (Banco Mundial, 2012; DNP-BID, 2014).

El desarrollo sostenible depende de la salud de los ecosistemas y su capacidad de suministrar la mayor diversidad de servicios; en el caso de la salud de los ecosistemas de la cuenca del Magdalena y, en especial, de los de la cuenca baja, la situación es crítica, debido no solo a su deterioro y transformación, sino también a los efectos acumulativos de muchas de las actividades de la cuenca. La vulnerabilidad de las poblaciones que habitan la cuenca y las actividades económicas que se desarrollan aumentarán en la medida que estos ecosistemas sean afectados por los efectos del cambio climático y no puedan responder por la pérdida de su funcionalidad ecológica. Por tanto, debería diseñarse un plan de atención integral, basado en la reconstrucción de la resiliencia de la cuenca, entendida como su capacidad de absorber las perturbaciones, manteniendo su integridad ecológica sin cambiar a un estado no deseado (Liu et al., 2007).

La necesidad de tomar decisiones en esa dirección depende del reconocimiento integral de lo que se ha ganado y perdido. Es urgente reconocer y cuantificar la degradación ecológica de la cuenca y la relación que esta tiene con las diferentes actividades productivas y su efecto en los indicadores de bienestar humano de sus pobladores. El proceso de valorar integralmente la cuenca del río Magdalena incluye aceptar la multidimensionalidad de su valor, sus funciones y servicios ecosistémicos, y en no reducir su complejidad a su importancia en términos monetarios. Reconocer sus valores ecológicos, culturales y económicos así como la inconmensurabilidad de algunos de sus valores ayudaría a tomar decisiones de política pública más acertadas para la importancia del río. La valoración integral de los ecosistemas asociados a la cuenca del Magdalena no debería ser un fin por sí mismo, sino una herramienta complementaria al reconocimiento del valor intrínseco ecológico de la biodiversidad, que permita visualizar esa relación histórica entre los ecosistemas de la cuenca y el bienestar de sus pobladores, y cuáles han sido los efectos, a diferentes escalas, de la degradación del río y sus ecosistemas en la sociedad y en la economía del país (Gómez-Baggethun y De Groot, 2007).

Para esto es necesario poner en práctica el nuevo marco integrador y sistémico propuesto en la “Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos”, para repensar la gestión de la cuenca

del río Magdalena no solo como una vía fluvial importante que potencialice la economía nacional, sino como un elemento fundamental para el bienestar de la sociedad colombiana para enfrentar los retos del cambio climático.

## Bibliografía

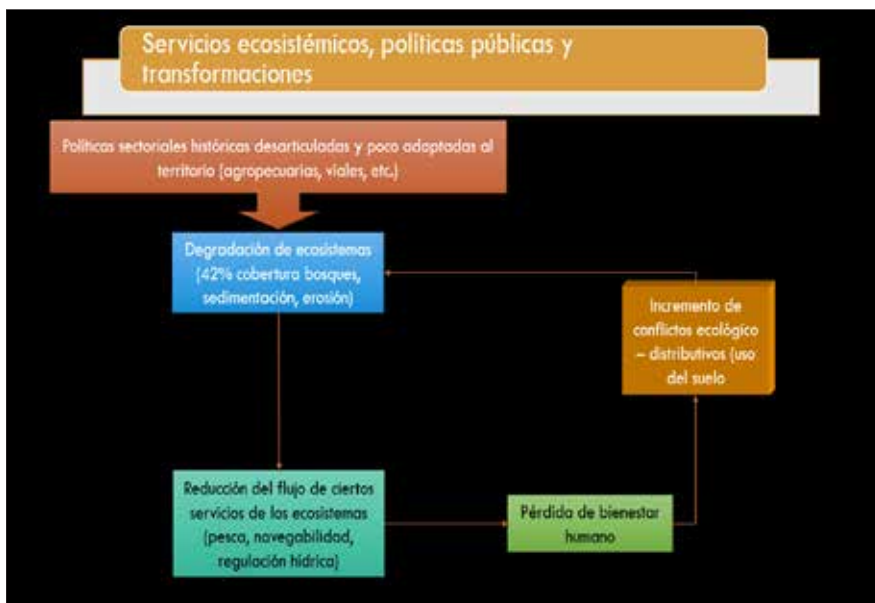
- ANDERIES, J. M., M. A. JANSSEN, E. OSTROM. 2004. "A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective". *Ecology and Society*. 9 (1). <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art18/>
- BANCO MUNDIAL. 2012. *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas*. Banco Mundial. Bogotá.
- BERKES, F. Y C. FOLKE. 1998. *Linking social and ecological systems. Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press. Cambridge.
- BERKES, F., J. COLDING, C. FOLKE (eds). 2003. *Navigating social ecological systems: Building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge, U. K.
- BLANCO, JAVIER. 2013. *Panorama del cambio climático en Colombia*. Serie Medio ambiente y desarrollo. 146. Cepal.
- CONSTANZA, R., R. D'ARGE, R. DE GROOT, S. FARBER, M. GRASSO, B. HANNON, K. LIMBURG, S. NAEEM, R. V. O'NEILL, J. PARUELO, G. R. RASKIN, P. SUTTON, M. VAN DER BELT. 1997. "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature*. 387.
- CORMAGDALENA. 2007. "Formulación del Plan de manejo de cuenca del río Magdalena. Segunda fase". Proyecto FFEM Cormagdalena. Fluidis-ONF Andina-Cormagdalena.
- DNP-BID. 2014. "Impactos económicos del cambio climático en Colombia. Síntesis". DNP-BID. Bogotá.
- DNP-MINISTERIO DE TRANSPORTE-MINISTERIO DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO-MINISTERIO DE AMBIENTE-CORMAGDALENA. 2013. Documento Conpes 3758. "Plan para reestablecer la navegabilidad del río Magdalena".
- DUARTE, C. M., S. ALONSO, G. BENITO, J. DACHS, C. MONTES, M. PARDO, A. F. RÍOS, R. SIMÓ, F. VALLADARES. 2006. *Cambio global. Impacto de la actividad hu-*

- mana sobre el sistema Tierra*. Colección Divulgación. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- GARZÓN, N. V., J. C. GUTIÉRREZ. 2013. *Deterioro de humedales en el Magdalena medio: un llamado para su conservación*. Fundación Alma-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E., R. DE GROOT. 2007. "Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía". *Ecosistemas*. 16 (3). Septiembre.
- HOLLING, C. S. Y G. K. MEFFE. 1996. "Command and control and the pathology of natural resource management". *Conservation Biology*. 10.
- LIU, J., T. DIETZ, S. R. CARPENTER, M. ALBERTI, C. FOLKE, E. MORAN, A. N. PELL, P. DEADMAN, T. KRATZ, J. LUBCHENCO, E. OSTROM, Z. OUYANG, W. PROVENCHER, C. R. LEDMAN, S. H. SCHNEIDER, W. W. TAYLOR. 2007. "Complexity of Coupled Human and Natural Systems". *Science*. 317.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and human well-being: Current state and trends: Findings of the Condition and Trends Working Group*. Island Press. Washington.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 2012. "Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PN-GIBSE)". Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá.
- SZABÓ, P. 2010. "Why history matters in ecology: An interdisciplinary perspective". *Environmental Conservation*. 37.
- VILARDY, S. Y J. A. GONZÁLEZ (eds.). 2011. *Repensando la Ciénaga: nuevas miradas y estrategias para la sostenibilidad de la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Universidad del Magdalena-Universidad Autónoma de Madrid-AECID. Santa Marta.
- VILARDY, S., J. GONZÁLEZ, B. MARTÍN-LÓPEZ, C. MONTES. 2011. "Relationships between hydrological regime and ecosystem services supply in a Caribbean coastal wetland: A social-ecological approach". *Hydrological Sciences Journal*. 56 (8).
- ZHANG, W., R. RICKETTS, C. KREMEN, K. CARNEY, S. SWINTON. 2007. "Ecosystem services and dis-services to agriculture". *Ecological Economics*. 64.

## ANEXO 1. EL RÍO MAGDALENA COMO UN SISTEMA SOCIOECOLÓGICO



## ANEXO 2. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS, POLÍTICAS PÚBLICAS Y TRANSFORMACIONES





# HACIA UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LAS PLANICIES INUNDABLES EN LA CUENCA **MAGDALENA-CAUCA**

Thomas Walschburger

Héctor Angarita

Juliana Delgado

Foto: Germán Ferro Medina.



## Introducción

**A** lo largo de su historia, la cuenca del río Magdalena ha sido el eje articulador del desarrollo de Colombia, importancia que se visualiza por medio de algunos indicadores, como que a pesar de representar solo 24% de la superficie del país, alberga 77% de su población, casi toda la actividad económica se centra allí y, por tanto, genera 80% del PIB así como también 70% de la energía hidráulica, 95% de la termoelectricidad, 70% de las cosechas agrícolas, 90% del café y 50% de la pesca de agua dulce.

No obstante, estas actividades del desarrollo han significado también cambios notables en su entorno natural, se ha transformado y deforestado 77% de su cobertura vegetal original, la pesca ha caído en más de 50% en los últimos treinta años (Valderrama et al., 2014), la sedimentación se ha incrementado en 30% (Restrepo et al., 2005), y la minería ilegal ha vertido toneladas de mercurio a los ríos (180 toneladas no más en Segovia, Antioquia: *Nota UniAndina*, 2014), lo cual hace que la mayoría de peces presenten hoy en día niveles muy por encima de lo permitido para el consumo humano. A pesar de este declive, persisten aún más de 35.000 pescadores en la cuenca media y baja del Magdalena y más de 150.000 personas dependen todavía de la pesca como su fuente principal de proteína, aun cuando no sea la más saludable.

¿Por qué hemos llegado a esta situación en la que los indicadores de sostenibilidad ambiental son poco alentadores y más bien preocupantes? El problema principal es, quizá, la falta de coordinación interinstitucional y la ausencia total de una gestión integral a nivel de la cuenca. La desarticulación de esfuerzos oficiales para su protección ha sido considerada por el procurador delegado para Asuntos Ambientales como de extrema gravedad. En el

mismo Plan nacional de desarrollo 2010-2014 se consideró como prioritario continuar con el desarrollo de infraestructura vial y la navegabilidad del río Magdalena, pero sin visión de cómo avanzar hacia el manejo integral de la cuenca resaltando la necesidad de equilibrar desarrollo y medio ambiente. Igualmente, el plan de expansión hidroeléctrico continúa centrado en la cuenca del Magdalena, viendo a los ríos simplemente como fuente de agua pero no como un recurso del cual dependen también un sinnúmero de otras actividades económicas y servicios ecosistémicos importantes para el bienestar humano. Es sorprendente que nadie mencione que la salud del río depende de un caudal ecológico (no de un caudal mínimo) y una determinada calidad de aguas. En ninguno de estos planes se adopta una visión de cuenca ni se incluye el análisis de efectos acumulativos ni se ha tenido en cuenta la intensificación de eventos climáticos extremos, como el último fenómeno de la Niña de 2010-2011, cuyas inundaciones afectaron a más de 2'200.000 personas y cuya eventual recurrencia puede ser mucho más alta a la observada en las series históricas. Finalmente, la expansión de la agroindustria de la palma ha sido muy fuerte en el Magdalena medio, más de 100.000 hectáreas, con una demanda muy alta de agua para irrigación.

Proyectando hacia el futuro todas estas actividades económicas, el impacto esperado sobre la hidrodinámica natural del río va a ser muy alto, la calidad de sus aguas seguirá deteriorándose y es de esperar que la integridad ecológica y la preservación de sus servicios ecosistémicos sea también fuertemente afectada. Entre estos servicios hay varios muy importantes que ni siquiera se valoran económicamente y se siguen considerando externalidades, como son la depuración natural de aguas servidas, el control de la erosión, la provisión de recurso pesquero, amortiguación de inundaciones, regulación de flujos, conservación de la vida silvestre y la recreación, entre otros muchos más.

Este artículo analiza algunos de estos posibles escenarios futuros y aporta algunas ideas para avanzar hacia su gestión integral y evitar su degradación más allá de niveles irreversibles.

## Impactos esperados sobre caudales por la ampliación del sector hidroeléctrico a 2025 y 2050

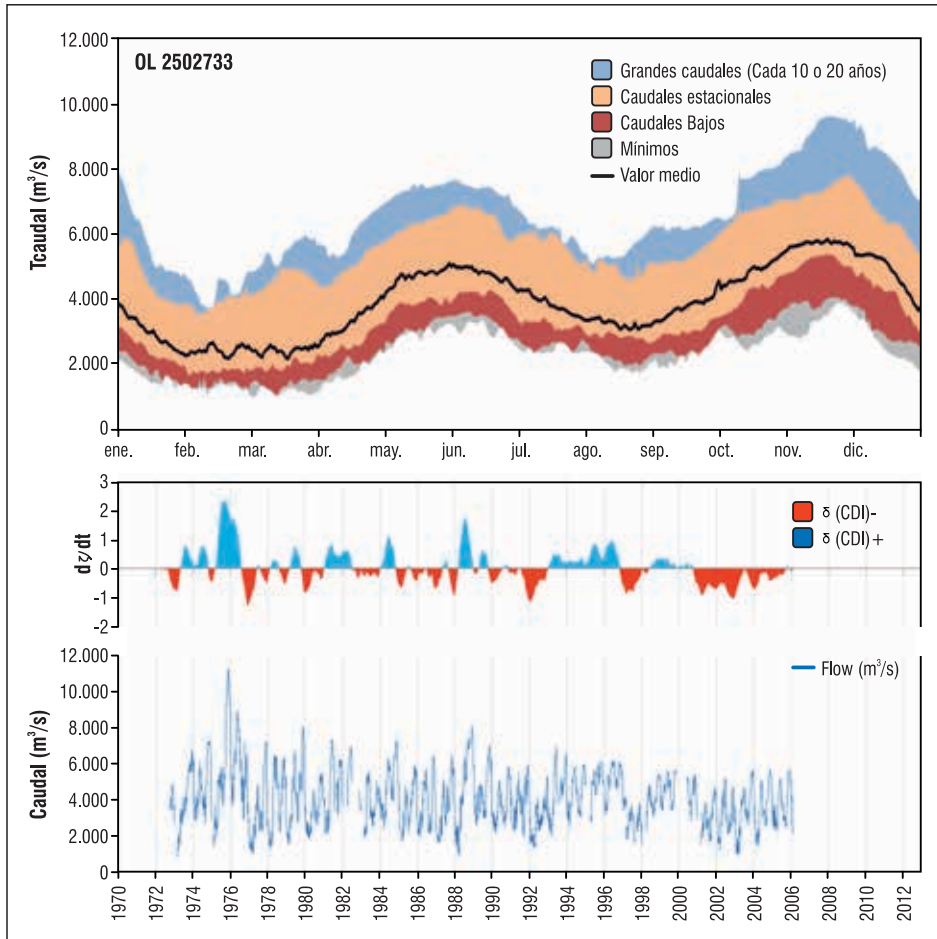
El régimen natural de flujo de un río es quizás el principal componente para su salud, y hace referencia al conjunto de atributos que describen la magnitud y la temporalidad del agua que fluye por él. Esta hidrología permite ca-

racterizar la disponibilidad de agua en los sistemas fluviales y su relación con procesos físicos y ecológicos. La estacionalidad de los caudales (los periodos húmedos y secos alternados en el año) está asociada a los ciclos de vida de diferentes especies de peces y a la floración y fructificación de la vegetación riparia. También determina la conectividad del río con su planicie, en donde se ubican las ciénagas en las que ocurre la reproducción y el crecimiento de muchas especies. Los picos de descarga (inundaciones grandes) son importantes también, porque permiten la redistribución del agua, movilizar sedimentos, materia orgánica y nutrientes, y renovar así los sistemas fluviales.

Existen numerosos casos documentados en el mundo (véanse, por ejemplo, Poff et al., 2010; Bunn y Arthington, 2002) que ilustran cómo los cambios en el régimen de caudales de los ríos, ocasionados por proyectos de infraestructura como embalses, desviaciones, diques longitudinales, dragados, etcétera, son los responsables de la degradación de ecosistemas de agua dulce y de los servicios que estos proveen. En el contexto actual de crecientes presiones regionales sobre el recurso hídrico en la cuenca Magdalena-Cauca, como son la construcción de una serie de grandes represas (Quimbo, Sogamoso, Ituango) y otras previstas a mediano plazo en los principales afluentes de este río, sumado a proyectos de navegación e intensificación de la irrigación en cultivos agroindustriales, todas estas presiones representan escenarios de cambios progresivos con efectos acumulativos sobre el régimen hidrológico de ríos y ciénagas, cuyas implicaciones para la salud de los ecosistemas son muy graves. Por ejemplo, al modificar la estacionalidad de los caudales se puede impedir la reproducción o el crecimiento de especies de peces autóctonas o el reclutamiento de vegetación en la riberas de los ríos, o al eliminar los eventos de caudales máximos, como las inundaciones pequeñas y medianas de cada cinco o diez años, se modifica el equilibrio morfológico del río y se pierde, a su vez, la conectividad entre las ciénagas y los ríos que proporcionan hábitat y medios de vida a ecosistemas y comunidades. Si se tiene en cuenta que el sistema fluvial Magdalena-Cauca alberga más de doscientas veintinueve especies de peces, cerca de la mitad endémicas y con rangos de distribución limitados por la especificidad de las condiciones biofísicas e hidrológicas (Maldonado-Ocampo, Vari y Usma, 2013), las alteraciones del régimen hidrológico suponen riesgos significativos de pérdida de especies y/o servicios ambientales (figura 1).

Es por ello que desde una perspectiva de la conservación y uso sostenible de la cuenca, la planificación del recurso hídrico en ella debe considerar, desde ya, cuestiones tales como:

Figura 1. Régimen de caudales del río Magdalena a diferentes escalas de tiempo\*



\* Esas escalas de tiempo abarcan desde eventos específicos a escalas diarias, tales como crecientes de inundación o periodos secos, hasta oscilaciones de varios años (decadales). En este caso, la primera gráfica muestra el patrón estacional en un año de los caudales del río Magdalena aguas arriba de la ciénaga de Zapatosa (2502733), y los rangos en los que se presentan los caudales observados. En este caso, puede verse que los rangos de ocurrencia de caudales son bastante amplios.

La segunda figura señala las oscilaciones macroclimáticas presentes en el río, con los periodos comparativamente secos (en rojo) y húmedos (en azul) y sus duraciones variables.

La tercera gráfica muestra los caudales diarios observados y sus atributos de alta frecuencia, como los eventos extremos máximos (por ejemplo 1976) y mínimos (1988, 1992, 1998). En su conjunto, elementos presentes en estas tres gráficas son responsables de diferentes procesos físicos y ecosistémicos en el río.

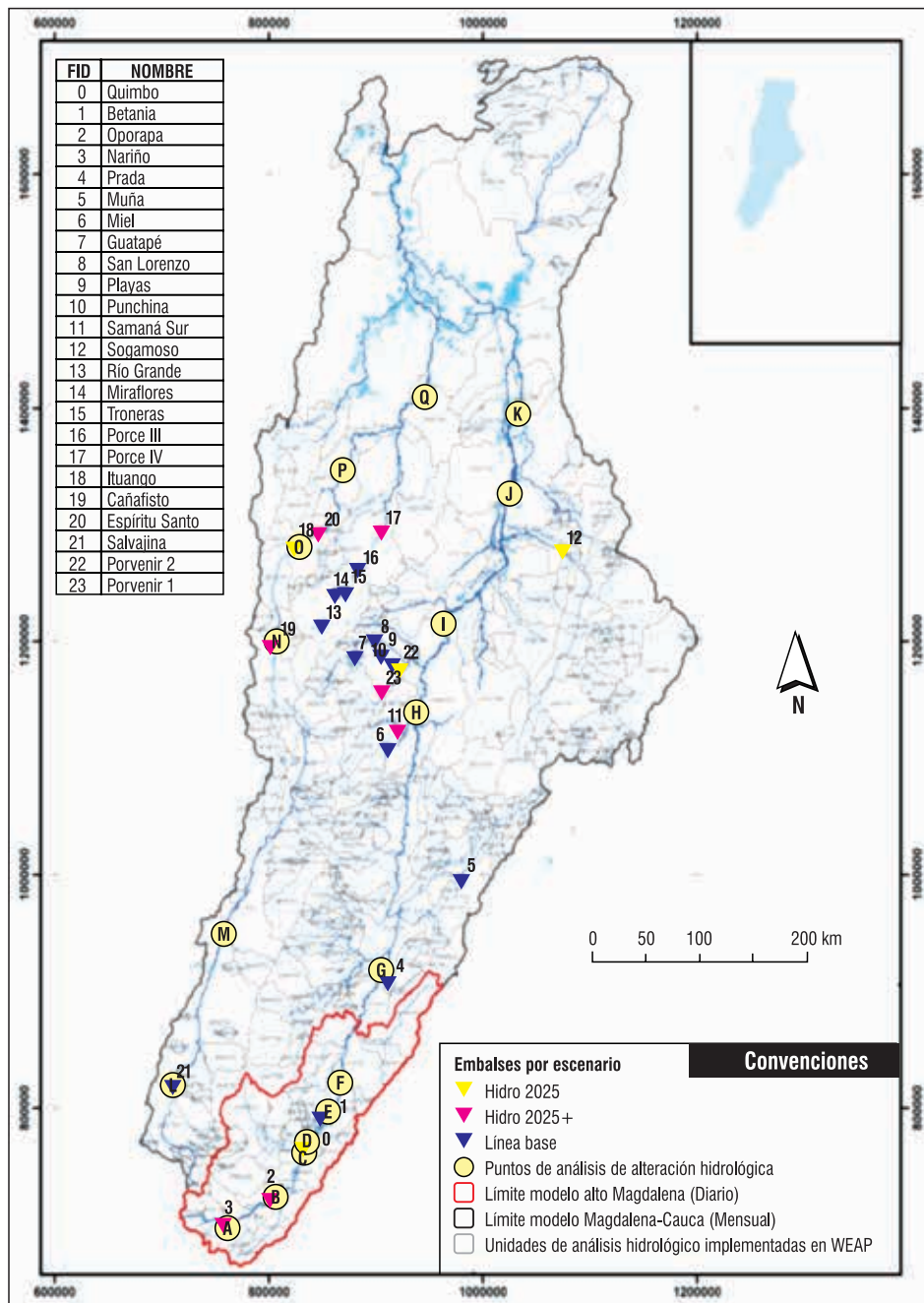
- ♦ ¿Cuáles son los atributos particulares del régimen de caudales de un río que son fundamentales para los procesos de los ecosistemas lóticos (ríos y quebradas) o lénticos (lagos y ciénagas) presentes en la cuenca Magdalena-Cauca?
- ♦ ¿Cuáles son los cambios esperados sobre el régimen de caudales a escala regional que resultan de múltiples intervenciones, actuales y proyectadas, en diversos puntos de la cuenca?
- ♦ ¿Qué nivel de riesgo representa para un ecosistema y sus servicios asociados la puesta en marcha de un régimen de flujo determinado?

Con el fin de profundizar en los cambios en los regímenes de caudales y contribuir en la planificación regional de la cuenca, este estudio analizó escenarios futuros de modificación del régimen de caudales enfocados al desarrollo del sector de hidroenergía, y, a su vez, sus vínculos con la variabilidad del clima y diferentes escenarios potenciales de cambio climático. Los resultados buscan proporcionar una perspectiva crítica en los procesos que guían la planificación a escala de cuenca, y la aplicación tanto del desarrollo de infraestructura, así como los proyectos de conservación de los ecosistemas.

Para este fin, se implementó un modelo para el análisis integrado de oferta y demandas hídricas de la cuenca Magdalena-Cauca utilizando la herramienta WEAP21 (Yates, Sieber, Purkey y Huber-Lee, 2005), disponible para consulta de los usuarios de la cuenca. El análisis consideró varios escenarios, en tres horizontes de tiempo: 1) línea base: 2010; 2) implementación del plan de expansión de referencia al año 2025; y 3) proyectos por desarrollar posteriores a 2025 (2025+), que se resumen en las figuras 2 y 3.

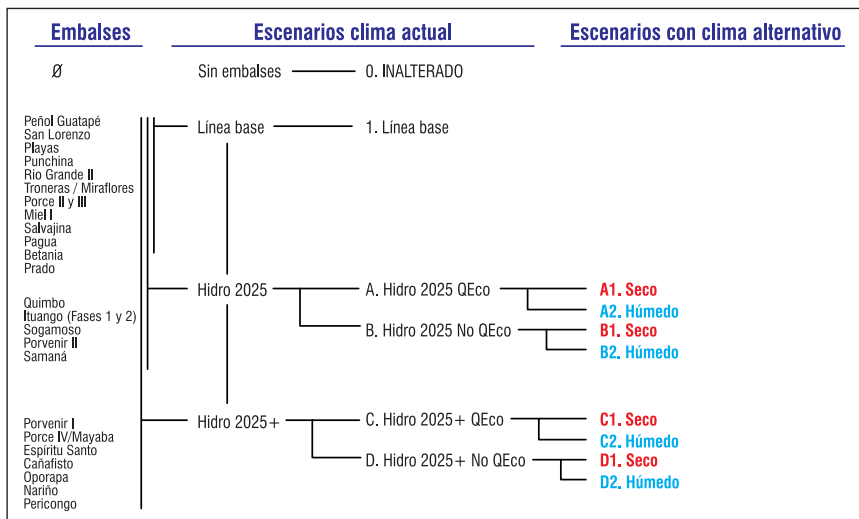
El primer caso evalúa las condiciones actuales de intervención de la cuenca, que corresponden a trece grandes embalses de generación hidroenergética. El segundo escenario, por su parte, se basa en el plan de expansión nacional de generación eléctrica de largo plazo (2012-2025), elaborado por la Unidad de Planeación Minero Energética (Upme, 2012), que define los proyectos necesarios para la ampliación de la infraestructura de generación para Colombia. Este plan obedece a proyecciones de demanda eléctrica del país hasta el año 2025 y considera también exportaciones promedio de 250 MW. Conforme al mismo, se prevé que en 2025 se encuentren en operación veintiséis grandes centrales hidroeléctricas en Colombia. Respecto a la condición actual, las nuevas centrales (seis en total) incrementan en aproximadamente 62% la capacidad instalada de hidro-generación a 2012. Finalmente, el tercer

Figura 2. Área de estudio\*



\* Se muestra la localización de intervenciones actuales y proyectadas analizadas (números 0-23), y los sitios de análisis de alteración hidrológica (letras A-Q).

Figura 3. Escenarios de análisis de alteración del régimen hidrológico en la cuenca asociados al desarrollo del sector hidroeléctrico

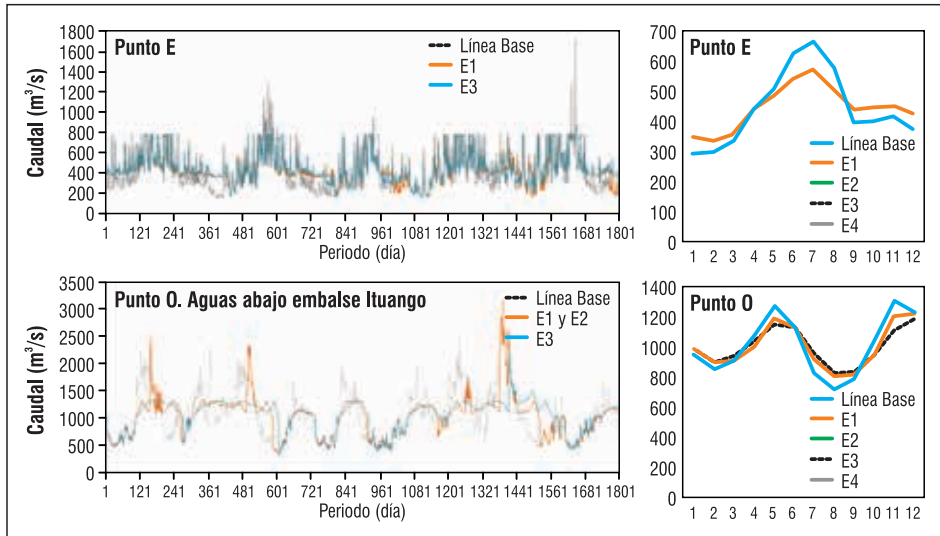


horizonte incluye ocho proyectos actualmente en seguimiento o evaluación en la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla), y que, por tanto, podrían desarrollarse en el futuro. Cada escenario se analizó respecto a diferentes condiciones climáticas (presente, seca y húmeda), basadas en proyecciones climáticas a 2040 derivadas del estudio más reciente del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2014).

El estudio revela que en los escenarios futuros se presentarán modificaciones del régimen de caudal en tramos extensos de los ríos Magdalena y Cauca por el efecto de la regulación de los embalses. Los niveles de alteración observados, sin embargo, varían considerablemente en función de las características y el número de intervenciones localizadas aguas arriba del tramo analizado y también de la atenuación de estas alteraciones una vez se reciben aportes de otros ríos tributarios sin regulación.

La figura 4 muestra algunos ejemplos de las series de caudal esperadas en diferentes escenarios, siendo posible observar cómo los ciclos de flujos máximos/mínimos diarios y semanales se reducen en los tramos próximos a los embalses. El efecto acumulativo de varios proyectos es especialmente notable en las cadenas de embalses, como Oporapa, Quimbo y Betania en el alto Magdalena, o Cañafisto, Ituango y Espíritu Santo en el río Cauca. Estas alteraciones hidrológicas pueden tener un efecto considerable sobre la ecología de tramos extensos de estos ríos (Poff y Zimmerman, 2010), donde los

Figura 4. Ejemplo de series de caudales simuladas para diferentes escenarios de desarrollo hidroeléctrico (Izquierda, caudales medios diarios. Derecha, caudales medios mensuales multianuales)\*



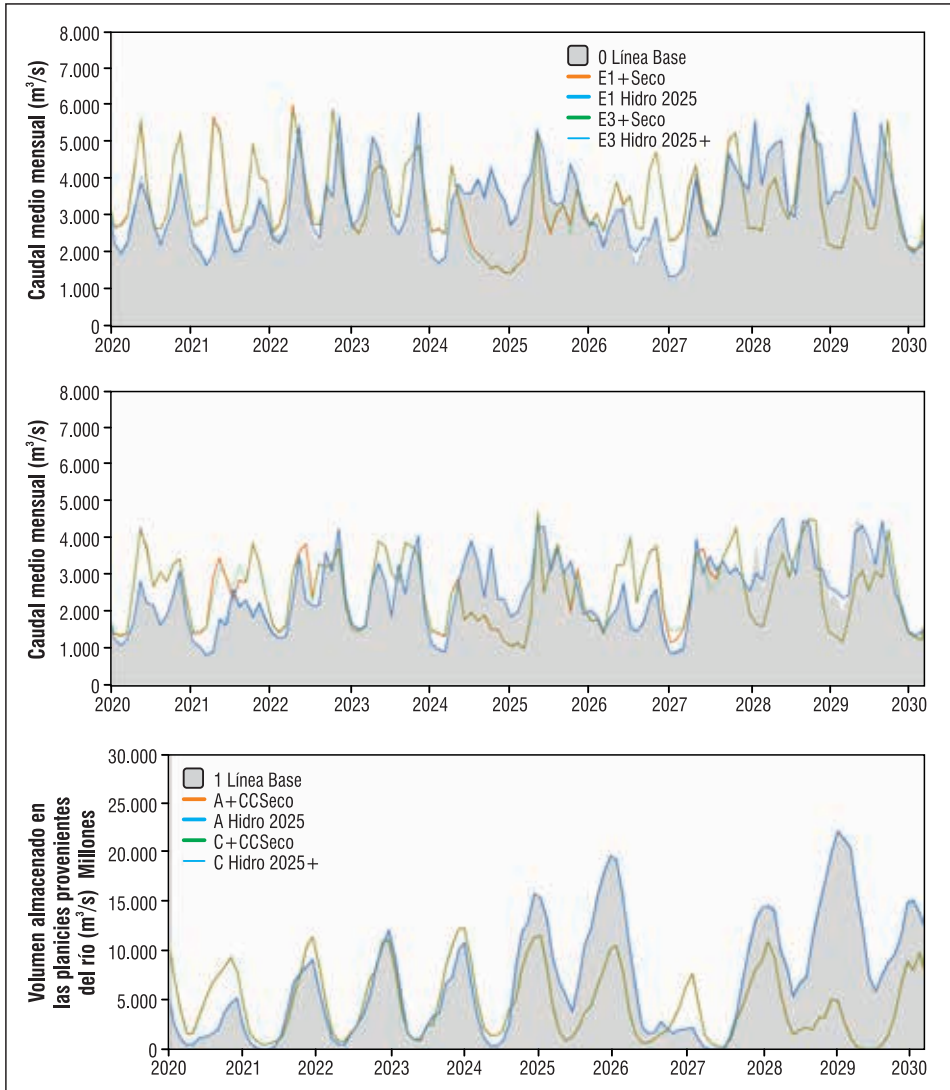
\* Punto E., río Magdalena aguas abajo de Betanía.  
 Punto O., río Cauca aguas abajo de Ituango.  
 Véase la figura 2 para la ubicación de los puntos.

patrones migratorios y/o reproductivos de las especies se encuentran adaptados a las señales producidas por la variabilidad hidrológica intraanual (mensual y diaria), principalmente asociados a los procesos de reclutamiento de la vegetación riparia autóctona, la reproducción de peces o su migración hacia las corrientes tributarias, la acumulación de material orgánico en el lecho y la producción primaria de comunidades asociadas a las rocas (perifiton). La eliminación de eventos de caudales máximos puede facilitar a su vez la proliferación de especies de peces no-nativas que originalmente no toleran las inundaciones, y, en consecuencia, también modifica las redes alimentarias del río (Bunn y Arthington, 2002; Ingfolcol y TNC, 2010).

El estudio revela también cómo la dinámica de la operación del sector de hidroenergía está fuertemente dominada por las fluctuaciones seculares en el clima, lo que puede generar sinergias negativas durante las sequías que se presentan cada cinco o diez años, debido a que la captación y el almacenamiento de agua en los embalses durante estos periodos secos puede disminuir los caudales en los ríos durante periodos excepcionalmente extensos. En la figura 5 puede observarse cómo en escenarios de cambio climático los



Figura 5. Ejemplos de realizaciones del régimen de caudales en la cuenca para diferentes escenarios de desarrollo hidroeléctrico y cambio climático (escenario seco)\*



- \* A) Río Magdalena aguas arriba de la ciénaga de Zapatosa.  
 B) Dinámica del almacenamiento esperado en las planicies de inundación de la de presión Momposina en los diferentes escenarios.

Puede verse como las fluctuaciones en los volúmenes almacenados por el sistema de humedales de zonas bajas del río Magdalena están influenciadas por los caudales que transitan por el río, y que durante periodos secos los escenarios futuros pueden exacerbar la duración de los periodos secos en el sistema cenagoso de la depresión Momposina.

periodos de sequías sumados a la regulación y el almacenamiento de los embalses pueden inducir periodos secos más extensos a los históricamente observados en el río.

Los resultados revelan también que la dinámica hidrológica de los humedales de zonas bajas (localizados en la depresión Momposina y la Mojana), depende de las fluctuaciones hidrológicas a escala de la cuenca, que a su vez puede verse influenciada por las prácticas de gestión y uso del agua en las zonas medias y altas de la misma. En términos de implicaciones de la gestión, se estima que las cantidades de agua que pueden almacenarse por la infraestructura aguas arriba de los tributarios a la depresión Momposina son del mismo orden de magnitud al almacenamiento episódico de la llanura de inundación durante los periodos secos, aproximadamente 5.000 y 15.000 millones de m<sup>3</sup>, respectivamente, que sugieren la necesidad de establecer reglas de asignación de agua a escala de cuenca durante los periodos críticamente secos para permitir la conservación de los ecosistemas de las planicies inundables del bajo Magdalena.

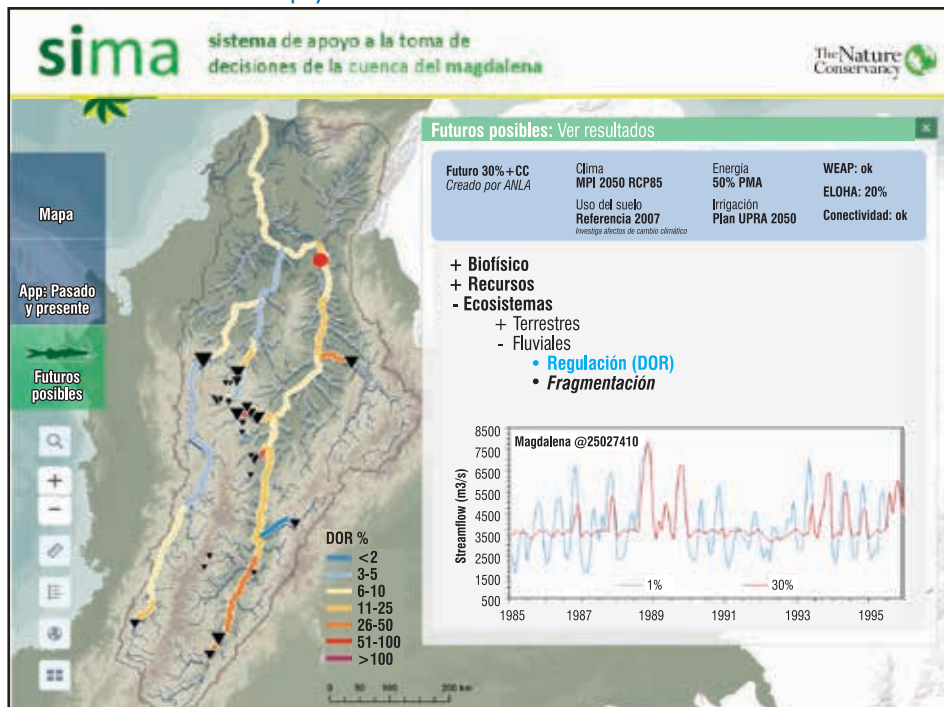
Al proporcionar una mejor comprensión de los vínculos de la variabilidad y los flujos de clima y la dinámica de las planicies de inundación, los resultados aquí presentados pueden proporcionar una perspectiva crítica en los procesos que guían la planificación a escala de cuenca y la aplicación tanto del desarrollo de infraestructura como de los proyectos de conservación de los ecosistemas.

Para que podamos avanzar hacia la gestión integral de la cuenca y sus recursos hídricos, The Nature Conservancy incluyó varias herramientas, como el modelo hidrológico mencionado en un Sistema de apoyo a la toma de decisiones, Sima. En la figura 6 se ilustran los elementos que lo componen. Este sistema nos permite ver el pasado y el presente: la línea base y monitoreo, ¿cómo está la cuenca hoy en día?, y luego generar futuros posibles en los que compara escenarios y alternativas de manejo para establecer ¿qué pasaría si...? La figura 7 muestra los resultados en regulación hídrica de uno de estos probables escenarios futuros a cincuenta años, en donde incrementamos la generación eléctrica en 30%, incluimos un escenario de cambio climático del Instituto Max Planck y con una expansión del sector agropecuario con base en el Plan Upra 2050. En el mapa de la cuenca visualizamos el nivel de regulación hídrica a la que se verían expuestos los ríos principales de la cuenca, y a la derecha de acuerdo con el punto rojo del mapa, qué le pasaría a una serie hidrológica real del río Magdalena (la curva en azul). Vemos que en la

Figura 6. Sistema de información para la toma de decisiones en la macrocuenca Magdalena-Cauca.



Figura 7. Generación de un escenarios futuro posible en alteración de flujos en los ríos principales de la Cuenca Magdalena Cauca con base en salidas de la herramienta de apoyo a la toma de decisiones SIMA de TNC.



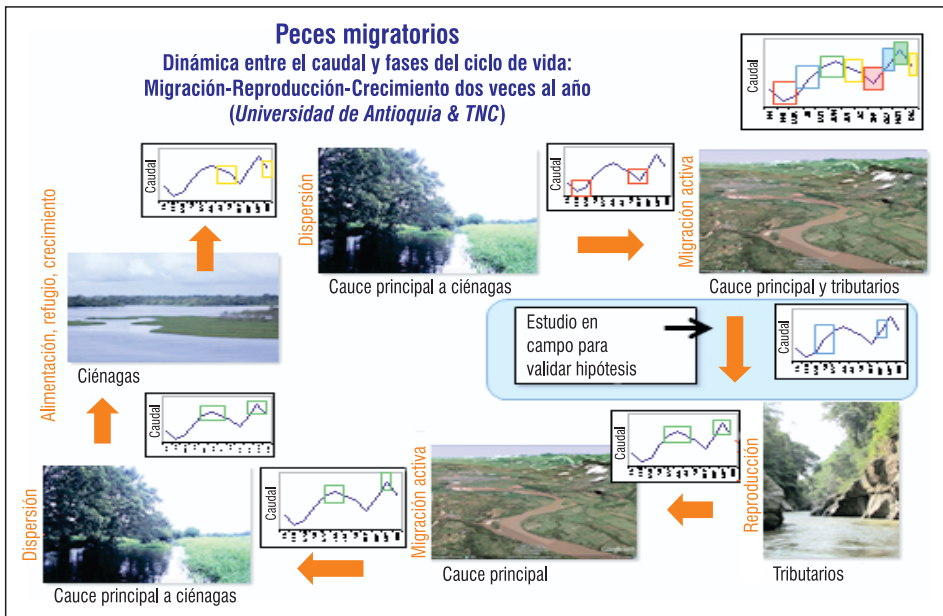
serie simulada por el modelo (en rojo), los caudales bajos y extremadamente bajos desaparecerían casi por completo, así como los picos de flujo medios y altos. Solo flujos extremadamente altos pasarían aguas abajo con cierto desplazamiento temporal. Más adelante explicamos los impactos de estas alteraciones del flujo sobre la ecología y salud de los ríos. Lo importante de esta herramienta es que nos permite generar diversos escenarios futuros, comparar cómo respondería la cuenca y sopesar posibles beneficios y pérdidas.

## Posibles impactos en las comunidades de peces por el embalsamiento de la cuenca Magdalena-Cauca

La cuenca Magdalena-Cauca posee una riqueza de doscientas veintinueve especies, de las cuales 77% son endémicas de Colombia, 48% son endémicas de la cuenca y 7% son migratorias. El régimen hidrológico del río en su cauce principal es bimodal y el ciclo de vida de la mayoría de especies acuáticas está adaptado y depende de este régimen. Si este patrón de flujo es alterado más allá de ciertos umbrales, se espera que 68% de la ictiofauna resulte amenazada por la regulación del caudal (pérdida de eventos de flujos altos y muy altos) (crecientes) y de flujos bajos y muy bajos, importantes para mantener, por ejemplo, playas de anidación de tortugas. Otro problema es la pérdida de la conectividad longitudinal por la obstrucción de pasos por la presencia de embalses. La pérdida de especies puede tener un impacto importante en el ciclaje y captura de energía y nutrientes (Carvajal-Quintero y Maldonado-Ocampo, 2014). Por ejemplo, el bocachico del género *Prochilodus* (principal recurso pesquero de la cuenca Magdalena-Cauca), es importante para el flujo del carbono orgánico y el metabolismo del ecosistema, al transportar y remover detrito dentro de las cuencas (Taylor et al., 2006). El detrito es la principal vía de flujo de materia y energía en la mayoría de los ecosistemas (Moore et al., 2004).

En la figura 8 se observa cómo las especies migratorias (bocachicos, bagres) dependen de ciertos niveles, época del año y duración de caudales para completar su ciclo vital en diferentes hábitats del río principal, afluentes y ciénagas. Los peces salen de las ciénagas a finales de la época de aguas bajas del río Magdalena y comienzan a remontarlo al iniciarse el incremento de caudales con las lluvias de abril. Luego entran a desovar en varios de los afluentes o tributarios principales del río una vez estos hayan alcanzado cierto nivel de aguas. Desovan en estos afluentes y las larvas eclosionan y derivan aguas abajo conformando el denominado ictioplancton. Una vez entran de

Figura 8. Relación entre el régimen de caudales del río Magdalena y el ciclo de vida de las especies migratorias

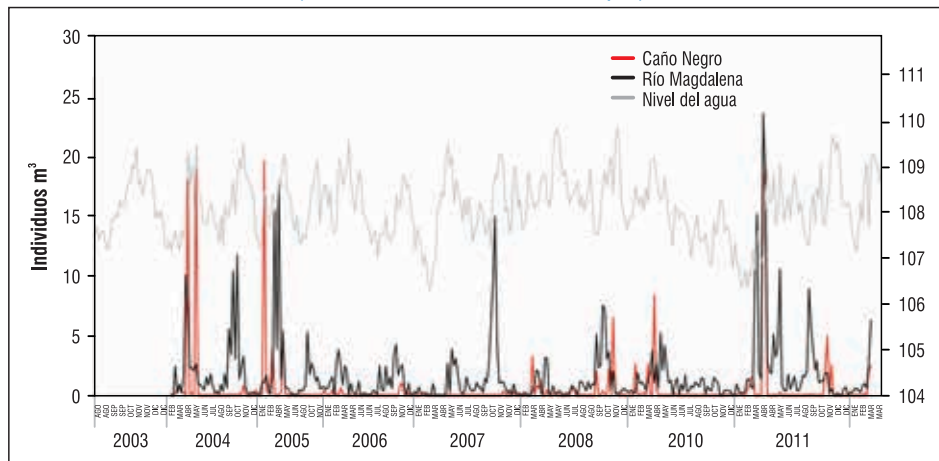


Fuente: adaptado de Jiménez-Segura et al., 2014.

nuevo al cauce principal del río son arrastrados aguas abajo y cuando pasan por diferentes bocas de ciénagas son arrastrados aguas adentro de estas. En estas ciénagas, en donde el río aporta anualmente nutrientes, se inician cadenas alimentarias (fito y zooplancton) de las cuales se alimentan estas larvas y juveniles de peces. Si el río no alcanza ciertos niveles se desconectan las ciénagas del río y se pierden estos hábitats esenciales para la alimentación y reproducción de la mayoría de especies migratorias y residentes. En la figura 9 se observa cómo el incremento en ictioplancton en los afluentes (Caño Negro) está perfectamente acoplado a los niveles de agua en el cauce del río Magdalena.

De las especies reportadas como amenazadas en el Magdalena por Mojica, Castellanos, Usma y Álvarez R. (eds., 2012), veintiocho son explotadas como recurso pesquero, y si además de la presión pesquera pierden sus hábitats principales, lo más seguro es que al menos ciento cincuenta y cinco especies nativas y/o endémicas, más de dos tercios de las especies que componen el ensamblaje de peces de la cuenca Magdalena-Cauca, estén amenazadas por los embalses en operación y los proyectos hidroeléctricos del país. Estos impactos sobre la composición de especies no son inmediatos, pueden

Figura. 9 Distribución semanal de la densidad de ictio-plancton en la cuenca del río Magdalena (sector de Puerto Berrío, Antioquia)\*



\* 80% de la densidad pertenece a especies migratorias.

Fuente: Jiménez-Segura et al., 2014.

tomar desde años hasta décadas y dependen de la longevidad, los hábitos alimentarios, la dependencia de hábitats, y la presencia de predadores, etcétera. Sin embargo, en el Magdalena ya se han reportado extinciones locales de algunas especies endémicas aguas arriba del embalse por la construcción de la hidroeléctrica de Betania (Cala, 1995), como la dorada (*Brycon moorei*), la picuda (*Salminus affinus*), el bagre rayado (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*) y el pataló (*Ichthyoelephas longirostris*). Igualmente, la introducción de especies exóticas como la tilapia están desplazando especies nativas y en muchos lugares del Magdalena medio y bajo ya son el 50% de la captura.

## Discusión y conclusiones

Los regímenes hidrológicos determinan la presencia de determinados hábitats a lo largo y ancho de los ríos. Estos hábitats pueden ser permanentes o temporales, pero son importantes para el forrajeo, desove y el reclutamiento de numerosas especies. Si la dinámica anual del río cambia, por ejemplo, por alteraciones de la operación de hidroeléctricas y la construcción de canales navegables, muchas veces se favorece a ciertas especies con ciclos de vida adaptadas a los nuevos tipos de hábitat que comienzan a dominar en el río. En el caso de perderse hábitats de planicie inundable, como las ciénagas, numerosas especies podrían desaparecer localmente, entre estos el bocachico y

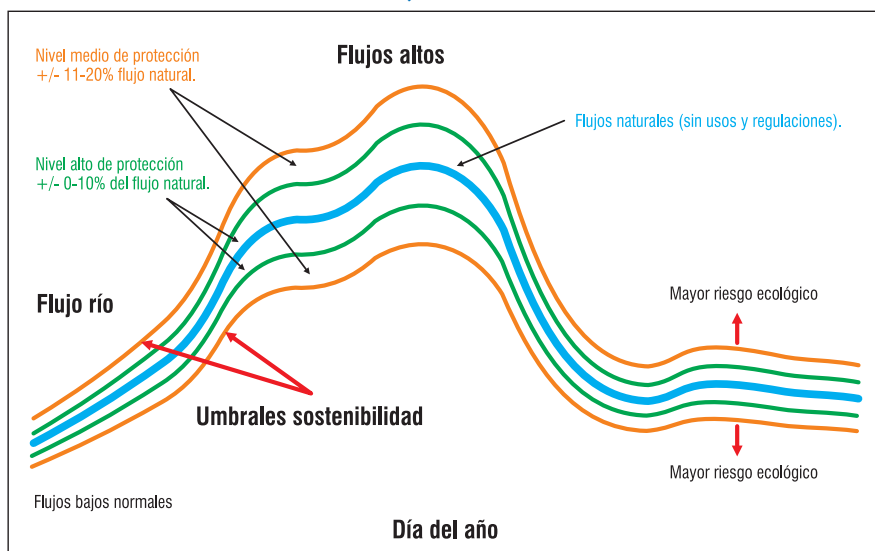
el bagre rayado. En ríos disturbados generalmente empiezan a dominar especies generalistas y oportunistas como la especie introducida tilapia (mojarra), que presentan altas tasas de propagación y compiten muy eficazmente con las especies nativas.

Si queremos realmente que la riqueza biológica del río Magdalena se mantenga, es importante mantener los regímenes hidrológicos bajo un patrón de flujo lo más similar posible al patrón natural. La figura 10 muestra cómo se podrían determinar caudales ecológicos con base en desviaciones aceptables sobre el caudal medio interanual. Entre mayor la desviación, más alto es el riesgo de perder la integridad o salud de los ecosistemas acuáticos.

La hidrología, como se ha mencionado recurrentemente en este artículo, es el factor determinante en la integridad de los ecosistemas acuáticos, como lo muestra la figura 11. De ella depende la hidráulica, la geomorfología y la fisicoquímica de las aguas y, por ende, la biología de los ecosistemas acuáticos. Si no se define un caudal ecológico con los criterios adecuados, todo el sistema jerárquico dependiente del patrón de flujo se vería alterado.

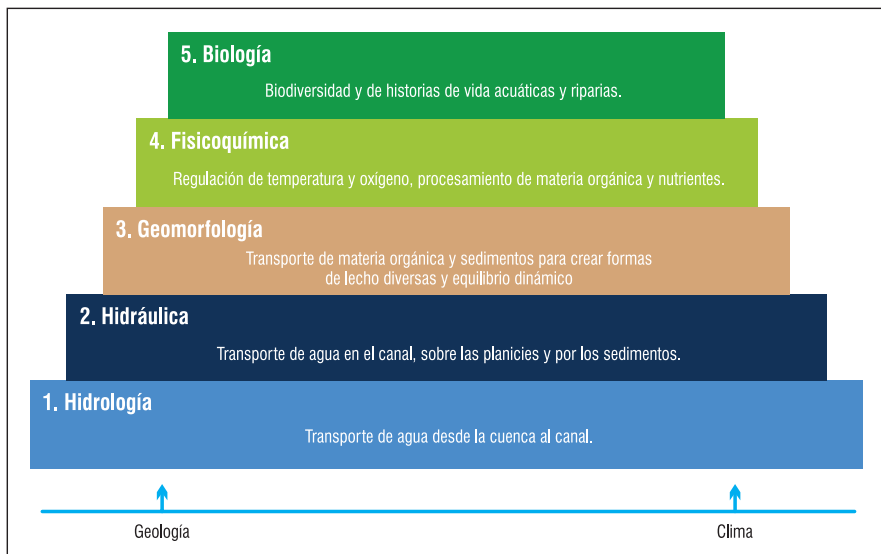
Como se ha mostrado a lo largo del documento, las planicies inundables y grandes humedales son ecosistemas importantísimos para la salud del río

Figura 10. Definición de caudales de precaución con base en isopercentiles sobre el flujo natural de un río



Fuente: Richter, 2010; Richter et al., 2011.

Figura 11. Sistema jerárquico de las funciones del río



Fuente: Hamman et al., 2012.

Magdalena, y entre sus funciones más importantes se pueden mencionar las siguientes:

- ♦ Reducen el riesgo de los daños por inundaciones por aumentar la capacidad hidráulica de los ríos.
- ♦ Los bosques presentes en planicies inundables reducen la velocidad de flujo de las aguas durante crecidas.
- ♦ Las planicies proveen una altísima diversidad de hábitats para la vida silvestre, como las ciénagas, que son zonas de desove, forrajeo, producción primaria, etcétera.
- ♦ Recargan los acuíferos y regulan flujos durante aguas bajas.
- ♦ Mejoran la calidad del agua: retención de sedimentos y nutrientes, filtración y bio-depuración de contaminantes, entre otros.
- ♦ Retienen y acumulan carbono.
- ♦ Son espacios importantes para la cultura local y nacional y ofrecen diversos espacios para la recreación: pesca, ecoturismo, canotaje, otros.
- ♦ Beneficios ecológicos: hábitats, biodiversidad, especies amenazadas, especies invasoras, otros.
- ♦ Protección de riberas y reducción de erosión.



De todos estos puntos podemos concluir que prevenir la degradación de cuencas saludables nos protege de la pérdida de servicios ecosistémicos, los cuales nos proveen de múltiples beneficios económicos. Si perdemos estos servicios y bienes, la sociedad debe asumir costos de reemplazo y restauración, que muchas veces son altísimos. Por ejemplo, en la ciudad de Nueva York, la pérdida del servicio de depuración del agua que se da actualmente por la conservación de la cuenca abastecedora, costaría alrededor de 8 mil millones de dólares anuales. Se sabe también que el tratamiento de aguas negras cuesta alrededor de US\$8,56 dólares por lb de nitrógeno y en planicies inundables saludables e íntegras se reduce a \$3,10/lb; y en general, el tratamiento de aguas servidas cuesta alrededor de US\$3,24/1.000 galones y en humedales el costo se reduce a \$0,47/1.000 galones (Hanson, Craig et al., 2011). En este momento, el río Magdalena y sus planicies inundables todavía asumen este costo, aunque no se incorporan en análisis costo-beneficio con otras obras de infraestructura. La restauración de 800 ha de planicies inundables en Illinois, Estados Unidos, costó alrededor de US\$8 millones (TNC, 2008). En el Magdalena medio se han pagado alrededor de \$4 millones por hectárea para restaurar algunas ciénagas degradadas. El costo para recuperar una ciénaga de 100 hectáreas, por lo tanto, sería alrededor de \$400 millones (TNC, 2015 en preparación).

Lamentablemente, no hemos avanzado en incorporar este ahorro en prestación de servicios ambientales en los beneficios monetarios que nos ofrece un río saludable. Estos beneficios (depuración agua, pesca, ecoturismo, regulación hídrica, amortiguación inundaciones, etcétera) en la cuenca del Magdalena podrían estar, por tanto, muy por encima de los beneficios derivados de algunos aprovechamientos hidroeléctricos. La idea es seleccionar aquellos proyectos con menor impacto acumulativo y que afecten en menor grado la conectividad de la red hídrica.

Si realmente queremos que el río Magdalena siga siendo el eje del desarrollo del país, debemos promover muchas acciones urgentes para la recuperación de sus planicies inundables, algunas de las cuales mencionamos a continuación:

- ◆ Recuperar la conectividad entre río y planicies inundables: eliminar diques en zonas de bajo riesgo para la población humana.
- ◆ Mantener o recuperar un patrón hidrológico natural determinando caudales ecológicos y re-operando embalses no solo con criterios de mercado, sino con requerimientos de caudal ecológico.

- ♦ Analizar efectos acumulativos del sector hidroeléctrico, minero y agropecuario a nivel de cuenca y definir estrategias para minimizar sus impactos.
- ♦ Definir mecanismos efectivos para avanzar en la delimitación de humedales con categorías de manejo que hagan viable su apropiación por autoridades y pobladores locales.
- ♦ Definir el valor de los principales servicios ecológicos de los humedales y planicies inundables del río, para contar con herramientas costo-beneficio que permitan analizar diferentes alternativas de desarrollo.
- ♦ Promover la instalación del concejo de la macrocuenca del Magdalena-Cauca con mecanismos financieros, operativos y técnicos adecuados.
- ♦ Definir cuáles ríos deben ser excluidos del desarrollo hidroenergético para garantizar caudales ecológicos y rutas de migración para peces.
- ♦ Buscar mecanismos para aumentar la gobernabilidad y gobernanza sobre planicies inundables.
- ♦ Definir una metodología de caudales ecológicos que incorpore los componentes principales del ciclo hidrológico.
- ♦ Implementar y promover los planes de manejo del recurso pesquero ya definidos por la Aunap (Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca) y las asociaciones de pescadores.
- ♦ Impulsar la regulación de la minería ilegal.
- ♦ Incluir en la gestión integral del recurso agua los escenarios de cambio climático.

La única manera de avanzar hacia una gestión integral de cuencas es contar con una autoridad que permita ordenar y coordinar actividades dentro de ella. En la Constitución política de 1991 se creó a Cormagdalena como una institución con esta visión, pero finalmente no tiene las facultades y los instrumentos legales para cumplir a cabalidad con esta función. Dentro de la reciente política hídrica promulgada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se crean los concejos de la macrocuenca, que deben cumplir la función de gestión y coordinación a nivel de cuenca, pero quizá, de nuevo, no tienen las atribuciones necesarias para operar con la autoridad suficiente. Dentro de los lineamientos estratégicos para la macrocuenca Magdalena-Cauca ya se han definido acuerdos interministeriales (Ambiente, Agricultura, Minas y Energía), que buscan coordinar actividades y lograr acuerdos fundamentales sobre la gestión del recurso agua.

Lo importante es que los acuerdos que se firmen vayan más allá de su cumplimiento individual, y para esto es necesario que haya el compromiso real de todos los actores (públicos y privados) con la gestión integral de la cuenca. Los sectores deben entender también que sus actividades económicas se verán afectadas si no se regula el uso del agua bajo ciertos criterios (caudales ecológicos) y se definen umbrales, que de sobrepasarse pueden afectar la actividad de todos y la salud de los ecosistemas acuáticos. Si, por ejemplo, se maximiza la generación hidroeléctrica, esto se traduciría en la pérdida del recurso pesquero y seguramente de otros servicios ambientales de río como la depuración de agua, cuyo valor e importancia ya se mencionó. La gestión integral debe encontrar un equilibrio en el que todos los sectores puedan convivir, pero no es posible seguir con el enfoque que cada uno independientemente trate de maximizar sus beneficios y pretender que la sostenibilidad ambiental a largo plazo se logra solamente con cumplir con ciertas normas o reglamentaciones ambientales.

## Referencias

- ARTHINGTON, A. H., BUNN, S. E., POFF, N. L. Y NAIMAN, R. J. 2006. “The challenge of providing environmental flow rules”. *Ecological Applications*. 16 (4).
- BUNN, S. E. Y ARTHINGTON, A. H. 2002. “Basic Principles and Ecological Consequences of Altered Flow Regimes for Aquatic Biodiversity”. *Environmental Management*. 30 (4). doi:10.1007/s00267-002-2737-0
- CALA, P. 1995. “Trophic levels of the most abundant fishes of the Betania Reservoir, Upper Rio Magdalena, Colombia”. *Acta Biologica Venezuelica*. 16.
- CARVAJAL-QUINTERO, J. D. Y J. A MALDONADO-OCAMPO. 2014. “Impactos sobre la biodiversidad de peces causados por la alteración hídrica de embalses en sistemas fluviales”. The Nature Conservancy.
- HANSON, CRAIG. ET AL. 2011. “Forests for water: Exploring payments for watershed services in the US south”. *World Resources Institute Issue Brief*. Issue 2.
- INGFOCOL Y TNC. 2010. “Implementación de la metodología ELOHA (Límites ecológicos de la alteración hidrológica) para determinación de caudales ambientales regionales cuenca Magdalena-Cauca”. Bogotá.
- IPCC. 2014. *Cambio climático 2014: impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al quinto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de*

*Expertos sobre el Cambio Climático*. Edición a cargo de Field, C. B., V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea y L. L. White. Organización Meteorológica Mundial. Ginebra.

JIMÉNEZ-SEGURA, L. F. ET AL. 2014. *Estudio del ictioplancton en tributarios del Magdalena medio*. Universidad de Antioquia-The Nature Conservancy.

MALDONADO-OCAMPO, J., VARI, R. Y USMA, J. 2013. "Checklist of the freshwater fishes of Colombia". *Biota Colombiana*. 9 (2). <http://www.humboldt.org.co/biota/index.php/Biota/article/view/170>

MOJICA, J. I., CASTELLANOS, C., USMA, S. Y ÁLVAREZ, R. (EDS). 2012. *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia-WWF Colombia-Universidad de Manizales. Bogotá.

MOORE, J. C., BERLOW, E. L., COLEMAN, D. C. ET AL. 2004. "Detritus, Trophic Dynamics, and Biodiversity". *Ecology Letters*. 7.

MORIASI, D. N., ARNOLD, J. G., VAN LIEW, M. L., BINGNER, R. L., HARMEL, R. D. Y VEITH, T. L. 2007. "Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations". *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 50 (3).

NOTA UNIANDINA. 2014. "Un desafío que vale oro". Noviembre. Universidad de los Andes. Bogotá.

POFF, N. L. Y ZIMMERMAN, J. K. H. 2010. "Ecological responses to altered flow regimes: A literature review to inform the science and management of environmental flows". *Freshwater Biology*. 55 (1). doi:10.1111/j.1365-2427.2009.02272.x

POFF, N. L., ALLAN, J. D., BAIN, M. B., KARR, J. R., PRETEGAARD, K. L., RICHTER, B. D., STROMBERG, J. C. 1997. "The natural flow regime". *BioScience*. 47 (11).

POFF, N. L., RICHTER, B. D., ARTHINGTON, A. H., BUNN, S. E., NAIMAN, R. J., KENDY, E., WARNER, A. 2010. "The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): A new framework for developing regional environmental flow standards". *Freshwater Biology*. 55 (1). doi:10.1111/j.1365-2427.2009.02204.x

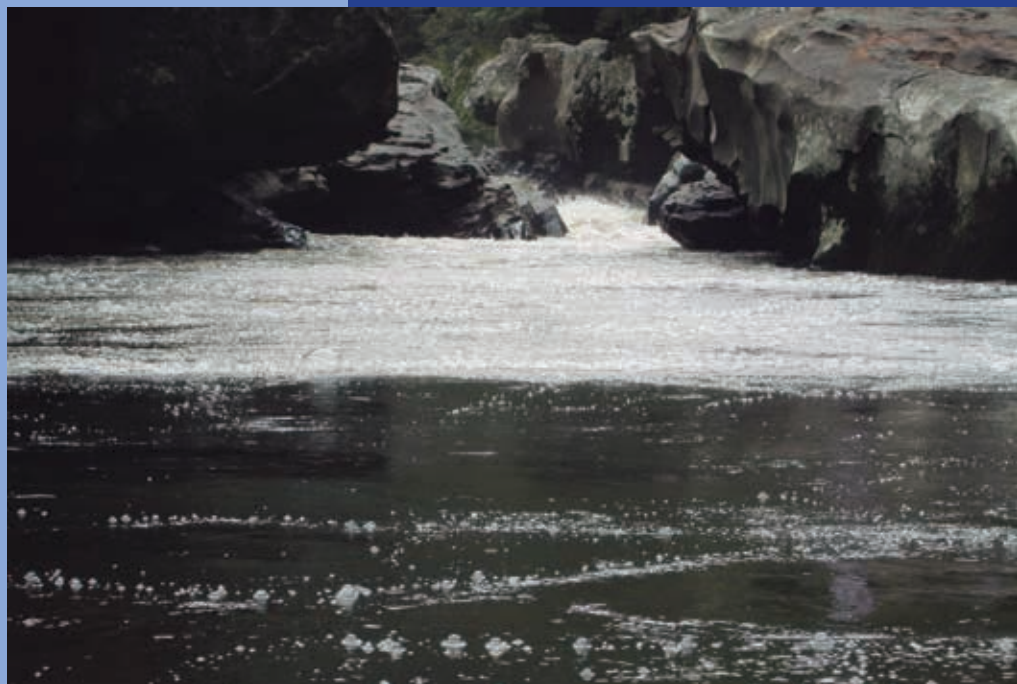
POSTEL, S. L., DAILY, G. C. Y EHRlich, P. R. 1996. "Human appropriation of renewable fresh water". *Science*. 271 (5250). <http://www.sciencemag.org/content/271/5250/785.short>

- RESTREPO, J. C. Y J. D. RESTREPO. 2005. "Efectos naturales y antrópicos en la producción de sedimentos de la cuenca del río Magdalena". *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 29 (111).
- RICHTER, B. Y BAUMGARTNER, J. 1998. "A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network". *Regulated Rivers: Research and Management*. 14. [ftp://ftp.sratx.org/pub/BBEST/Library/BBEST\\_025-AssessmentHydrologicAlterationRiverNetwork.pdf](ftp://ftp.sratx.org/pub/BBEST/Library/BBEST_025-AssessmentHydrologicAlterationRiverNetwork.pdf)
- ROSENBERG, D. M., MCCULLY, P. Y PRINGLE, C. M. 2000. "Global-Scale Environmental Effects of Hydrological Alterations: Introduction". *BioScience*. 50 (9). doi:10.1641/0006-3568(2000)050[0746:GSEEOH]2.0.CO;2
- TAYLOR, B. W., FLECKER, A. S. Y HALL, R. O. JR. 2006. "Loss of a harvested fish species disrupts carbon flow in a diverse tropical river". *Science*. 313.
- THE NATURE CONSERVANCY. 2008. *The Mississippi River and its floodplain. Restoring Connections for People and Nature*.
- . 2011. *Indexes of Hydrologic Alteration-IHA*. <http://www.conservationgateway.org/ConservationPractices/Freshwater/EnvironmentalFlows/MethodsandTools/IndicatorsofHydrologicAlteration/Pages/indicators-hydrologic-alt.aspx>
- UPME. 2012. "Plan de expansión de referencia generación-transmisión 2012-2025". <http://www1.upme.gov.co/index.php/servicios-de-informacion/noticias-del-sector/676.html>
- . s. f. "Simec. Sistema de información minero energético colombiano. 2013". Recuperado el 6 de febrero de 2013. [http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta\\_isa.aspx](http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_isa.aspx)
- VANEGAS, R., MORENO, P., DOMÍNGUEZ, E. Y RIVERA, H. 2008. "Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico colombiano". *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 32 (123).
- WOOD, P. J. 1997. "Biological Effects of Fine Sediment in the Lotic Environment". *Environmental Management*. 21 (2). doi:10.1007/s002679900019
- YANG, T., ZHANG, Q., CHEN, Y. Y TAO, X. 2008. "A spatial assessment of hydrologic alteration caused by dam construction in the middle and lower Yellow River, China". *Hydrological Research*. 3843 (March). doi:10.1002/hyp
- YATES, D., SIEBER, J., PURKEY, D. Y HUBER-LEE, A. 2005. "WEAP21—A Demand-, Priority-, and Preference-Driven Water Planning Model". Part 1: "Model Characteristics". *Water International*. 30 (4).

YATES, D., PURKEY, D., SIEBER, J., ANNETTE, H.-L. Y GALBRAITH, H. 2005. “WEAP-21 A demand-, Priority-, and Preference-Driven Water Planning Model”. Part 2: “Aiding Freshwater Ecosystem Service Evaluation”. *Water International*. 30 (4).



Foto: Sindy Martínez Callejas.



¿DE QUÉ HABLAMOS  
CUANDO DECIMOS  
QUE ESTAMOS RECUPERANDO  
EL RÍO MAGDALENA?

Germán Ferro Medina

Foto: Germán Ferro Medina.



*instar aquae tempus*  
(El tiempo es como el agua)

## Introducción

La historia y el sentido del río Magdalena es un palíndromo, “la ruta natural” para descubrir lo que ya existe porque ya alguien lo ha descubierto y lo volvemos a encontrar por nuestros propios medios. El Magdalena, río arriba, río abajo, en la geografía y en el tiempo, es el espejo en el que reconocemos lo que hemos ido construyendo, lo que “somos” lo que estamos siendo. *¿Qué queremos recuperar de él?*

Del Magdalena conocemos muy poco y mucho menos de su cuenca, que ocupa casi 25% del territorio colombiano y con la que se relaciona cerca de 85% de la población y del producto interno bruto del país. De modo que preguntarse por su recuperación es la misma pregunta por la paz de Colombia, por la sostenibilidad de la etapa posterior a la firma de los acuerdos. Si de tal tamaño y responsabilidad es su envergadura, la recuperación deberá ser pensada desde una perspectiva integral de orden territorial, sociocultural, ambiental y económica, y contar con gran voluntad política.

El Magdalena es mucho más que una corriente hídrica para recuperar la navegabilidad. Se trata de un río-civilización, un río-memoria, un río-gente en permanente cambio, como sus aguas, que corren sinuosas, haciendo meandros, ensanchándose y estrechándose, formando islas y brazos, es un río-ciénaga que recibe, a su vez, cientos de tributarios que bajan de los An-

des, un río-región que crea territorios y diversos ecosistemas culturales. Es uno solo desde su nacimiento hasta la desembocadura, son muchos ríos a través de su recorrido. *¿De cuál estamos hablando cuando nos referimos a su recuperación?*

Conviene entonces hacer un viaje de observación directa a lo largo de su recorrido, un viaje a escala humana para conocer el río-hoy, no uno pensado en el pasado o desde una visión romántica. La tarea fundamental en su recuperación es un ejercicio pedagógico de sensibilidad y restablecimiento del vínculo con él.

### Inicio del viaje

He viajado de nuevo al encuentro con el río. *Bajo* al puerto de Honda, allí donde está el Magdalena, río de la vida y de la muerte, incrustado en el alma de un país que creció a sus orillas. *¿Qué queremos recuperar, el origen de nuestro sueño?* Resalto el verbo *bajar* porque así ha sido nuestra historia, un subir y bajar para después volver a bajar y subir a la cordillera de los Andes.

El Magdalena corre abajo por el valle interandino de las cordilleras Central y Oriental, en un viaje a lo largo de 1.540 kilómetros de paisajes, historias, economías y culturas, desde su nacimiento en el Macizo Colombiano hasta su desembocadura en el mar Caribe. *Desde los Andes hasta el Caribe. ¿Qué queremos recuperar, la conexión entre los dos ecosistemas culturales?*

El siglo veintiuno nos pone de nuevo en condición de viajeros. *¿Eso será lo que se quiere recuperar del río?* Repetimos lo que hicieron nuestros antepasados americanos, los más antiguos y los más recientes, la administración colonial española, el proyecto republicano y la sociedad moderna, para darle vida a un proceso de ocupación de un territorio: *el desafío de conectar el mundo de arriba de los Andes con las tierras cálidas y bajas por donde transita el Magdalena. Conectar o morir* parece ser el imperativo de este trópico montañoso y sin estaciones, donde el espacio, y no el tiempo, marcará para siempre la dinámica ambiental, socioeconómica y cultural de Colombia. *¿Qué queremos recuperar, la velocidad en el tiempo de la navegación o la conexión entre las tierras altas y las bajas, la conexión regional y transversal?*

Al puerto histórico de San Bartolomé de Honda se baja desde Bogotá, la capital de Colombia, por un recorrido prácticamente el mismo del que fuera, desde épocas prehispánicas, el eje de intercambio entre las tierras altas y ba-

jas, la frontera cultural entre muiscas y panches; el camino de conquista del altiplano por las huestes españolas, el camino nacional de Honda, el camino de herradura que hizo posible la existencia y sobrevivencia de la antigua Santafé de Bogotá, empotrada en las alturas *a más de 2.600 metros más cerca de las estrellas*, pero muy lejana y distante casi 2.600 metros del río Magdalena en las tierras bajas.

Al bajar uno se encuentra con *la tierra caliente*. Nuestro clima, así como nuestra economía, agricultura, vegetación, culinaria y, en general, las formas de vida social y la mentalidad colectiva y urbana se crean y se transforman en el espacio. Sí, el recorrido del espacio geográfico, espacio que es movimiento y no, en el tiempo, que es inmutable, no tiene estaciones en el trópico, es casi siempre igual a sí mismo: tiempo de lluvias o tiempo de sequía. De modo que Colombia es un viaje en el espacio como un río y un tiempo al parecer detenido. *¿Qué significa, entonces, recuperar el río, recuperar el tiempo o recuperar el espacio en su dinámica siempre cambiante?*

Colombia parece decir *el río soy yo*, como en el poema de José Eustasio Rivera la identidad del paisaje, la fusión entre su ser y el río: “Soy un grávido río, siempre he sido eso: un río que copia paisajes, un río nostálgico (...)”.

El Magdalena nace a 3.685 metros sobre el nivel del mar en las tierras frías del páramo, y solo a 200 kilómetros, en un descenso vertiginoso de su recorrido, llega al primer puerto, Neiva, a menos de 500 metros de altura, lugar estratégico que los españoles visionaron y conquistaron para conectar por río todo el sur de la actual Colombia. Neiva es el comienzo y el fin de su navegabilidad, depende de donde se mire, si navegamos río abajo o río arriba. Allí comienza un río de *tierra caliente* y seguirá así su recorrido por las tierras bajas, por las que más de la mitad de su trayecto será a menos de 100 metros sobre el nivel del mar. El río se ensancha y arrastra grandes cantidades de sedimentos, es entonces un río color café que huele a tierra caliente, a pescado, parte de una tierra de zancudos, de gente morena, de abundancia, tierra del olvido y de pobreza, tierra y río de violencia desde mediados del siglo veinte, en el que las comunicaciones tomaron otros rumbos y el sueño de progreso se vino a pique. *Cuando decimos recuperar el Magdalena, ¿estamos pensando en el alto Magdalena, en Neiva, ciudad que le ha dado la espalda, y que fue el origen de su viabilidad económica?*

En 2014, desde Bogotá vamos a encontrarnos con el río por el mismo camino de siempre, ahora convertido en carretera: Facatativá, Sasaima, Villeta,

Guaduas y Puerto Bogotá, para terminar en Honda (ahora también se viaja por La Vega, conectándose con Villeta). Viajo en Expreso Bolivariano, con su eslogan actual: “Vamos por Colombia”. De nuevo o actualizado el deseo de Bolívar por una nación soñada. Viajo en una “aerovan”, nombre curioso también, que sueña con volar y llegar rápido, pero la congestión ocasionada por tractomulas y accidentes alarga a casi ocho horas el descenso a la tierra caliente. Dentro de poco la carretera de Sol pasará, ya está pasando, cerca de Guaduas, y se conectará directa y velozmente con Puerto Salgar, al noroccidente de Cundinamarca, quedando los pueblos mencionados (Villeta, Guaduas, Puerto Bogotá, Honda y Puerto Salgar, además de La Dorada) por fuera de la vía principal. *¿Qué estamos recuperando con esta vía de alta velocidad? ¿Cuál será el destino de estos pueblos ligados al río por los que la circulación de vehículos y el comercio ya no pasarán y cuya vocación ha sido eminentemente de comercio, lugar de paso e intercambio?*

Llegar a Honda por tierra significa volver, como los viajeros de antes, a buscar un hospedaje, punto tradicional de descanso para retomar el viaje, almacenar o comerciar por el río, sitio tradicional de la captura de pesca y consolidación de la cultura fluvial. Pero por el río ya no se llega, sus puertos están en ruinas, las economías de las fábricas de licor, jabón y tabaco, las trilladoras, los bancos, los teatros y los hoteles se han ido y la pesca disminuye dramáticamente. Una nueva hostelería intenta conjurar la crítica condición de *lugar de paso* al que se ha venido relegando el municipio de Honda y busca convertirla así en un *lugar de destino*, de turismo cultural como en épocas pasadas, en el lugar privilegiado que fue, el punto de encuentro por excelencia, lugar de memoria y centro histórico donde se divide la navegación por el río: arriba hasta Neiva, abajo hasta su desembocadura.

La tarea de una nueva concepción de turismo, responsable y consciente del lugar como centro histórico, bien de interés cultural de la nación, que representa una nueva hotelería, los vecinos y amigos de Honda, los museos en renovación, la red de pueblos patrimonio, es orientar al viajero o visitante para que observe y comprenda en detalle la geografía de Colombia, reconozca la lógica de los caminos y las comunicaciones, el papel de los puentes, identifique los puntos y la posición de los pueblos más notables en el diálogo de las tierras bajas con las altas: la conexión histórica del río con Barrancabermeja, Mompoix o Ambalema, Girardot y Neiva; y con Mariquita, Manizales, Guaduas y Bogotá. E investigar y documentarse sobre el río, valorar y respetar los oficios y saberes, especialmente los de los pescadores, el carácter de su urbanismo, arquitectura y paisaje, y la simultaneidad entre su pasado y la

modernidad, para convencer a los nativos, nacionales y extranjeros, de que Honda es un destino de pedagogía de país. *Me pregunto, ¿cuando se habla de recuperar el río se piensa en Honda y su región como un gran patrimonio por proteger y apoyar?*

Detenerse en Honda permite entender el Magdalena y a Colombia. “Honda, la ciudad del río”, la denomina Ángela Guzmán en su investigación sobre este puerto del siglo dieciséis. Como ella, más de un centenar de pueblos se asoman a sus orillas generando una cultura de río, no solo en la linealidad del eje fluvial, sino en su entorno. Cada uno de estos lugares han sido espacios de confluencias, centros de convergencia, puntos gravitatorios de dinámicas económicas, sociales y culturales que han creado históricamente territorios de vida, ligados estrechamente al río y conectados con las tierras altas o las grandes ciudades. Son ciudades del río o, mejor, podemos decir *el río son sus ciudades, sus poblaciones, sus gentes*, que a sus orillas han construido país. *Me pregunto por estas poblaciones cuyas ciudades han dado sentido al río, ¿en ellas se ha pensado cuando se habla de recuperarlo?*

## Honda río arriba

Cuando se habla de la recuperación del río generalmente se refiere a uno que parece comenzara en Puerto Salgar, río abajo, pero este es, independientemente de su sectorización y diversidad regional, un eje integral, un todo, lo que pasa río arriba afecta el río abajo, y viceversa. Recorrámoslo hasta su nacimiento a partir de Honda. Río arriba en sus orillas están asentados cuarenta y seis municipios vinculados fuertemente al mismo.

El Magdalena es un *río-memoria*, un *río-palimpsesto*, donde cada lugar nos evoca un viaje en el espacio-tiempo e involucra una dimensión ambiental, dinámicas económicas y de poblamiento, un desarrollo tecnológico y una vida cultural y política que se expresa en sus huellas materiales e inmateriales, en sus músicas y comidas, un río-civilización, un río-patrimonio. *¿De esto se piensa cuando se habla de su recuperación?*

Arriba de Honda nos encontramos de inmediato con el Puente Navarro, emblema del puerto de Honda, que atraviesa el Magdalena. Este es uno de los puentes más significativos de la historia del río. Su presencia imponente, su bella, moderna y amarilla estructura metálica fue comprada en Nueva York a la firma San Francisco Bridge Company y traída al país por el comerciante

Bernardo Navarro. Es un puente que empieza a funcionar en el siglo veinte, su luz de 167 metros permitió, a pesar de su carácter de ser solo peatonal y para mulas, la comunicación segura entre las dos orillas, el intercambio entre regiones de dos departamentos (Tolima y Cundinamarca), uniendo los dos países, el del oriente y el del occidente, mediante mil cuarenta y tres tablones. *¿Será que quienes hablan de la recuperación han examinado con cuidado la importancia y conexión transversal del río? Grandes y pequeños puentes son la vida de muchos pueblos.*

Más adelante está Arrancaplumas, estación de tren y puerto fluvial abandonado, bodegas y arquitecturas sin uso, invadidas, solo con el rimbombante título de bien de interés cultural pero sin ningún destino ni apropiación.

Subiendo por el río, en la orilla oriental está Beltrán, pequeña población asaltada por los actores armados una y otra vez. ¿Qué estará pagando esta gente empobrecida que ha quedado una vez más aislada por la guerra? ¿Le preguntarán eso a su Virgen y a su iglesia caída, otrora un santuario importante de la región? *¿Recuperar el río no será examinar las condiciones reales de conflicto y violencia a la que están expuestas sus poblaciones por su aislamiento y el olvido del río?*

Un poco más arriba, en la otra orilla, está el *espectro* de Ambalema, comunicada precariamente con la otra orilla por medio del ferry *Omaira*.

## Ambalema, un fantasma que agoniza

Ambalema es un lugar mágico y un poco fantasmal, resguardado del sol inclemente por una galería casi continua de aleros sostenidos por centenares de columnas verdes y torcidas que siguen la naturaleza del palo. Hasta allí llegaron las ilusiones *a todo vapor* de las grandes empresas de la economía de agroexportación: *el tabaco*, tal vez la primera y de gran rentabilidad en la República. Para ello, el empresario Francisco Montoya diseñó el vapor *Unión*, ajustado a las condiciones propias del río Magdalena, y hasta allí lo llevó en 1839 para sacar todo el tabaco que pudiera, en un *boom* que hace ya mucho tiempo dejó de pasar por Ambalema. Que agoniza y cuyas casas se caen sin que la gente tenga los recursos para restaurarlas, aun cuando se resiste a morir. Su honorable título de centro histórico y bien de interés cultural de la nación de poco o nada le sirve, pues ya ni el tren ni los vapores pasan por allí y las casas de las antiguas factorías también se caen. *Hace poco se restauró su*

*estación de tren art déco. ¿Qué función y apropiación se le dará a esta recuperación de fachada?*

Cerca de Ambalema se llega a las ruinas de Armero, que busca, como tantos lugares asociados al río, subsistir y permanecer en la memoria. En noviembre de 2015 se cumplen treinta años de la tragedia, *¿qué lecciones hemos aprendido de Armero?*

Avanzamos hacia Girardot, ubicado en la esquina suroccidental de Cundinamarca y que a principios del siglo veinte se convirtió en una gran ciudad moderna, en un puerto fluvial, férreo y aéreo. Todo un mundo de civilización y comercio llegaba por Girardot a través del río, para más tarde entregárselo a Bogotá vía el ferrocarril. En 1930 se inauguró su impresionante puente férreo y peatonal sobre el Magdalena, y hoy todavía sorprenden su ingeniería y la vocación de conexión entre Cundinamarca y el Tolima. Su esplendor es ya historia, la crisis y muerte de las comunicaciones férreas a las que se les apostó con todo el ímpetu de lo moderno y por las que el país se endeudó en gran magnitud muy poco tiempo duró, y la ciudad ha quedado abandonada, como su plaza de mercado y con un río que debe soportar los millones de toneladas de basura y desperdicios sólidos e industriales que le vierte el río Bogotá. *¿Se ha pensado para la recuperación del río Magdalena en la incidencia de los cientos de ríos tributarios que casi desde su nacimiento le vierten aguas negras, sin poner atención al problema ambiental y social de cientos de pueblos sin acueducto, sin pedagogía de río?*

## Villavieja, Aipe y la Tatacoa, comienzos del valle del Magdalena

A 436 kilómetros del nacimiento se llega al ancho y caluroso valle del Tolima y el Huila. Un territorio históricamente inconquistable que presentó una fuerte resistencia al proyecto de dominación española. Una resistencia al violento proyecto “civilizador” que convirtió al *otro* en un caníbal. Allí permanecen las huellas de la lucha indígena y siguen estando presentes grupos indígenas y campesinos como los natagaimas y coyaimas, asomados, con su cultura, al río. Su oficio de ollereros está abandonado.

Las formas de resistencia indígena al avance español no permitían que se fundaran poblaciones al lado del río, como Villavieja. Aun así, el proceso de conquista siguió por este valle bañado de sangre y, más de sesenta años después, se logró consolidar con la fundación de la ciudad hispánica de Neiva, el emplazamiento más estratégico al sur de río y último punto navegable.

Villavieja es puerto sobre el Magdalena, puerto férreo adonde crece a sus anchas un bosque seco conocido como el desierto de la Tatacoa, con extensiones llenas de memoria fósil y arqueológica pero, sobre todo, aldea de pescadores y pastores que con sus prácticas de supervivencia en el desierto y en el río luchan por no dejarse del abandono. El tren ya no pasa, la estación y la capilla están abandonadas, a pesar de que ambas son bienes patrimoniales. No hay un puente para pasar a la otra orilla, donde está Aipe. Pero sí llegan las formas abusivas y no ordenadas del turismo obsesionado por el lucro, que están poniendo en riesgo la riqueza ambiental, paisajística (uno de los pocos bosques secos tropicales) y arqueológica. *¿Recuperar el río no será acaso sacar del abandono y aislamiento a su población con políticas certeras de manejo y protección al patrimonio, planes y programas de formación y capacitación en oficios, turismo, museología, astronomía, artesanías, capricultura y apoyo a la actividad pesquera?*

### “El Huila es un río”, ¿o será una represa?

Neiva es la capital del departamento del Huila, atravesado de sur a norte por el Magdalena. Dice sabiamente Gilberto Vargas Motta: “El Huila es un río”. Su historia de ocupación y poblamiento, así como buena parte de sus actividades económicas, han estado ligadas estrechamente al Magdalena.

A 221 kilómetros del nacimiento del río, Neiva se convirtió, desde su fundación en 1612, en el puerto que conectó, a través del río, con las regiones del norte, y mediante este comercializó toda la producción ganadera (carne) y agrícola, especialmente de tabaco y cacao, y otros productos como cerámica, madera, tejidos y los famosos sombreros Suaza. Desde entonces fue el punto intermedio y estratégico entre los dos grandes centros administrativos coloniales: la antigua Santafé de Bogotá y Popayán. Al paso por la ciudad la anchura del Magdalena es de gran dimensión, aspecto que pronto perderá o se irá reduciendo a medida que lo vamos remontando. El malecón, paralelo al río, aun marginal y olvidado, busca recuperar para la ciudad su orientación hacia el Magdalena, que la hizo posible, pero apenas desde un ámbito turístico y de poca conciencia ambiental e histórica. Allí se organiza una venta de pescado fresco que se ha capturado en la noche y en la madrugada.

En busca de su nacimiento, el río viene presentando una caída vertiginosa, encajonado entre las cordilleras, lo que permite represararlo. Primero fue Betania y ahora la represa del Quimbo, grandes proyectos de desarrollo



hidroeléctrico que transforman el ciclo natural de regulación de sus aguas río abajo, afectando el comportamiento del ciclo de los peces. Las represas generan energía para todo el país y para el exterior, pero a altos costos ambientales y sociales. El proyecto hidroeléctrico del Quimbo avanza y genera grandes inquietudes e impactos entre los habitantes de varios de los seis municipios afectados por la enorme área inundada, más de ocho mil hectáreas de tierras altamente productivas en el corazón del Huila. Un panorama desalentador se vislumbra: un desplazamiento forzado que obliga a las gentes a abandonar sus tradicionales lugares de trabajo y formas de vida y desarticula las formas ancestrales de comunicación territorial. *Nos preguntamos entonces, ¿el desarrollo para quien y a qué costo?*

El Magdalena se va estrechando desde el alto del Perigongo, sin posibilidades ya de navegarlo río arriba. Desde la carretera y con el afluente bien encañonado, nos encontramos con la huella arqueológica de la estuarina prehispánica llamada de manera inapropiada *agustiniana*, erigida por los antiguos habitantes de esta región hace más de dos mil años. A lado y lado del cañón del río Magdalena (conocido como el *Huaca-Hayo, río de las tumbas*), se desarrolló una civilización que dejó esta gran necrópolis de montículos cubiertos y dólmenes funerarios, cuya piedra fue ricamente tallada con representaciones diversas y complejas de seres humanos y animales.

¿Cuál ha sido, me pregunto, el significado y el legado de este monumental centro ceremonial? Las estatuas, muchas de ellas orientadas hacia el río (como *la Chaquirá*), nos miran impertérritas, silenciosas, miran la vida y guardan la muerte. *¿Hemos aprendido de sus autores su complejo conocimiento del medio, el manejo regulado de las aguas, su vínculo y relación estrecha entre los Andes y la Amazonia, su profundo conocimiento espiritual y ritual, su oficio experto de talladores, su sentido y representación de la muerte, sus formas de vida y sociedad?* Muy poco. Habitaron las orillas del Magdalena, nombraron el río como el *río de las tumbas*, construyeron el conjunto megalítico más monumental y hermético de la Colombia actual (inscrito en la lista de Patrimonio mundial de Unesco desde 1995), del que los colombianos no se han apropiado realmente.

## El nacimiento, un lugar sagrado sin camino

Del municipio de San Agustín se avanza por carretera al sector del alto Quinchana, y de allí, después de dos jornadas a caballo, se llega al nacimiento del

Magdalena en medio de un paisaje silencioso, frío y sagrado: el ecosistema de páramo. La inmensidad de la montaña y un entorno lagunar conforman un escenario bioclimático único. Estamos en el Macizo Colombiano, donde nace el río Magdalena, en una laguna pequeña (la Magdalena), en la planicie del páramo de las Papas. Junto con él nacen otros cuatro de los grandes ríos colombianos: Caquetá, Putumayo, Cauca y Patía. El paisaje silencioso y sagrado es conmovedor, merece todo nuestro respeto y emoción.

Pero el sistema de páramos, este gran reservorio de aguas, está amenazado: la frontera agrícola y de cultivos ilícitos, con toda la violencia que trae, avanza despiadada y sin tregua. ¡El problema no es ambiental, no nos engañemos! Para salvar el páramo y la frágil zona de los humedales donde nacen todos estos ríos es necesario, como ha dicho y reiterado el ecólogo Andrés Hurtado:

[...] solucionar los problemas de la violencia, proteger como sea los bosques, los páramos, los nacaderos de agua, comprando o expropiando, lo que sea, [...], inyectando en cantidades navegables factores sociales, como ayuda al campesino, salud, educación, mercado para productos y no solamente las dos soluciones que receta el gobierno: presencia militar y glifosato [...] sustitución de cultivos en las áreas clave para los ríos y en todo el Macizo [...]<sup>1</sup>.

En la actualidad, prácticamente no existe el camino para llegar al nacimiento, y las posibilidades de acceso son muy difíciles y exigentes. Por el viejo camino corre un lecho de agua sobre piedras sueltas e inclinadas, que es motivo de sufrimiento y peligro para caballos y humanos. En los años setenta existía una cuadrilla del gobierno que mantenía el camino, en los ochenta y noventa la guerrilla controlaba el paso y obligaba a los habitantes a cuidar y trabajar en el camino. Hoy ninguno de los dos hace presencia, no existe señalización y los guías baquianos de la zona son muy escasos. No existen tampoco unas condiciones de alojamiento mínimas para los visitantes ni apoyo a las viviendas de campesinos que generosamente dan morada a los caminantes. *Me pregunto, ¿cómo podremos recuperar el río si no tenemos una mínima política de protección, manejo y programas de todo tipo para este valiosísimo lugar de nacimiento del Magdalena? ¿Cómo podemos recuperar el río si no lo podemos conocer, si no nos invitan a respetarlo y a emocionarnos de su nacimiento, mágico, sagrado y permanente, de su origen prístino?*

---

1 <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1521988>

## Honda río abajo

De nuevo parto de Honda, pero esta vez río abajo, por un poco más de mil kilómetros hasta su desembocadura, donde el río entrega sus aguas al mar Caribe con un caudal promedio de 7.100 metros cúbicos por segundo. De nuevo, *el río-conector*, Honda, ubicada en el centro del país, unida por el Magdalena, aguas abajo, con Mompo, Cartagena y Barranquilla, en una tendencia predominante de vías de comunicación en dirección sur-norte. El río enlaza el interior con la costa y conecta el oriente con el occidente, mediante los casi treinta puentes existentes a lo largo de todo su trayecto. *¿Será que la recuperación del río habla de esta conectividad de gentes y dinámicas culturales y económicas que son pesqueras, agrícolas, alimenticias, de comunicación?*

A pocos kilómetros, río abajo, encontramos dos puertos, Caracolí y Puerto Gallote: el uno al frente del otro nos hablan de dos épocas diferentes y un mismo punto estratégico. Puerto Gallote está en la orilla derecha del Magdalena, antiguo puerto colonial con sus bodegas y rampas construidas en piedra, ahora en ruinas. Caracolí, por su parte, el gran puerto de Honda que con sus bodegas sirvió a la navegación hasta mediados del siglo veinte, bodegas que dejan entrever la importancia del lugar y la intensa actividad comercial que desde mediados del siglo dieciséis tenía esta parada. *Nos preguntamos, ¿por qué los actuales proyectos de recuperar la navegación por el Magdalena no contemplaron esta zona tradicional de puertos y dejan en gran aislamiento a este punto que durante años sirvió, y sirve, de intercomunicación con los cuatro puntos cardinales?*

Un desarrollo excluyente e inequitativo. *¿Se ha pensado lo que para las poblaciones de Honda y Puerto Bogotá representará la pérdida, al parecer total, de la pesca que se les viene anunciando con los trabajos de modelación del río?* El problema solo se mitiga, si acaso, con el cambio de actividades, en el menos peor de los escenarios (promesas ya incumplidas). El problema es también ignorar lo que significa acabar con una actividad pesquera que es, además de económica, una forma de vida y cultura centenaria que compromete a una sociedad y a una región. *¿Recuperar un río se traduce en uno sin pescados ni pescadores?*

## El Magdalena medio, abundancia y muerte

Continuando con el recorrido llego a La Dorada, en la margen izquierda, un poco más abajo de Puerto Nare y, a la derecha, de Puerto Salgar y Puerto Boyacá. El río acerca a casi todos los departamentos de Colombia, que imperiosamente han buscado llegar a esta vía principal de comunicación y comercio. En este punto del Magdalena medio confluyen los departamentos de Caldas y Antioquia, al occidente, y Cundinamarca y Boyacá, al oriente. *El Magdalena es el río-región: ¿será que su recuperación contempla esta constitución de territorios y áreas económicas y culturales, articuladas al río pero que no se pueden comprender solamente como eje fluvial o mediante la tradicional división político-administrativa de departamentos?*

El valle medio del Magdalena está formado por grandes campos de cultivo y tierras dedicadas especialmente a la ganadería, cuya propiedad se ha ido concentrando en pocas manos, ocupando además los playones ribereños, otrora comunales. El rico comercio de la zona en medio de un paisaje maravilloso se ha ensombrecido por la presencia desafortunada y sistemática de grupos armados al margen de la ley, que, bajo los intereses de la gran propiedad, la concentración de la tierra y el comercio de ilícitos, han hecho de este corredor un camino de la muerte, un sendero de sometimiento a las gentes de bien que aún no salen del terror al que han sido sometidas.

Antioquia tiene una gran deuda con el río Magdalena y con los habitantes de Puerto Nare y Puerto Berrío y sus zonas aledañas. El primero fue la entrada al departamento y a Medellín, el viejo *camino de Isalitas* que se convirtió en el cordón umbilical de la región, dándole vida y haciendo posible la actividad comercial de importación y exportación. A partir de 1876, Medellín buscó conectarse por vía férrea con el río. Allí empezaron a llegar entonces los grandes buques a cargar el café que salía de estas comarcas en las alturas de los Andes y a descargar todo tipo de productos. Puerto Berrío, por su parte, atrajo una gran población que colonizó estas tierras y encontró trabajo en las jornadas continuas de cargue y descargue de mercancías. *¿Tiene Antioquia entre sus grandes proyectos de desarrollo económico y social una tarea de recuperación de su río Magdalena?*

Río abajo comienza una de las partes más difíciles de la historia de la navegación por el Magdalena. En épocas de verano las aguas están muy bajas y el cauce del río se explaya formando grandes islas y desapareciendo otras.

Los primeros vapores que navegaron por el río usaban como combustible la leña, que consumían en grandes cantidades y a un costo ambiental enorme, lo que contribuyó también a aumentar la deuda con el Magdalena. A partir de 1922 el combustible fue el *fuel-oil*, que los hizo más rápidos y con mayor capacidad de carga. Hacia los años treinta, varios buques fueron movidos con diesel. *Al recuperar la navegación por el río, ¿se ha examinado el tipo de combustible que utilizarán los transportadores?*

La historia oral recuerda en innumerables relatos las experiencias de navegación por el río, una actividad no solo económica, sino también llena de vida, que ofrece transporte a los habitantes de los diferentes puertos, conectando el Caribe con el interior del país, mediante viajes propicios para el disfrute del paisaje, el turismo y el intercambio social, una actividad que murió con el incendio del emblemático buque *David Arango* en enero de 1961. *Me pregunto, ¿cuando se habla de la recuperación del río Magdalena, se ha tenido en cuenta el gran potencial que ofrece para el turismo, la gastronomía, la música, el comercio o su conocimiento y valoración patrimonial por parte de quienes lo desconocen en todo sentido?*

Los estudiosos dicen que el río es aún muy joven y todavía no ha encontrado su verdadero cauce. En tiempo de lluvias, de invierno, la región que va hasta Bodega Central pasando por Cantagallo, San Pablo, Simití y Arenal, en el departamento de Bolívar, se ha convertido en zonas afectadas por grandes inundaciones de un río que ahora no tiene control ni logra regular sus aguas. Por supuesto, no todo es culpa de este río inmaduro. Aquí, de nuevo, como en regiones del bajo Magdalena, el problema ambiental es social y político, generado por la mala y corrupta gestión sobre su cauce; la avanzada de las haciendas que han desecado las ciénagas y roto así las formas naturales de regulación de las aguas; los ávidos señores de la guerra; y el abandono, la pobreza y el caos administrativo de innumerables instituciones encargadas del río, que en lugar de asumir su responsabilidad se la entregan la una a la otra.

## Barrancabermeja, una fuerza laboral

Llegamos a Barrancabermeja, la antigua población de Tora, hoy convertida en un importante puerto y una modernísima refinería de petróleo, en el que buena parte de sus productos salen por el río en grandes planchones. Estamos en el departamento de Santander, que también estableció su conexión con el río Magdalena a través de Barranca y, río abajo, con Puerto Wilches.

Barranca es la puerta de entrada al Caribe. Toda la región está marcada por el río, el comercio de exportación y la explotación petrolera, que atrajo una ingente fuerza laboral compuesta por *bultiadores* o *braceros*, colonos, trabajadores portuarios, del ferrocarril y la naciente mano de obra petrolera, calificada y no, convertida en una importante colectividad obrera que aprendió a organizarse y a luchar por sus derechos laborales y las reivindicaciones sindicales de gran repercusión en todo el país. *Me pregunto, ¿cuál es el papel de Ecopetrol en la recuperación del río, cuál el interés por él de las agremiaciones y sindicatos obreros, por qué no hace parte de sus pliegos de peticiones?*

El recorrido nos lleva hasta Gamarra, en el departamento del Cesar, desde donde se imaginó un cable aéreo que buscó también el Magdalena. Un cable que conectara comercialmente al río con las altas tierras andinas de Norte de Santander, hasta la lejana y aislada ciudad de Cúcuta. El sueño solo alcanzó hasta Ocaña. Los restos de este proyecto están en ruinas y hoy son considerados parte de nuestro patrimonio industrial. De nuevo, la conexión regional con el río: de los Andes a las tierras bajas, *¿se han planteado mecanismos transversales que permitan reactivar o continuar este intercambio de pisos ecológicos, económicos y culturales?*

En toda esta región coincide la preocupación de la merma cada vez mayor de la pesca y su disminución total con los trabajos de navegabilidad del río. Hay preocupación por la población flotante y desconocida que llegue a hacer los trabajos, en los que los nativos no tienen oportunidad, por requerir de mano de obra especializada.

Después de La Gloria encontramos El Banco, “viejo puerto”, lugar de gran evocación y cuya tradición oral y musical está viva y potente, con aires de cumbia representada por la mítica *La piragua* del compositor José Barros. En una curva maravillosa formada por el río está el puerto de El Banco, donde inicia el bajo Magdalena o el *reino de las ciénagas*, como la inmensa de Zapatosa, de cerca de cuarenta mil hectáreas, que llega a través del río Cesar y comunica, por intermedio de ella, a Chimichagua, Chiriguaná y Valledupar con el nororiente del país. *El río viajero, musical que se encuentra con las ciénagas y sube a la montaña. ¿Qué pasa con las ciénagas colmadas de trasmallos? ¿La recuperación del río no contempla el valioso y delicado ecosistema de río-ciénaga donde está comprometida la vida de los peces?*

## Mompox no es un sueño

En El Banco el río se divide en dos ramales, el de Mompox y el de Loba, que conduce hacia Magangué. El brazo de Mompox fue el cauce natural y principal del río que a mediados del siglo diecinueve se fue secando; la mayoría de su caudal tomó entonces por el brazo de Loba, hacia San Martín de Loba, consolidando así la plaza comercial de Magangué.

Mompox es el corazón, el alma del Magdalena, y llegar a ella por él es una experiencia espléndida para sentir el significado histórico que ha tenido el río para Colombia, pero ahora iprácticamente imposible! A escasos 29 metros sobre el nivel del mar, Mompox se constituyó, desde su temprana fundación española, en la primera mitad del siglo dieciséis, en el puerto más importante y estratégico del río para el control y desarrollo de la administración colonial, junto con Cartagena y Honda.

El río perdió su navegabilidad para Mompox a mediados del diecinueve, y los buques a vapor solo llegaban hasta El Banco para desviarse hacia Magangué. Desde entonces, a sus orillas no llegan los numerosos champanes que navegaban por allí entre Cartagena y Honda y la convirtieron en el centro de comercio, bodega y parada obligatoria de la Nueva Granada.

Me atrevería a decir entonces que quien no haya ido a Mompox no conoce ni comprende lo que significó el río en la construcción de la nación colombiana. Este es un lugar potente de memoria y patrimonio mundial (desde 1995), al que hay que visitar una y otra vez para advertir y apreciar su legado. *Me pregunto, ¿qué lugar tiene Mompox en esta recuperación del río, cuando las condiciones de navegabilidad comercial son casi imposibles por este brazo? ¿Quedará por fuera de esta recuperación el centro histórico por excelencia del río, cuyas gentes sufren aisladas el desempleo y ven pocas posibilidades de futuro?* Actualmente, su acceso es todo un laberinto que obliga a numerosas y costosas conexiones. Algunos sueñan con que reabran el aeropuerto, cerrado hace años.

Desde el arribo al puerto se advierte su profunda condición ribereña, su urbanismo hispánico que se adaptó al lenguaje del río, sus bodegas e iglesias asomadas a un río peregrino y pagano. Los templos, así como su joyería, la forja de sus ventanas y las mecedoras, se han elaborado en una delicada filigrana, manufactura de alarifes, joyeros, forjadores y ebanistas que dejan circular el calor y dan a Mompox un estilo único de gran valor cultural. Lo mismo que su Semana Santa mestiza, que recoge a todos los habitantes de

la depresión Momposina, y su gastronomía y su música de río. *Me pregunto, ¿Mompos seguirá aislada en esta recuperación del río?*

De allí se parte para pasar por las poblaciones de San Zenón y Santa Ana y llegar a la boca de Tacaloa, donde los dos brazos se vuelven a juntar. El Magdalena es otra vez un río vigoroso, alimentado aguas arriba por el brazo de Loba, al que le han llegado las aguas de otros dos ríos importantes: el Cauca y el San Jorge. En boca de Tacaloa estamos a 241 kilómetros de la desembocadura, en medio de una llanura aluvial de innumerables ciénagas y pantanos. Los nativos karibes llamaron a este sector del río Karihuaña, “agua grande”. *El Magdalena, un río nombrado y habitado por diversas culturas no es un río homogéneo, ¿será que la recuperación lo contempla?*

## El canal del Dique, la salvación de Cartagena

Río abajo, una vez se deja la población de El Plato y se pasa por el corregimiento de Barranca Nueva y los municipios de Tenerife y Pedraza, entre otras poblaciones, está el puerto fluvial y férreo de Calamar, desde donde es posible tomar la desviación por el canal del Dique hacia Cartagena. El canal es una obra de ingeniería colonial construida en 1650 para conectar a Cartagena con el río Magdalena, asunto que fue y ha sido hasta la actualidad de vida o muerte para la ciudad de Cartagena.

Siguiendo la dirección a Barranquilla, a su desembocadura, conviene resaltar la importancia del río para la ciudad de Cartagena, ya que una vez que se logró la construcción y apertura del canal se convirtió en el principal puerto fluvial de la Nueva Granada por más de dos siglos. El canal logró la conexión de esta zona a través de una red infinita de caños y ciénagas. En 1571 se habían construido, igualmente, caminos de herradura hasta Mahates y de ahí hasta Barranca del Rey, la actual Calamar. Más tarde, en 1894, se construiría el ferrocarril en este mismo tramo de Calamar a Cartagena, con el fin de conectar, a como diera lugar, Cartagena con el río. No obstante, el tren dejó de pasar hace tiempo y Calamar, otrora un puerto estratégico, también ha quedado en el olvido.

Desde el siglo diecisiete hasta hoy, en la zona se han hecho incontables trabajos, y fue a mediados de siglo veinte que se logró un verdadero canal del Dique, el cual se está rectificando y ampliando permanentemente, por más de 100 kilómetros. Por el canal pasa todo el petróleo que se transporta desde Barranca. *¿Qué plan de recuperación o gestión o protección se plantea*



*para esta zona húmeda y pantanosa del canal, adonde se asoman poblaciones como Santa Lucía, Mahates, Soplaviento o San Basilio de Palenque, que desde su situación de precariedad ha mostrado al mundo sus excepcionales huellas histórica, lingüística, política y cultural, siendo declarada entonces patrimonio cultural inmaterial de la humanidad?*

## Barranquilla, la puerta de oro

Río abajo están la población de Zambrano, azotada por las grandes inundaciones y la violencia que se encontró en sus calles, y El Plato, evocadora del relato oral y mítico de su población, en el que un hombre se volvió caimán, signo inequívoco de la cultura anfibia de la zona, del intercambio de pesca por agricultura y ganadería. Cruzamiento de formas de vida, unas veces de río otras en tierra.

Toda la cultura creada en las tierras bajas y también medias y altas del Magdalena viaja por el río para alimentar y llenar de fiesta y vida a la populosa, pujante y cosmopolita ciudad de Barranquilla, que desde la segunda mitad del siglo diecinueve, dada su ubicación estratégica en la desembocadura, se tornó en un puerto fluvial, férreo, marítimo y aéreo de gran importancia para el país. Su actividad comercial, portuaria e industrial mueve casi todas las mercancías que salen de y entran al territorio colombiano por el Caribe. Ha sido la rectora de la navegación por el río y uno de sus principales astilleros. En su vocación de abrir paso hacia el interior y el exterior del país se le denominó, con razón, “puerta de oro de Colombia”. Todos los años, antes de cuaresma, le devuelve al río y a sus gentes, con toda su alegría, un carnaval, ahora también patrimonio cultural inmaterial de la humanidad.

Pero Barranquilla ha abandonado el río, que no se ve ni está presente en el diario vivir de sus gentes. El hotel El Prado es un *hotel con memoria* que comunica una historia y evoca una época. El Prado hizo parte de esa modernidad otorgada por el río y el gran desarrollo de la navegación y las comunicaciones durante los años treinta, cuando se propuso una nueva ciudad bajo modelos urbanísticos de planificación, arquitectura y servicios complementarios con la orientación de Karl Parrish. La huella de la ciudad pujante se deja ver en los barrios alrededor del hotel, en la elegancia de esas casas de muy variados estilos arquitectónicos, con grandes antejardines, numerosos adornos y un lujo que da cuenta de lo que Barranquilla fue durante esos años. *Barranquilla, ¿dónde está el río?*

Llegamos a bocas de Ceniza, cuyo tajamar permite, desde 1935, entrar los barcos por el propio delta del río hasta la ciudad. El Magdalena encuentra su fin entregándole sus aguas al mar Caribe en un intercambio de colores y de historias, mientras sus habitantes pescan con cometa. *El río-testimonio* finaliza aquí este largo viaje, mientras allá arriba, en el páramo, su nacimiento es permanente, para que la historia continúe. *¿Qué historia permitirá la recuperación del río?*

Podríamos comenzar de nuevo desde el delta, en 1501, cuando las huestes de Rodrigo de Bastidas avistaron la desembocadura del gran río. Era el 1 de abril, conmemoración de la conversión de María Magdalena, razón por la cual le dieron este nombre, que lleva hasta hoy. Un nuevo hallazgo de ese río, ya descubierto y ocupado por poblaciones desde hacía más de doce mil años. Pocos años después, Pedro de Lerma (1531), Jerónimo de Melo (1531) y Gonzalo Jiménez de Quesada (1536), asaltarían el río y remontarían su viaje de conquista, río arriba. *¿Qué nuevo hallazgo, qué nuevo descubrimiento hará esta recuperación del río, qué nueva historia tendrán sus gentes frente a esta nueva conquista de encauzamiento y dragado?*

## Bibliografía

- ACEVEDO LATORRE, EDUARDO. 1981. *El río grande de la Magdalena: apuntes sobre su historia, su geografía y sus problemas*. Banco de la República-Biblioteca Luis-Ángel Arango. Bogotá.
- \_\_\_\_\_. (ed.). 1968. *Geografía pintoresca de Colombia. La Nueva Granada vista por los viajeros franceses del siglo XIX*. Litografía Arco. Bogotá.
- ALEMÁN Z., CARLOS. 2010. *En cada casa un piano*. Trilce Editores. Bogotá.
- ALVEAR S., JOSÉ. 2005. *Manual del río Magdalena*. Cormagdalena. Bogotá.
- BAENA, FERNANDO, JOSÉ RAMÓN VERGARA. 1922. *Barranquilla, su pasado y su presente. Anales, efemérides y vida actual de Barranquilla*. Banco Dugand. Barranquilla.
- BANCO DE LA REPÚBLICA. 1963. *Acuarelas de Mark: un testimonio pictórico de la Nueva Granada*. Banco de la República-Biblioteca Luis-Ángel Arango. Bogotá.
- BEJARANO, JESÚS ANTONIO (ed.). 1977. *El siglo XIX en Colombia visto por historiadores norteamericanos*. Editorial La Carreta. Medellín.

- BOY, HERBERT. 1955. *Una historia con alas*. Ediciones Guadarrama. Madrid.
- CAMACHO ROLDÁN, SALVADOR. 1973. *Notas de viaje*. Tomo I. Banco de la República. Bogotá.
- CASTAÑO URIBE, CARLOS. 2003. *Río grande de la Magdalena*. Banco de Occidente. Cali.
- FALS BORDA, ORLANDO. 2002. *Historia doble de la costa*. 2a edición. Universidad Nacional de Colombia-Banco de la República-El Áncora Editores. Bogotá.
- FERRO MEDINA, GERMÁN. 2010. *Río Magdalena: navegando por una nación*. 2a edición. Museo Nacional. Bogotá.
- \_\_\_\_\_. (inv.). 2005. *Vida cotidiana, viajes y política en Antioquia y Caldas. Mis memorias. Justiniano Macía. 1867-1955*. Uniandes-Ceso. Bogotá.
- \_\_\_\_\_. 1994. *A lomo de mula*. Bancafé-Fondo Cultural Cafetero. Bogotá.
- GÓMEZ PICÓN, RAFAEL. 1951. *Magdalena, río de Colombia*. 5a edición. Nuevo Mundo. Bogotá.
- GÓMEZ VALDERRAMA, PEDRO. 1977. *La otra raya del tigre*. Siglo XXI Editores. Bogotá.
- GUZMÁN, ÁNGELA INÉS. 2002. *Honda, la ciudad del río*. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- LAMILLA GUERRERO, ELOÍSA. 1996. *Festival del río y el pescador de Puerto Bogotá*. Inventario de valoración de fiestas de Cundinamarca. Fundación Erigaie. Bogotá.
- MONTAÑA, ANTONIO. 1996. *A todo vapor*. Editorial Nomos. Bogotá.
- MURILLO, AMPARO, et al. 1993. *Un mundo que se mueve como el río: historia regional del Magdalena medio*. Ican-Colcultura-PNR. Bogotá.
- NOGUERA MENDOZA, ANÍBAL. 1980. *Crónica grande del río de la Magdalena*. Fondo Cultural Cafetero. Bogotá.
- PÉREZ ÁNGEL, GUSTAVO. 1977. *Colgados de las nubes: historia de los cables aéreos en Colombia*. Bancafé. Bogotá.
- PÉREZ ARBELÁEZ, ENRIQUE. 1949. *Hilea magdalenesa: prospección económica del valle tropical del río Magdalena*. Imprenta Nacional. Bogotá.
- PLAZAS, FRANCISCO DE PAULA. 1950. *Villavieja, ciudad ilustre: aspecto histórico y genealogías de Villavieja*. Dirección de Educación Pública. Neiva.

- POSADA CARBÓ, EDUARDO. 1989. “Bongos, champanes y vapores en la navegación fluvial colombiana del siglo XIX”. *Boletín Cultural y Bibliográfico*. 21. Banco de la República. Bogotá.
- POVEDA RAMOS, GABRIEL. 1998. *Vapores fluviales de Colombia*. Tercer Mundo Editores. Bogotá.
- RIVERA, JOSÉ EUSTASIO. 1921. *Tierra de promisión*. Casa Arboleda y Valencia. Bogotá.
- SAMPER G., DIEGO, DAVID E. PEÑAS, ALBERTO CORRADINE. 1995. *Mompox, isla en el tiempo*. Diego Samper Ediciones. Bogotá.
- SANTAMARÍA, GERMÁN. 1986. *Ambalema*. Compañía Agropecuaria e Industrial. Cali.
- USECHE LOSADA, MARIANO (ed.). 1995. *Caminos reales de Colombia*. Fondo FEN Colombia. Bogotá.
- VARGAS MOTTA, GILBERTO. 1987. *Breviario del Huila y otros escritos*. Ediciones Los Cábulos. Neiva.



Fotos: Germán Ferro Medina.



LAS ARENAS  
DEL MAGDALENA  
Y LAS PLAYAS  
QUE DEPENDEN DE ELLAS

José Vicente Mogollón Vélez

Foto: Nicolás Vargas Ramírez.

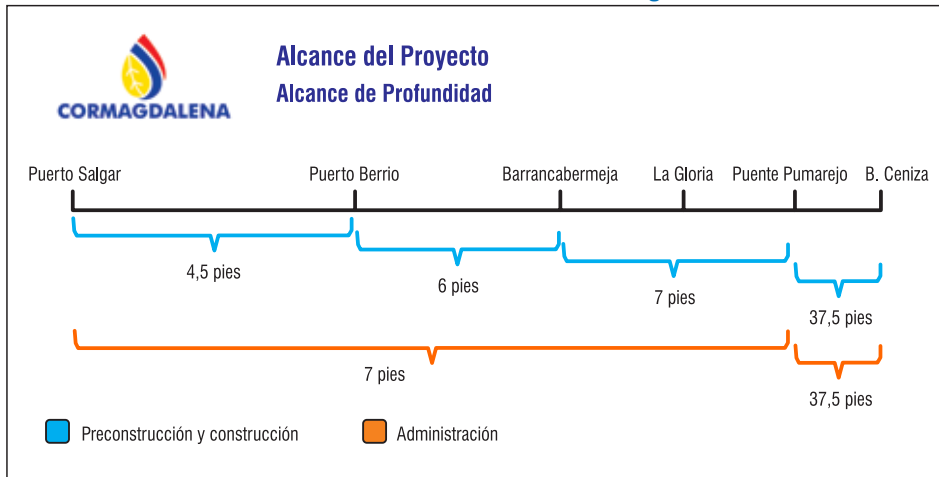
## Consideraciones preliminares

**A**gradezco al Foro Nacional Ambiental y a la Friedrich-Ebert-Stiftung (Fescol) la invitación a participar en esta serie de tres foros públicos, en los que nos preguntamos “¿Para donde va el río Magdalena? Riesgos sociales, ambientales y económicos del proyecto de navegabilidad”.

Cormagdalena, la entidad responsable, poco ha divulgado a la ciudadanía lo que piensa construir, habiendo mantenido sus cartas muy guardadas. De acuerdo con información dada hoy, 14 de abril de 2015, en Bogotá, por Carlos Núñez de León, director encargado de esta corporación, le entregó a las firmas interesadas en participar en el proceso licitatorio de “diálogos competitivos” que adelantó, unos términos de referencia elaborados por la empresa Emdepa, cuyas líneas técnicas y aspectos ambientales básicos tampoco han sido divulgados. Según el director (e), este documento estableció unos requisitos generales, por los cuales el estado cancelará importantes sumas al concesionario: un “calado mínimo” inicial de 4,5 pies entre Puerto Salgar y Puerto Berrío y de 6 pies entre Puerto Berrío y Barrancabermeja; luego, de 7 pies entre Barranca y la desembocadura del río Magdalena, hoy 22 kilómetros al norte de Barranquilla. No obstante, en el gráfico 1 se advierte que en la etapa de “Administración”, todo el trayecto desde Puerto Salgar hasta el inicio de la zona portuaria tendrá 7 pies, y de allí en adelante, 37,5 pies de profundidad.

También según palabras del mismo director (e), los términos de referencia de Emdepa sirvieron para guiar a la entidad gubernamental en el desarrollo de sus “diálogos competitivos” con las empresas interesadas y, finalmente, para negociar una fórmula de alianza público-privada con el consorcio Odebrecht-

Gráfico I. Profundidades “meta” de Cormagdalena



Valorcon, responsable de tramitar y obtener las licencias y los permisos ambientales que se requieran para adelantar las obras. En términos generales, se conoce que las obras tendrán características aparentemente sencillas pero difíciles de verificar, y menos de fotografiar, teniendo en cuenta la turbidez del Magdalena, porque los espolones quedarán sumergidos y los dragados, por definición, tampoco serán visibles. Los organismos de control, las “ías”, la prensa y la ciudadanía, se verán obligadas a alquilar lanchas con ecosonda desde ya, para ver el antes y el después de las profundidades.

Los concesionarios, que tendrán la responsabilidad del río hasta mediados de 2027, han propuesto construir espolones sumergidos en los 256 kilómetros entre Puerto Salgar y Barrancabermeja para encauzarlo hacia un canal navegable que se formará en el centro del río; se supone que estos espolones sumergidos conducirán la corriente hacia dicho canal navegable, en un ancho que garantice buenas condiciones de navegación diurna y nocturna a convoyes en doble vía.

Entre Barrancabermeja y el inicio de la zona portuaria de Barranquilla, los concesionarios dragarán con dragas de succión un canal navegable en el centro del río, con siete pies de calado, que también garantizará las mencionadas condiciones a la navegación. Desde el inicio de dicha zona portuaria hasta la desembocadura, Odebrecht-Valorcon dragará hasta lograr las profundidades que se requieran para asegurar la competitividad del puerto, luego de una profundidad inicial de 37,5 pies (aunque se ha dicho que la propia



desembocadura tendrá 40 pies, lo lógico es que se drague hasta lograr la profundidad óptima necesaria). Se ha dicho también que todo el sistema tendrá un manejo satelital que permitirá la navegación durante 24 horas al día, 365 días al año.

La pregunta formulada por este foro público, “¿Para dónde va el río?”, tuvo respuesta unánime: “para saber a dónde va, debemos saber primero de dónde viene”; es decir, cuál ha sido su historia natural, cuáles las obras antrópicas anteriores y cuáles los efectos probables de las proyectadas obras “de recuperación” mediante su encauzamiento integral, desde Puerto Salgar hasta Barrancabermeja y Barranquilla.

Mis colegas han mencionado sus posibles impactos sobre diversos aspectos de ingeniería hidráulica, sedimentología, geología, biología, transporte, la pesca y las comunidades.

Foto 1. Tajamar



Fuente: [www.pac.com.co](http://www.pac.com.co).

La recuperación del flujo de arenas hacia el suroeste es visible hace varios años. Tanto, que se observa la creación por las arenas del río de una flecha o gancho de arena al oeste del tajamar occidental, que ya mide 1,4 km de largo 0,5 de ancho; también, las playas de Puerto Colombia se han recuperado.

Este ensayo se concentrará en un aspecto olvidado: los posibles efectos sobre las playas al este y suroeste de la desembocadura del río Magdalena, teniendo en cuenta algunos eventos notables que han cambiado la geografía de las playas desde el siglo dieciséis y que registraron la cartografía colonial y la republicana. Es más, sabiendo que las obras anteriores a la proyectada han tenido repercusiones graves y notorias sobre las playas tanto del Parque Salamanca-Tasajera-Ciénaga, Magdalena, como sobre el litoral Puerto Salgar-Puerto Colombia-Cartagena, nos preguntamos cuáles serían los nuevos impactos que tendrán las obras que acometerá Odebrecht-Valorcon. Advertimos que la respuesta es necesariamente especulativa, porque los analistas invitados a este Foro no hemos tenido información detallada suficiente del proyecto, como ya hemos dicho y conviene insistir.

Por esta misma razón, y para tratar de prever el riesgo y mitigar los posibles impactos futuros no intencionales de las obras de “recuperación del río Magdalena”, es importante dar un vistazo a lo que ha sucedido en el pasado con las playas, por causas naturales y por obras anteriores, como fueron los espolones construidos entre 1926 y 1936, que lanzaron las arenas del río a las profundidades del cañón submarino, negándoselas a las playas, “por accidente”, como veremos luego. Para mitigar estos daños pasados y futuros, es indispensable que el gobierno nacional reconozca –por ley si es menester– que las responsabilidades de Cormagdalena incluyen las playas que dependen de las arenas del río. Cuando se construyeron los tajamares entre 1926 y 1936, y años más tarde, sus diques direccionales y seis espolones de estrechamiento complementario, se redujo notablemente su sección de casi 878 a 430 metros, con ellos, la velocidad en su desembocadura, de tal manera que el río fue capaz no solamente de romper la barra submarina que bloqueaba la entrada al río, sino también de lanzar sus arenas al cañón submarino que desciende en picada al plano abisal de Colombia. Este efecto dejó sin arenas por varias décadas a la costa al suroeste, que se nutrió de las flechas o ganchos como isla Verde, que formaba la histórica bahía de Sabanilla, y como la Galera de Zamba, que formaba la bahía de Zamba en la frontera del departamento del Atlántico con el de Bolívar. Si las nuevas obras de encauzamiento y canalización producen el mismo efecto de aumentar la velocidad de salida del río, Cormagdalena deberá legalmente asumir a nombre del gobierno nacional la responsabilidad por los daños que se causen a las comunidades playeras entre Puerto Colombia y Cartagena. Por ejemplo, haciendo los estudios del caso para construir los espolones y demás obras que se requieran para defender las playas, de las cuales hoy dependen no solo centenares de miles de empleos

sino el mismo proceso de integración urbanística de las dos ciudades por la Vía del Mar.

Que la estrategia de Cormagdalena con respecto a las obras sea cautelosa es comprensible. Al no revelar los detalles de su proyecto, se blinda contra posibles reparos ambientales, de cuestionamientos de los ingenieros hidráulicos que han manifestado tesis contrarias y de las posibles funciones de advertencia de las también llamadas “ías”. Tristemente, del Ministerio de Ambiente no hemos escuchado nada hasta ahora, pero esperemos antes de juzgar si exigirá a esta megaobra el proceso de licenciamiento ambiental de ley y de sentido común, por tratarse de una de las más grandes que el país acomete en su historia.

Parece que la divisa de Cormagdalena en este proyecto ha sido la de *larvatus prodeo*, como decían los generales romanos que avanzaban con sigilo, escondidos tras una máscara para no revelar secretos que pudieran alertar al enemigo o a los propios ciudadanos de Roma. Táctica que luego fue muy practicada por espadachines venecianos, y con mayor altura, por muchas figuras históricas que tuvieron que esconderse, como Descartes en Holanda en el siglo diecisiete y Salvador Dalí durante las guerras en el siglo veinte.

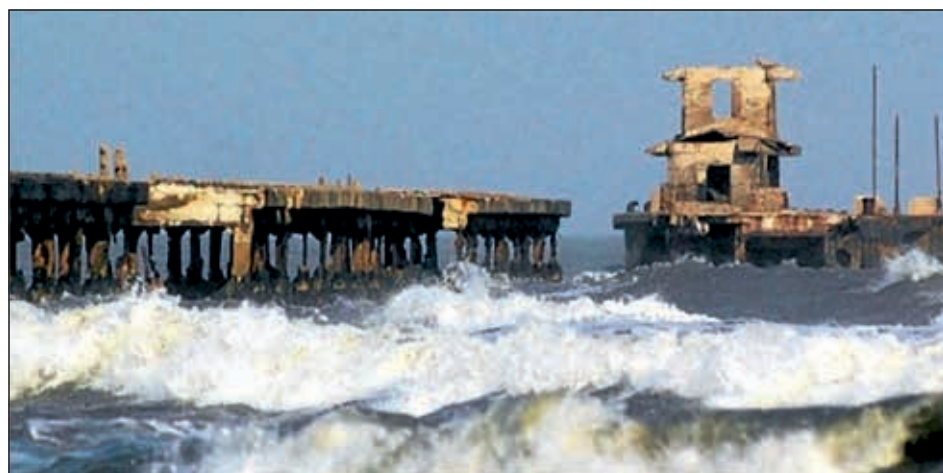
## La trazabilidad histórica de los impactos del río

Describiré ahora la historia de la influencia que el río Magdalena ha tenido sobre las playas entre Puerto Salgar, Puerto Colombia y Cartagena y sobre las playas hacia el oriente, aquellas entre el tajamar Oriental, la hoy desaparecida boca del Río Viejo (hoy parque Salamanca) y el kilómetro 28 de la carretera Barranquilla-Ciénaga. Las fuentes son indiscutibles: mapas españoles, franceses, ingleses, holandeses, neogranadinos y colombianos, tanto de la Colonia como de la República, de distintos siglos, hechos por geógrafos, pilotos de barcos e ilustres ingenieros de fortificaciones, que se conservan en archivos como el Nacional, la Biblioteca Luis-Ángel Arango, el Archivo General de Indias de España, el Museo Británico y otros de igual prosapia. También hemos contado con la información de sólidas obras de historiadores e ingenieros expertos tan distinguidos como Enrique Marco Dorta, Eduardo Lemaitre, Jorge Borda Palma, Juan Darío Restrepo, Manuel Alvarado, Max Jacobo Moreno y la pléyade de distinguidos oceanógrafos nacionales y extranjeros afiliados al CIOH (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe), que en 2003 concluyeron su trabajo sobre la costa al este del tajamar oriental.

Parte de las arenas que bota el río al mar son repartidas por los alisios a lo largo de esas dos costas, mediante el fenómeno natural que se conoce como “la deriva litoral”. El transporte de las arenas se produce por un fenómeno de erosión causado por el oleaje y simultáneamente, por el aporte de nuevas arenas provenientes de la desembocadura del río. En ocasiones el ritmo de erosión y acrecimiento de las playas es estable, pero cuando falta el aporte de las arenas del río, el oleaje, solo, erosiona; decimos entonces en idioma de la calle que el mar “se comió la playa”, fenómeno que fue común al norte de Cartagena entre los 80 y 90 del siglo pasado. Cuando el aporte del río no llega porque se fue al abismo del cañón submarino, el mar solo quita, porque la deriva no tiene material para transportar y reemplazar la que se lleva.

Los tajamares que hicieron navegable la entrada hasta el puerto de Barranquilla han tenido desde 1926-1936 ese efecto sobre las playas vecinas, y en especial, sobre las de Salgar y Puerto Colombia. Todavía se quejan de ello sus autoridades y residentes. La respuesta oficial de Barranquilla a su antigua socia en la creación de la “Puerta de Oro de Colombia”, la antigua y desaparecida bahía de Sabanilla y Puerto Colombia, ha sido siempre que las obras causantes están fundamentadas en intereses superiores de la región metropolitana (aún recuerdo el tajante escrito en *El Tiempo* del insigne ingeniero Jorge Borda Palma del 7 de julio de 1983, en el cual demostraba paciencia didáctica y patriotismo acendrado).

Foto 2. Muelle de Puerto Colombia



Fuente: [www.diarioadn.com](http://www.diarioadn.com)

Las playas dependen del río que les aporta las arenas. Son vulnerables por lo tanto al impacto de las obras que modifican la salida al mar de estas arenas. Muchos en el Atlántico, Magdalena y Bolívar nos preguntamos, en la coyuntura actual, si este fenómeno ha sido considerado en el marco de los estudios de referencia de la mal llamada “recuperación del río Magdalena”. Digo “mal llamada” porque la misión institucional de Cormagdalena, que no es autoridad ambiental sino ente público de desarrollo económico con responsabilidades ambientales (como cualquier otro ente público), no es la recuperación natural o ambiental del viejo río Magdalena. Su objeto legal, contemplado en el artículo 331 de la Constitución política que ordenó su creación y en la ley 161 de 1994 que la fundó, no es la recuperación del río: su responsabilidad central es la recuperación de la navegación. Es decir, de la “navegabilidad” del río, pero ya no para las embarcaciones que lo surcaban cuando el río tenía un monopolio natural de toda la comunicación entre la costa Caribe y el interior; ya no para los cayucos indígenas o los antiguos champanes y bongos que calaban 20 centímetros o para los pequeños vapores del siglo diecinueve y principios del veinte, que calaban un metro. En este aspecto, la palabra “recuperación” tanto del río como de la navegación es engañosa, puesto que no se recuperará el río –no se reforestarán sus escarpadas laderas, no se cerrarán las canteras ni la minería ilegal que hiere sus cuatro laderas ni se frenará la ganadería vertical, entre otras actividades destructivas que agravan sus peligrosas geologías y su régimen de lluvias– ni tampoco se “recuperará la navegabilidad” para las embarcaciones que lo surcaban antes.

De lo que se trata ahora es de habilitar al río para que lo puedan navegar, en toda época y veinticuatro horas al día, los grandes convoyes, estilo Mississippi, de múltiples botes amarrados que calan siete pies, impulsados por enormes remolcadores, porque estos equipos serán capaces de lograr aquellas importantes economías de escala que, sin duda, permitirán que la navegación por el río y el transporte multimodal sean competitivos frente a las autopistas de cuarta generación y futuras líneas férreas que se construyan. Es decir, de construir un nuevo río, con un canal navegable desde Barranquilla hasta Puerto Salgar.

La intención del Constituyente de 1991 y del legislador de 1994 sigue siendo hoy de una claridad meridiana: lograr que el río sea hoy competitivo, para que pueda recuperar el papel de “arteria de la patria” que tenía cuando era monopolio, es decir, de cuando era el único medio de comunicación entre la costa Caribe y el interior del país. El concesionario se ha comprometido a construir en el centro del río el mencionado canal navegable mediante obras

rígidas como diques direccionales y espolones sumergidos, y obras blandas como dragados de encauzamiento. Cobrará no por los metros cúbicos dragados, tal como lo explicó varias veces Carlos Núñez, director (e) en ese entonces, sino por mantener las condiciones de navegación durante los tiempos que establece el contrato. Deberá entonces el concesionario garantizar que sus aguas se concentrarán en el canal navegable y tendrán, por lo tanto, una mayor velocidad, para obtener así el efecto de auto-dragado que produce un mayor caudal.

Es claro que Cormagdalena pagará por el logro de unas metas y no por los metros cúbicos dragados. Implica esta modalidad contractual que los aportes del estado cubrirán, en los cálculos de la apuesta de Odebrecht-Valorcon, los costos tanto de las obras sumergidas como de los dragados, más su utilidad operacional. También del mantenimiento de las condiciones de profundidad pactadas. Lógicamente, la calidad de la interventoría será crucial para el desarrollo de esta alianza público-privada durante los próximos 13,5 años a partir del inicio, que será a mediados de 2015.

Según un video promocional de Odebrecht-Valorcon que nos hizo llegar Thomas Walschburger, asesor científico de TNC, y participante de este Foro, la parte media del río en los 256 kilómetros desde Puerto Salgar hasta Barrancabermeja, será des-trenzada con espolones sumergidos, en forma de V abiertas en el centro, que apuntan aguas abajo. Así, las aguas que normalmente corren por varios cauces serán encauzados en su mayor parte hacia el canal navegable en el centro del río. Desde allí hasta Barranquilla –la parte baja del río– se dragará y mantendrá un canal central que permita el paso en toda época de los grandes convoyes de carga multimodal mencionados. Durante 13,5 años el concesionario deberá mantener ese canal navegable con siete pies de profundidad hasta donde el río, de manera natural, se profundiza. Pero deberá mantener también la profundidad en la desembocadura que requieran los puertos marítimos ubicados en ambas orillas de la gran “arteria de la patria”, de mínimo 40 pies, para que puedan competir con los demás puertos naturales profundos del Caribe. Distinto a los dragados, entendemos que el consorcio Odebrecht-Valorcon no tendrá que invertir en los tajamares principal y oriental, que ya fueron suficientemente ampliados, corregidos y complementados en las últimas décadas, para angostar al máximo la desembocadura del río y así acelerar su flujo.

La meta general de Cormagdalena es, en suma, la de abaratar los costos del transporte fluvial mediante la conquista de grandes economías de escala,

de manera tal que el nuevo canal navegable pueda competir con las carreteras y con el ferrocarril paralelo al río Magdalena. Numerosas empresas fluviales y portuarias nacionales y extranjeras, de la mano del gobierno, han iniciado proyectos de navegación y de transporte multimodal. Uno de los más ambiciosos es el de la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, que ha adquirido en Gamarra un sitio importante para instalar allí una operación de trasbordos. Una gran empresa extranjera, Impala Terminals, filial de la multinacional suiza Trafigura, ha traído equipos y también ha adquirido varios proyectos portuarios en distintos puntos del río; ha invertido mil millones de dólares en su apuesta.

### La parte ambiental: “licenciar o no licenciar, esa es la cuestión”.

Todo el esfuerzo de Cormagdalena se encamina a lograr revivir el uso del río, pero no para las embarcaciones que lo surcaban cuando era monopolio, sino para los grandes convoyes, estilo Mississippi. Desconocemos si se han estudiado los impactos ambientales de las obras. Hasta el momento de escribir estas notas, ignoramos dónde quedarán los botaderos en los cuales será depositado el material dragado. Aunque, otorgándole a Cormagdalena el beneficio de la duda, quizás este detalle aún no ha sido considerado porque será de competencia del concesionario. En todo caso, las autoridades ambientales ya no permiten que las dragas de succión descarguen por tubería lo dragado hacia ciénagas o humedales paralelos a los cuerpos de agua. Abrigamos la esperanza de que luego de este Foro, tan importante asunto sea esclarecido por el Ministerio de Ambiente. Serán muchos los millones de metros cúbicos de arenas que anualmente tendrán que dragar para mantener el cajón central navegable entre Barrancabermeja y Barranquilla.

Nos preguntamos dónde se botarán.

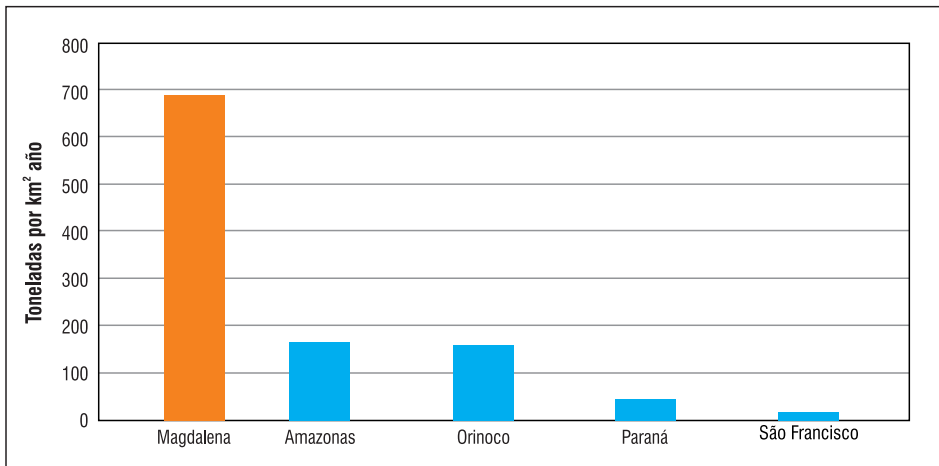
Para dimensionar el tamaño del problema, comparemos: el mantenimiento anual del Dique requiere dragar 750.000 metros cúbicos de arenas entre Calamar y Santa Lucía, más 450.000 de lodos y limos en la punta del delta de Pasacaballos, en la pura mitad de la bahía de Cartagena, entre la flamante refinería ampliada de Ecopetrol y actualmente a dos mil metros del canal navegable del puerto marítimo. Es decir, 1'200.000 metros cúbicos para garantizar su navegabilidad. Los sedimentos de Calamar hoy se devuelven al río; los de la bahía se depositaban, hasta hace poco, en las lengüetas del delta.

Según Cormagdalena y otras autoridades, los sedimentos que acarrea el río se componen, en un 15%, de “material de arrastre”, es decir, de arenas; el restante 85%, son finos en suspensión, que solamente se precipita al fondo en ciénagas quietas o al salir a cuerpos de agua salada, o al propio mar, donde la sal los floclula eventualmente. Según Guillermo Díaz, del CIOH, los sedimentos que son transportados por la deriva litoral son 90% arenas y 10% finos en suspensión. El profesor Manuel Alvarado advierte que por cada metro cúbico de agua que transporta el Magdalena, lleva 900 gramos de sedimento, lo cual coloca a nuestro río en octavo puesto mundial en la relación de gramos de sedimento por metro cúbico de agua que bota al mar.

El río Magdalena recoge y transporta, por kilómetro cuadrado de cuenca, cinco veces más sedimentos que el río Amazonas, y diez veces más que el Paraná (gráfico 2). Como ha dicho tan elocuentemente el profesor Juan Darío Restrepo, ello se debe a la suma de factores de geografía, topografía, geología, pluviometría, demografía y cultura, que hacen que nuestra “arteria de la patria” transporte anualmente casi 30 millones de metros cúbicos de arenas y 170.000 de finos en suspensión hasta su desembocadura en el mar Caribe.

Respecto a los dragados, creemos que existe una situación legal absurda: la autoridad ambiental tiene competencia para decidir sobre el destino del material dragado –el permiso de descarga o de “botadero”– pero *no* sobre

Gráfico 2. Tasa de erosión



Fuente: datos de Juan Darío Restrepo Ángel. 2011. *Revista Eafitense*. 102: 24. Gráfico por cortesía de Camilo Escallón Herkratz, Ph.D.



los mal llamados “dragados de mantenimiento”; en este caso, como se trata de la “recuperación del río”, se pretende que la autoridad ambiental acepte que los dragados son de mero mantenimiento, sin nunca explicar al público los métodos y lugares para la disposición del material dragado. Pero claro, la base del cuento es un juego de palabras. Los dragados, que son la actividad principal y central, aparentemente no requieren licencia ambiental gracias a que se califican como “de mantenimiento”, una decisión reciente, hecha a la medida. Pero el problema ambiental no lo crea el dragado: lo grave es dónde se botan las arenas, y los lodos y los limos del fondo del río. Es posible que el material dragado sea depositado en las orillas del propio río, sin mojar la tierra firme, para permitir que las arenas estrechen su cauce y para que los finos en suspensión sigan su viaje al mar Caribe.

Entendemos que las obras de dragado del Magdalena que adelantará Odebrecht-Valorcon pretenden estar confortablemente cobijadas por esta nueva reglamentación de la Anla que permite que se adelanten los dragados de canalización nueva como si fueran de mantenimiento, y que deja el problema de dónde ubicar los botaderos de material dragado a las CAR; rogamos ser corregidos si nos equivocamos, como es probable, en tan crucial aspecto de las obras. Su propósito verdadero es hacer posible la navegación del río por grandes convoyes, y no, como se ha dicho, para lograr la “recuperación del río”. Que son dos cosas bastante distintas.

Porque para lograr la cabal “recuperación del río”, y no solamente habilitarlo para lograr su navegación por convoyes del siglo veintiuno, sería necesario acometer un plan integral, que contemple primero reforestar toda su cuenca hidrográfica, frenar en seco su minería ilegal y meter en cintura todas aquellas actividades humanas que generan grave erosión y polución. Y aun así, tememos que un conjunto de factores bien conocidos –como la abrupta topografía de las tres cordilleras, la geología joven, el rico régimen de lluvias que genera fuertes escorrentías en las cuatro escarpadas laderas andinas que drenan a la cuenca hidrográfica Magdalena-Cauca, donde habitan y escarban el 80% de los colombianos– haría muy difícil cualquier esfuerzo aislado de verdadera recuperación ambiental.

No nos cabe duda: Cormagdalena sí cumple con su función constitucional y legal, que es la de luchar para tener un canal navegable todo el año. Obedece fielmente a la Constitución y a la ley. Por lo tanto, el “*double-speak*” orwelliano sobra. Las cosas deben llamarse por su nombre. Claramente, se trata de una obra de canalización que se agazapa como “obras de encauza-

miento”, porque teme a las implicaciones legales ambientales de la palabra “canalización”. Pero es mejor, como aconseja la sabiduría popular, “decirle al pan, pan y al vino, vino”, y “darse la pela” de contar todo lo necesario para conseguir la licencia ambiental; es un camino tal vez más largo, pero mucho más sano para el manejo de obras públicas en el río Magdalena, alrededor del cual viven el 80% de los colombianos.

Resta preguntar, ¿y el Ministerio de Ambiente, cumple aún con su función? Sospechamos que esos son lodos de otro costal, porque no se ha visto ningún protagonismo de sus más altos funcionarios ni en este Foro ni en ningún otro escenario ambiental pertinente hasta la fecha; no obstante, esperamos que el Ministerio se pronuncie pronto al respecto.

## Llegamos al Dique

En este punto de nuestro viaje río abajo –parece que ya llegamos a Calamar– es menester mencionar que los estudios del canal del Dique por \$55.000’000.000, necesariamente mucho más completos que todos los anteriores, son adelantados mediante delegación de Cormagdalena por el Fondo Adaptación. Se encuentran, después de diecinueve meses de actividades, casi terminados, y en etapa de definición de alternativas. Según palabras del director de dichos estudios en la Asamblea de Camacol en Cartagena en marzo, ampliamente divulgadas y comentadas por la prensa, las tres alternativas contempladas por el Consorcio Dique para corregir los daños ambientales a ciénagas, bahías y corales, que ese brazo artificial del Magdalena ha causado, mejorarán la navegabilidad del canal de manera significativa. Hoy en día el Dique es navegable tan solo ocho o nueve meses al año, mientras que con las anunciadas obras de control de inundaciones, caudal y sedimentos, mejorando la navegación con esclusas en paralelo, será transitable por grandes convoyes durante el 95% del año, sin requerir dragados de mantenimiento, que cada año, con el incremento de la urbanización del suelo y por factores netamente ambientales, son cada vez más costosos y difíciles de manejar.

La disposición del material dragado es asunto de gran preocupación por los volúmenes involucrados y porque sus efectos serán nocivos en cualquier parte del planeta donde se pretendan colocar. Botar mar afuera millones de toneladas de sedimentos muy seguramente contaminados ya no es una opción que resista un análisis ambiental serio, y que más temprano que tarde le traerá problemas internacionales al país.

En resumen, el proyecto esbozado por el Consorcio Dique para la vía acuática incluye obras de control de inundaciones, de caudal y precisamente, de sedimentos, con esclusas en paralelo para la navegación mayor; manejo especial para la navegación menor; escaleras para peces; y una pequeña central hidroeléctrica a filo de agua. Evitará dragados de mantenimiento rutinario anuales. El gobierno decidirá pronto al respecto.

Encima, ya deben estar en plena construcción muchos diques laterales (la etapa “cero”) para proteger el antiguo distrito de reforma agraria del sur del Atlántico, zona de antiguas ciénagas que fueron desecadas por el Incora en los sesenta, para que las escenas dantescas de fines de 2010 y principios de 2011 no se repitan, cuando las aguas del Dique inundaron centenares de hogares en varios municipios. Por último, serán construidas como complemento a la nueva infraestructura, diversas obras de amplio beneficio social, ambiental y humanitario para las comunidades pobres de sus orillas, ciénagas y bahías en Bolívar, Atlántico y Sucre.

No sobra advertir que estas obras, las primeras de su clase en Colombia, despertarán la curiosidad de muchos colombianos que las querrán conocer, tal como ocurre con las esclusas del canal de Panamá. Estas, ciento un años después de su construcción, siguen siendo visitadas por centenares de turistas diariamente. Calamar, Mahates y Puerto Badel podrían tener turismo todo el año, y el propio canal también podría ser visitado por buques repletos de pasajeros que quieran vivir la experiencia de subir al Magdalena o de bajar a la bahía de Cartagena por modernas esclusas. Las ciénagas restauradas y accesibles y sus puertos tendrían tantos visitantes como hoy tiene el PNN Corales de Barú, Rosario y San Bernardo.

Es lógico pensar entonces que debe existir coordinación entre las dos grandes obras del gobierno, las del río y las del Dique, es decir, entre Cormagdalena y el Fondo Adaptación. Porque si el material dragado en el río Magdalena para la construcción y mantenimiento del canal central de navegación “se bota” al propio río, las obras de control de inundaciones, caudal y sedimentos entre Calamar y Santa Lucía deberían estar terminadas antes o por lo menos en plena construcción. Solamente así se podría impedir la entrada al Dique, y a sus ciénagas y bahías, de parte de esos millones de metros cúbicos de arenas y finos en suspensión que, indudablemente, acelerarían su ya grave sedimentación. Las ciénagas –antes profundas y saladas, con manglares casi hasta San Estanislao, a 25 kilómetros del río, icon profundidades de 54 pies!– ya han recibido desde 1923 buena parte de los 80’000.000 de metros cúbicos

dragados por succión, botados por tubería en ellas durante la construcción y el mantenimiento del propio canal. Pero los metros cúbicos adicionales de los dragados del Magdalena para construir un cajón central navegable incrementarían de manera egregia también el daño ambiental ya sufrido por las bahías de Cartagena y Barbacoas, con influencia directa de ambas sobre los arrecifes coralinos del Parque Nacional Natural Corales del Rosario.

La loable e histórica apuesta de Cormagdalena y del sector privado fluvial y portuario –que tiene pleno apoyo nacional y regional– es la de poner a funcionar un sistema multimodal mar-río-autopista-río-mar para transportar, de manera competitiva frente a las vías, oleoductos y rieles, por ejemplo, cereales de importación o coque de exportación, hidrocarburos, químicos líquidos y contenedores en ambas direcciones. Se pretende con ello algo muy serio: liberar al sector de la navegación mayor de la dorada prisión contractual que ha sufrido desde 1958. El transporte de hidrocarburos entre las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena, ambas hoy de propiedad de Ecopetrol, ha sido el 80% del movimiento de carga por el río. Lo que no gusta es que se pretenda hacer todo lo anterior sin estudiar la manera de corregir y mitigar en el río y en los dos litorales al este y al oeste de su desembocadura, sus diversos e inevitables impactos ambientales.

## ¡Albricias! Salimos del Dique. Y regresamos al romántico río

El asunto del transporte fluvial apasiona al país, por su esencia nostálgica, irresistible, y más si es el de pasajeros. Desde la década de los cincuenta del siglo pasado el transporte de pasajeros abandonó los románticos vapores del río. Claro, ya no recordamos la lentitud, la “caló” y los mosquitos, sino el romance de los amaneceres y atardeceres. El público desde los cincuenta del siglo pasado prefirió la rapidez del bus y del avión, con lo cual los meses y semanas de navegación se disminuyeron a horas de buses y, en algunos recorridos, a minutos de vuelo. La carga general entre los puertos y fábricas del Caribe y el interior y viceversa se desvió también desde entonces a los camiones, aun cuando las carreteras troncales carecían de pavimento. Al respecto, recordemos que en 1960, había menos de 3.000 kilómetros pavimentados en todo el país. Pero aun así, el río se quedó sin carga general, que no se beneficiaba –excepto en contadas excepciones– con la característica virtud del “puerta a puerta” del transporte de hidrocarburos entre las refinerías de Mamonal y Barranca.

Las tractomulas de hoy en día son más eficientes que los viejos Dodge, Ford y Mack de la posguerra, pero –mala suerte de la economía colombiana, que tiene los fletes internos más caros del mundo– sus agremiaciones hoy son tan asfixiantes como lo fueron en su día las cerradas hermandades de bogas de champanes o los sindicatos de braceros que prosperaron entre la mitad del siglo diecinueve y la mitad del veinte, en la “era dorada” del monopolio del río Magdalena. Curiosamente, en la rápida conversión en los años cincuenta del siglo veinte de transporte fluvial a terrestre de pasajeros y carga general, pesaron más factores como velocidad, seguridad, comodidad y entrega puerta a puerta, que el costo mismo del servicio. El incendio en Magangué en 1961 del *David Arango*, el más lujoso y cómodo vapor de pasajeros del río, se ha vuelto emblemático. Marcó el triste fin de una era. Muchos de los que fuimos jóvenes en los cincuenta y sesenta del siglo pasado, por culpa de los aviones y buses, nos privamos de apreciar lindos atardeceres en gratas compañías y de ver los caimanes asoleándose en las playas del río, como recordaba el gran Calibán, abuelo paterno de nuestro actual presidente.

La tragedia económica del río sin oficio también obligó a vender para chatarra la mayor parte de la enorme flota fluvial decimonónica que tuvo Colombia tanto en Barranquilla como en Cartagena, Barrancabermeja y Puerto Berrío. Lo mismo sucedió en el río Cauca, vía que también gozó durante años de un monopolio natural. Cuando comprendemos que el transporte fluvial por el Magdalena se volvió obsoleto por culpa de la revolucionaria innovación que representó la competencia terrestre de los camiones por las carreteras troncales y la aérea de los DC3 y DC4, con nuevos aeropuertos como Eldorado, Olaya Herrera y Soledad, entendemos que no fue solo el gobierno quien abandonó al río. Lo dejó su sufrida clientela cautiva, la gente, tal como había abandonado a la carreta de mulas, a los coches de caballo y a tantos otros medios de transporte obsoletos. No solamente por comodidad, sino por el factor más escaso en el mundo de hoy, como es el tiempo. La verdad es que el río y el Dique, simplemente, no pudieron competir con las carreteras y con los aviones, a pesar de los cuantiosos presupuestos invertidos en su mantenimiento por el Ministerio de Obras, luego de Transporte, por medio de Adenavi y de la Junta de Conservación del Dique. Es bueno reconocerlo porque la nostalgia por el río, hábilmente estimulada haciendo caso omiso de los calores, encallamientos y mosquitos, no debe sustituir a la realidad de la historia.

Si reconocemos esta sencilla verdad, resulta fácil comprender que la única carga de gran volumen que se transporta desde 1958 por el río, la de hidrocarburos, es también un servicio “puerta a puerta” entre las refinerías de

Barrancabermeja y Cartagena. Y tampoco resulta extraño –por aquello de la nostalgia, del guayabo– que el gobierno prefiriera reemplazar en 1980 el viejo oleoducto de la Andian (que había sido inaugurado en 1926) que modernizarlo, porque con esa decisión le hubiera negado al río su única posible fuente de vida y actividad de importancia. No favorecer al transporte fluvial hubiera contrariado la desmemoria de varias generaciones de colombianos que, aún sin tiempo para andar en el *David Arango*, lamentaban el rápido ocaso de la navegación por el río, de viajes que en algunos momentos les parecieron una extensión de la vida social de los clubes de Medellín y Bogotá, que continuaba, ya sin mosquitos y sin encalladas, a bordo de los buques de la Grace Line entre Puerto Colombia o Cartagena y Nueva York.

Apoyamos con entusiasmo la idea de darle una segunda oportunidad al río. Nos parece fundamental que sea nuevamente navegable, y que funcione bien no solo para los grandes convoyes sino también para buques autopropulsados, operados por sus propietarios, al estilo de Holanda, Francia y Alemania. No solo el transporte multimodal de líquidos, sólidos al granel y contenedores puede tener futuro; también el de pequeñas cargas en buques de 500 a 3.000 toneladas, que serían más ágiles y rápidos. Reiteramos, Cormagdalena cumple cabalmente con su misión constitucional y legal. Y explota hábilmente, como lo han hecho muchos empresarios del río, la romántica nostalgia fluvial de los colombianos. No intenta en verdad “recuperar el río”, sino canalizarlo para lograr su navegación en todo tiempo por grandes convoyes: así lo dice su “Misión” corporativa. Pretende, entonces, construir un río tan nuevo como el canal del Dique (dragado en un 97% entre 1923 y 1984), más concentrado en una vaguada navegable, para que sea navegada noche y día por decenas de convoyes dirigidos por satélite.

Lástima que Cormagdalena todavía no haya querido contar los detalles del cómo se hará la obra, que pronto se sabrán, de todas maneras, “porque así es Colombia, Pablo”. Durante años podría ser una obra invisible que defenderá sus secretos bajo la turbidez de las aguas; no será fotografiable, para desdicha de los periodistas y felicidad de sus autores intelectuales. Pero algún día se conocerá la verdad, porque los colombianos hablan. Y los secretos durarán hasta que alguien decida investigar a fondo, con ecosondas, y con derechos de petición bien “joteados”.

Salvo, claro está, si el Ministerio de Ambiente decide exigirle licencia ambiental –aunque sea de la nueva variedad “expres”– que destaparía los misterios.

## El difícil *mare nostrum*

Comentaremos de manera breve la ocurrencia de algunos impactos graves que una anterior canalización del río, la de los tajamares en su desembocadura, han tenido sobre el litoral entre Puerto Colombia y Cartagena y sobre las playas del kilómetro 19, donde por falta de aporte de arenas del río desde 1936, el mar hoy se acerca peligrosamente a la banca de la carretera Barranquilla-Ciénaga. Son tan “graves” que trascendieron al grueso público y afectaron negativamente la calidad de vida de comunidades costaneras. “Hicieron bulla” en su momento. Pero rápidamente las comunidades afectadas descubrieron que poco valían sus perjuicios frente al poder de los intereses particulares en juego. Las canalizaciones o encauzamientos –que entre el diablo y escoja– que se realizarán en el río a partir de julio de 2015, también tendrán efectos sobre las playas aledañas tanto a su este como a su oeste, tal como los tuvieron los tajamares en la segunda mitad del siglo veinte. Hoy falta estudiar los posibles impactos de las obras proyectadas para poder anticiparlos y compensarlos. No hacerlo sería dar la espalda a las comunidades costaneras de tres departamentos.

Comentaremos ahora observaciones personales de cincuenta y tantos años de estar pendiente de nuestro litoral, siempre intrigados por su evolución, por sus misteriosos cambios. Porque pienso que los viejos tenemos la obligación de contar nuestras experiencias. Y de paso, contribuir, desde una perspectiva histórica y desde la vivencia de una vida costanera, al esfuerzo por reducir el tamaño del enorme vacío de conciencia y conocimiento que existe entre nosotros con respecto al impacto que tiene nuestro gran río sobre el mar Caribe, como bien anotaba Manuel Rodríguez. Ahora bien: la razón por la cual ignoramos los efectos de Magdalena sobre el Caribe tiene mucho que ver con la naturaleza violenta del mar que nos tocó y la consecuente dificultad para navegarlo. Lo único moderado que tiene son sus mareas, de apenas 20 o 30 centímetros. El mar entre Santa Marta, Barranquilla y Cartagena es muy bravo, duro para navegar y carente de refugios naturales.

Por otra parte, ya poco navegamos por necesidad; pertenecemos desde hace casi cien años a las generaciones que vamos por carretera y volamos. Ya no navegamos, salvo por placer y casi siempre en aguas tranquilas, como las que encontramos de Cartagena hacia el sur o de Santa Marta hacia sus bahías norteñas, abrigados por penínsulas, bahías y archipiélagos. Pero la navegación desde Cartagena hacia Barranquilla y Santa Marta y viceversa es siempre una aventura. De hecho, la desembocadura del Magdalena y sus

costas aledañas son un cementerio marino. Conocer sus vientos, pequeñas mareas, corrientes y batimetría ayuda a comprender lo que allí sucede, pero no quita el miedo al mar de las bocas. Sus brisas entre diciembre y abril son de una de intensidad a veces insoportable para el navegante deportivo, que con frecuencia se ve obligado a buscar refugio o regresar a puerto. Y en época de lluvias, las tormentas, con vientos sur o suroestes violentos, son famosas por su violencia destructiva. En tierra, desentechan casas; en el mar, quiebran mástiles, causan naufragios y ahogan gente. Aunque no nos llegan los núcleos de los huracanes que asolan a las islas de Barlovento y Sotavento, nos barren los alisios. Las brisas de verano promedian velocidades de 20 nudos entre diciembre y abril, con ráfagas mar afuera hasta de 60. También es fuerte el oleaje que cruza el Atlántico con los alisios y entra al Caribe, de una onda larga que en el Caribe se acorta y encrespa, y que luego revienta contra los someros perfiles de nuestras costas.

Al llegar a La Guajira y a la Sierra Nevada, las olas y las brisas pivotean hacia el suroeste, y se estrellan directamente contra la costa alrededor de bocas de Ceniza. El mar frente a Riohacha es calmado, pero unas pocas millas mar afuera es un infierno para la navegación de cabotaje. Muchos barcos pesqueros duran días enteros con proa al norte, batallando con oleaje y brisa, sin poder doblar el cabo de la Vela.

Al mar del sur desde Panamá se le llamó “Pacífico” para contrastarlo con el Caribe. Su apariencia está siempre asociada a un espejo, a pesar de sus grandes mareas. Su diferencia con el mar que ruge en verano entre el cabo de la Vela y el escudo de Veraguas obligó a describir al otro eventualmente en una palabra: Pacífico. Como ya “Caribe” era sinónimo de violencia, el tranquilo mar del Sur de Panamá poco a poco se fue quedando con su nombre actual, que resulta exagerado –porque también tiene sus tempestades– hasta que se le compara con el furioso *mare nostrum* Caribe.

En el muy conocido mapa que hizo el piloto del vapor *Fidelidad* de Juan B. Elbers se repite el término “reventazón” en varios puntos alrededor de bocas de Ceniza. Allí naufragaron muchas embarcaciones. Desde los bergantines de Jiménez de Quesada en 1536 hasta el yate *Warrior* de Vanderbilt en 1914, las tragedias marinas marcaron la tormentosa historia de la desembocadura al mar del río Magdalena. Los historiadores de Barranquilla aun conmemoran el naufragio en 1895 del vapor *L'Amérique* procedente de La Guaira. Se perdieron, además de muchos pasajeros, los papeles del poeta José Asunción Silva, desgracia que según sus biógrafos contribuyó a la depresión que lo arrastró al suicidio un año después.



## La deriva litoral, un apilamiento de aguas contra la costa que genera una corriente

Los alisios y su oleaje, en un juego eterno de vaivén de reventazones, de erosión y acrecimiento, de playas que se crean y luego desaparecen, son las fuerzas que transportan las arenas a lo largo de esa costa. En especial, durante la época seca de fuertes brisas entre diciembre y abril. La inclinación de la costa entre Cartagena y Barranquilla, de unos 45°, es cómplice.

El papel de las mareas es fundamental para el transporte de sedimentos en todos los océanos. Sin embargo, en el Caribe la amplitud de las mareas, es decir, la diferencia de nivel entre pleamar y bajamar, es una de las más pequeñas del mundo, con un rango promedio de 20 centímetros. En nuestra costa Caribe –en marcado contraste con las amplitudes que se presentan en nuestro litoral Pacífico– la diferencia entre pleamar y bajamar rara vez excede de 30 centímetros. En el Caribe occidental, cerca de Nicaragua, la amplitud de las mareas nunca pasa de 50 centímetros.

En el transporte de arenas entre Puerto Colombia y Cartagena las mareas son importantes, pero en el proceso de la deriva litoral, juegan un papel secundario. Los alisios dominan porque crean una fuerte corriente que genera un apilamiento de aguas contra la costa, desde bocas de Ceniza hasta Cartagena. Crean una corriente de turbidez de unos 10 kilómetros de ancho, pegada a la costa. Al sur de Cartagena, la contracorriente del Caribe (también llamada corriente de Panamá) controla los procesos marinos; se enfrenta y derrota a la deriva litoral durante la época de brisas a la altura del bajo Salmedina. En época de lluvias, la contracorriente del Caribe llega hasta el norte de Colombia, donde se encuentra de nuevo con la corriente del Caribe, que sigue en su mayor parte hacia el golfo de México.

Se observa en fotos aéreas del Igac que durante la época de lluvia la contracorriente del Caribe sube desde Urabá hasta el río y peina su pluma sedimentaria hacia el norte. Las de Google casi siempre son tomadas en verano, para evitar las nubes, y por lo tanto, no son tan elocuentes a la hora de mostrar los dramáticos peinados de la pluma del río. Sin embargo, en la foto 1 (*supra*) se puede apreciar la franja de turbidez de la deriva litoral viajando en dirección suroeste. También muestra, por cierto, que al tajamar occidental le está saliendo una flecha hacia el oeste, en su cintura. ¿Será el inicio de una nueva ciénaga? Como también, que a Puerto Colombia ya le están llegando arenas, y que sus espolones, de construcción reciente, ya crearon grandes playas.

El contraste entre el azul del mar y el color pardo del barro del río es visible en épocas de lluvia (abril-noviembre) desde los aviones, cuando despegan de Barranquilla con rumbo norte. Es además un espectáculo natural que admiran las tripulaciones de los grandes barcos que desde 1933-1936, cuando fueron concluidos los tajamares originales, entran y salen por bocas de Ceniza. Durante la época de brisa, la “deriva litoral” viene del norte hasta Cartagena, siempre pegada a la costa y cargada de los sedimentos que bota el Magdalena al mar. Es un fenómeno que ha sido investigado durante los últimos treinta años por los estudiosos del CIOH, como Díaz, Vernet y Serguei Lonin, entre otros.

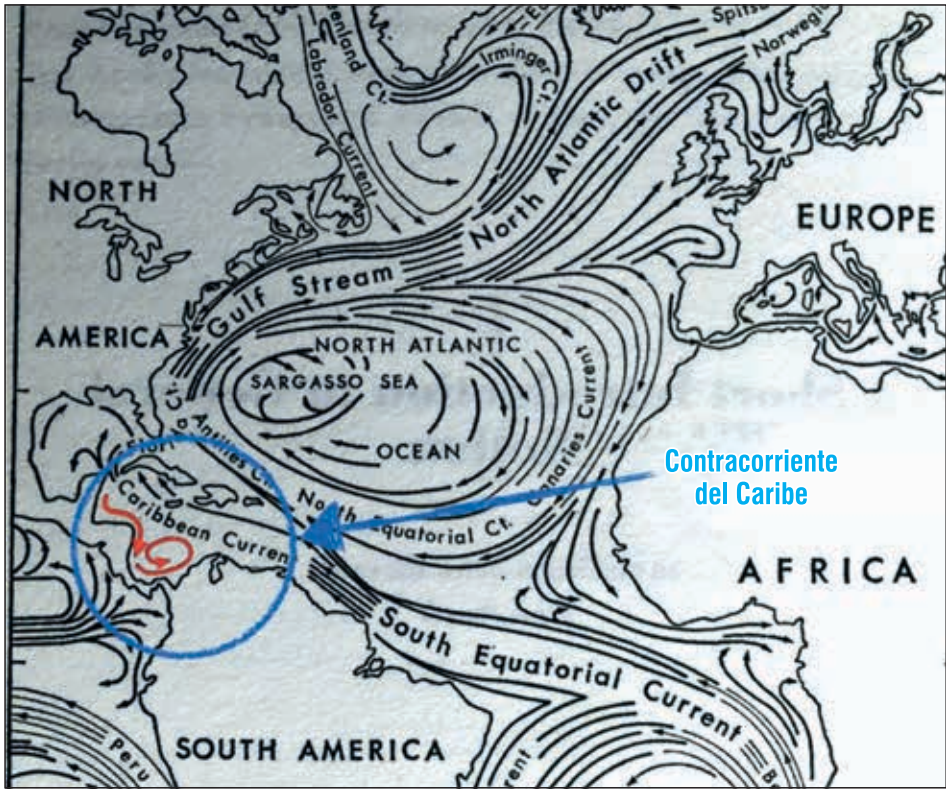
La nuestra es una de las muchas “derivadas litorales” que se presentan en diversas costas del planeta. Han sido muy observadas y modeladas por científicos de todas partes.

Como es sabido, la contracorriente del Caribe que llega a la costa Caribe colombiana desde Panamá hace parte del remolino que forma una pequeña parte de la corriente que viene de África y atraviesa las Antillas al estrellarse contra la costa al sur del cabo Gracias a Dios, entre Honduras y Nicaragua. Esa pequeña parte de la corriente africana luego baja hacia el sur por Costa Rica y Panamá hasta llegar a Urabá. En esa esquina del Caribe gira hacia isla Fuerte, los archipiélagos de San Bernardo y de Barú y Rosario. Sigue hacia Barranquilla y continúa de largo hasta unirse nuevamente, al norte de Colombia, con la corriente del Caribe, cuya mayor parte continúa hacia el golfo de México, donde se arremolina y se convierte en la fortísima corriente del mismo nombre que modera el clima del norte de Europa (figura 1).

Aunque suene lejano, muchos pensadores y ambientalistas europeos –como Érik Orsenna– viven pendientes de la suerte de la corriente del golfo de México, que recibe aguas relativamente más cálidas de nuestra contracorriente del Caribe. Para ellos su comportamiento general, temperatura y estabilidad son muy importantes, como que es un asunto de vida o muerte para el norte de Europa. Los alisios crean durante los meses secos, entre diciembre y abril, una corriente pegada a la costa que baja desde bocas de Ceniza hasta el bajo de Salmedina justo frente a Tierra Bomba, una franja turbia cargada de espuma blanca, cargada de arenas y durante parte de su ruta, por finos en suspensión.

Otra corriente iba desde donde antes quedaba la difunta boca de Río Viejo hacia el oriente, hasta el kilómetro 28 de la vía Barranquilla-Ciénaga,

Figura 1. La corriente del Caribe



Fuente: tomado del libro de Érik Orsenna. *Portrait of the Gulf Stream*. Londres. 2008.

donde comienza el seno de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Antes de la conclusión de los tajamares en 1936, la boca del Río Viejo también alimentaba las playas de la isla de Salamanca. Han perdido desde entonces casi un kilómetro. Hoy el oleaje amenaza esa vía en el ya famoso kilómetro 19.

Durante los meses de brisa, la corriente de la “deriva litoral” y la contracorriente del Caribe se enfrentan en un pulso costanero de muchos kilómetros de largo desde Tierra Bomba hacia el oeste. Mar afuera, en el bajo de Nokomis, el agua en toda época del año es azul. Viene del sur y pasa por los archipiélagos de San Blas, de San Bernardo y Barú y Rosario, todos coralinos y con aguas cristalinas; pero pegado a la playa, la corriente que viene del norte es turbia, de un color fluvial característico de las aguas del Magdalena.

Los científicos que han estudiado el fenómeno de la deriva litoral han diseñado fórmulas matemáticas que modelan con bastante precisión ese

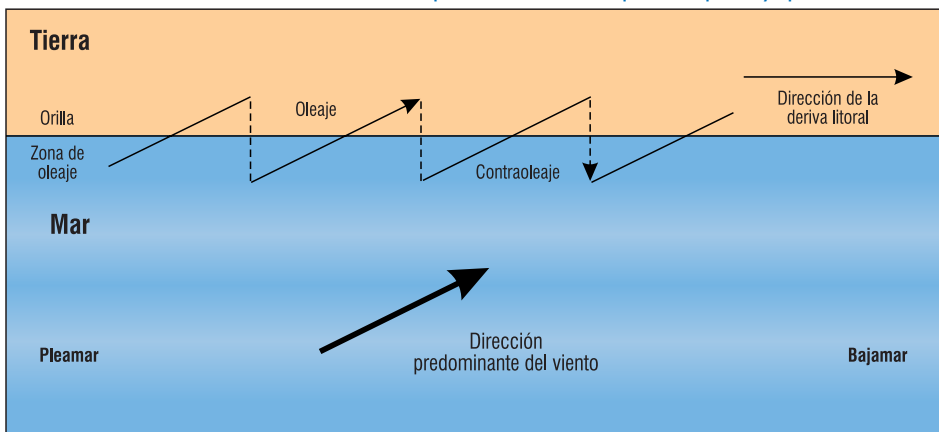
transporte de arenas de la corriente. Son fórmulas que son adaptadas a las circunstancias especiales de cada sitio, para tener en cuenta factores como el clima, el oleaje oceánico, los vientos y las corrientes propias de cada costa, en cada época del año.

En el gráfico 3, que muestra la deriva litoral, se aprecia que el transporte de arenas se produce principalmente por la fortaleza de los alisios del noreste cuando pegan sobre la costa Puerto Colombia-Boca Grande, cuyo recorrido desde el noreste hacia el suroeste genera la deriva litoral. Esto es, el juego estacional de erosión y acrecimiento de playas, proceso que transporta las arenas –con algo de finos en suspensión que va perdiendo en el recorrido– desde la boca del río hasta encontrarse en verano con la contracorriente del Caribe en el bajo de Salmedina. La energía es suministrada por los alisios; las mareas son tímidas pero eficaces colaboradoras en el transporte de arenas y finos en suspensión provenientes del Magdalena.

En la figura 2, elaborada por el profesor Max Jacobo Moreno-Madriñán, un experto en sensores remotos de la Universidad de Indiana, se aprecia el alcance y la forma de la franja de corriente turbia de la deriva litoral, generada por los alisios.

Las brisas, como denominamos a los alisios localmente, nos llegan del norte y nororiente. Forman y empujan la corriente de la deriva litoral que impulsa las arenas en un ángulo tal que favorece su arrastre –mediante el vaivén

Gráfico 3. La deriva litoral, corriente superficial costanera que transporta y quita arenas



Fuente: tomado de [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com); traducido al castellano.

Figura 2. Dispersión de sedimentos del río Magdalena en el mar Caribe



Fuente: Moreno-Madrián. 2015.

de las mareas y brisas que explica el primer gráfico— desde el río, hasta que se encuentra frente a Tierra Bomba, con la barrera infranqueable de la cristalina contracorriente del Caribe.

Las arenas de las playas entre Barranquilla y Cartagena son idénticas a las que se pueden sacar de una playa del río cerca de Honda, Barrancabermeja,

El Banco o Calamar. Cuando trabajamos en el Ministerio de Obras Públicas, a finales de los sesenta, manteníamos por curiosidad tres vasos con arena encima del escritorio; dos vasos tenían arenas idénticas, uno de Honda y el segundo con la arena de la playa de Bocagrande; el tercer vaso tenía arena blanca, de Barú.

Escudriñando sus secretos, tratábamos de encontrar las explicaciones al fenómeno de los bellos colores grises de las playas al norte de Cartagena, así como las razones para que las arenas de las islas de Barú y Rosario fueran coralinas, mezclándose únicamente las dos arenas en las playas de Tierra Bomba. Para nosotros, además, los tres vasos simbolizaban la lucha frente a Tierra Bomba y Salmedina de esas dos corrientes, que representaban mundos y ecosistemas distintos.

En la imagen del profesor Max Jacobo Moreno-Madriñán (figura 2) se ve cómo las aguas del río en verano, bien pegadas a la costa, viajan con las arenas grises y las aguas turbias; del sur vienen las aguas cristalinas que hicieron posibles los corales de las islas y las arenas blancas de las playas de los archipiélagos. El encuentro de las dos corrientes explica la enorme diferencia entre las playas grises de Cartagena y las playas blancas de las islas de Barú y del Rosario.

Frente a Tierra Bomba, las dos corrientes se encuentran y salen hacia el oeste por unas cuantas millas. Mar afuera, en el bajo Nokomis, muy frecuentado por los pescadores deportivos, se encuentra agua azul y transparente aún en verano, en época de brisas, porque la deriva litoral es realmente una corriente estrictamente costanera que construye, destruye y reconstruye las playas desde Puerto Salgar hasta la Boca Grande de la bahía de Cartagena.

Las arenas del río son grises y finas, muy suaves al tacto. Hacen playas seguras. Los barrancos que a veces erosiona el mar en esa costa entre Puerto Colombia y la Boca Grande de la bahía de Cartagena, son arcillosos, y en época de fuertes brisas esa erosión contribuye a que las olas de las mencionadas playas aparezcan aún más “barrosas”, de color más pardo. Cuando la brisa amaina durante la noche, las aguas de esas playas amanecen tranquilas y transparentes, pero tan pronto como se fortalece la brisa, usualmente al mediodía, se tornan turbias y pardas de nuevo.

Aunque los turistas generalmente prefieren las arenas blancas y las aguas cristalinas, las playas de arenas grises, firmes y libres de piedras peligrosas, también tienen sus adeptos. Son playas sabrosas para la natación, caminables

y sociables, como las de Puerto Colombia, Playa Mendoza, Santa Verónica, Agua Marina, Bonga, Punta Canoas, Manzanillo del Mar, la Boquilla, Crespo y Bocagrande, que reciben anualmente millones de visitantes. Generan miles de empleos. Por otra parte, entre abril y diciembre, cuando no hay brisas fuertes y constantes, los bañistas pueden gozar de aguas cristalinas sobre las arenas grises, provenientes de la corriente de Panamá hasta Puerto Colombia y aún más al norte, hasta Salgar y hasta el propio tajamar Occidental.

Sin embargo, el fondo de las playas más cercanas a la desembocadura del río son con frecuencia más blandas; al pisar se siente un fondo acolchonado, quizá con un poco más de los finos en suspensión que corresponden al 85% de los sedimentos que transporta el río Magdalena. Afortunadamente, la mayor parte de estos finos en suspensión salen mar afuera, transportados por la fuerza del río; las arenas por su mayor peso, en cambio, se depositan de inmediato y forman las barras e islas (como las difuntas isla Verde, isla Sabanilla o isla del Medio), que tanto molestaron durante siglos a la navegación que utilizaba a Sabanilla y luego, después del tajamar de 1936, de manera más o menos permanente al puerto fluvial y marítimo de Barranquilla.

### Las permanentes variaciones de las playas

La evolución geomorfológica del perfil del litoral localizado entre la desembocadura del Magdalena y el sur de la península de Bocagrande –hasta lo que hoy conocemos como el Laguito– siempre ha sido dinámica (figura 3 y foto 3). Hemos sido testigos ya durante demasiadas décadas de varios de esos cambios. Alcanzamos en una ya lejana juventud a conocer isla Cascajo, que hoy está integrada al continente por el crecimiento de la playa.

A finales de los sesenta estuvimos en Playa Mendoza en casa de una hospitalaria familia, por cierto recién construida a 40 metros de la playa del mismo nombre; cuando regresamos, veinticinco años más tarde, vimos con sorpresa que la playa estaba a un par de kilómetros de distancia de la misma casa.

A principios de los ochenta también fuimos testigos del inicio de otro gran cambio. El mar devoró toda la playa entre Punta Canoas y los Morros y amenazó seriamente a los pueblos de Punta Canoas y Manzanillo del Mar. Llegó a destruir varios barrancos. Manzanillo del Mar, en ese entonces todavía un pequeño caserío, perdió hasta su cementerio; las autoridades proce-

Figura 3. Isla Cascajo o Cascajal



Fuente: Manuel Ponce de León y Manuel María Paz, mapa de Bolívar, 1864.

Foto 3. Isla Cascajo o Cascajal



Fuente: Google Earth, 2015. Recordamos a isla Cascajo a cierta distancia de la costa; hoy, por acrecimiento, quedó incorporada a la playa.



dieron, demasiado tarde, a construir malecones. Diez años más tarde, como arte de magia la playa apareció de nuevo. Comenzó a crecer y dejó atrás a los enrocados, sepultados en arena. Al sur de Punta Canoas, donde en 1985 hubo varios metros de profundidad, hoy existe un gigantesco playón de varios kilómetros cuadrados.

Desde Punta Canoas hasta Manzanillo del Mar se ha formado una playa de más de 80 metros de ancho, como también ha sucedido –aún más generosamente– en la playa desde la Boquilla hasta el espolón al sur de la Bocana. La deriva litoral desde mediados de los ochenta, cuando concluyó allí esa etapa de erosión, ha contribuido poderosamente al acrecimiento de ese sector de playas.

Pero ignoramos si la abrasión de los 80 de las playas entre Punta Canoas y Manzanillo del Mar –causada obviamente por falta de arenas– correspondió al tiempo necesario para que se sintieran los efectos de la construcción del tajamar Occidental; o si el acrecimiento de Playa Mendoza se debió a la desaparición de la flecha de isla Verde, que le aportó sus arenas; o si la reconstrucción de las playas entre Punta Canoas y Manzanillo del Mar se debió a la llegada de las arenas de la desaparecida flecha de Galera de Zamba; o si la creación de la flecha de Puerto Velero se debe a la desaparición de las playas de Puerto Colombia; en otras palabras, no conocemos la velocidad del transporte de las arenas. Solo sabemos que tanto isla Verde como la flecha de la Galera de Zamba desaparecieron antes de que las pudiéramos conocer; es decir, antes de los años 40 o 50.

Precisamente, faltan estudios...

Al sur de la bocana se adelantan todavía las obras del famoso túnel y de su discutido puente, obras que han creado sus propias playas con dragados hechos desde una distancia de dos o tres kilómetros, mar afuera. Más al sur, la avenida Santander sufre tanto el consecuente déficit de arena como un deterioro acelerado de sus enrocados, abandonados a su suerte desde hace varias décadas. El mar ya ha inutilizado el carril exterior de la calzada occidental; la Alcaldía ya se aburrió de parcharlo, actividad inútil mientras no se reconstruya su enrocado marino.

Las arenas que hoy cierran la boca del Laguito seguramente se hubieran podido captar para las playas de Bocagrande alargando el espolón de Iribarren, hasta llevarlo a la longitud prevista en su diseño original (780 metros, cuando apenas llega hoy a los 250). Posiblemente las arenas sobrantes lle-

garían entonces al pueblo de Tierra Bomba, al ampliar su radio de giro, al pivotar las olas desde la punta oeste de un espolón de 780 metros y no, como hacen ahora, desde una punta de apenas 250 metros. El ángulo actual favorece la formación de las playas que cierran el Laguito. Por lo tanto, es indispensable concluir el espolón de Iribarren para salvar a Tierra Bomba y mantener abierto el Laguito. Y como si fuera poco, facilitaría la construcción de la continuación de la avenida Santander hasta el Laguito (tal como lo propone la “APP avenida del Bicentenario”). Con el ensanche del espolón de Iribarren, la playa de Bocagrande tomaría la forma de una media luna que iría desde la punta del espolón hasta el baluarte de Santo Domingo.

Apenas se concluya el mencionado ensanche, sería posible iniciar la construcción del otro espolón de 700 metros, el de Santo Domingo, diseñado también por el sabio experto español, que formaría una inmensa playa que protegería la avenida Santander. Crearía otra gran media luna desde Santo Domingo hasta la Boquilla.

## La Galera de Zamba, Puerto Velero y otras flechas

También nos sorprendió ver el crecimiento, en los noventa del siglo pasado y a principios del veintiuno, de la flecha arenosa que hoy es aprovechada por una marina con flamante urbanización, llamada “Puerto Velero”, de reciente

Foto 4. Puerto Velero



Fuente: Google Earth, 2015. Allí han construido una marina y una urbanización.







Foto 6. Desembocadura río Magdalena, flecha naciente



Fuente: Google Earth, 2015. Desde hace varios años se ha creado.

de 430 metros de ancho. Que es poco para un río que frente al puente Puma-rejo tiene casi un kilómetro de orilla a orilla.

Sería esta –la de las obras que adelantará Odebrecht-Valorcon– una segunda tragedia. La primera la sufrieron las playas de Puerto Salgar y de Puerto Colombia hace cuarenta o cincuenta años. Recordamos las detalladas explicaciones que Jorge Borda Palma daba en 1983 al alcalde de Puerto Colombia, en las cuales le aclaraba que de todas maneras la vieja bahía de Sabanilla ya estaba inservible como puerto marítimo desde finales de los años treinta del siglo pasado; que las obras de bocas de Ceniza eran las únicas posibles para conservar a Barranquilla como puerto marítimo.

Al respecto, el profesor Manuel Alvarado escribió el siguiente recuento:

Debido a que la nueva desembocadura quedó por accidente localizada frente a un cañón submarino, a partir de ese momento, una gran parte de las arenas

que transporta el río fueron desviadas hacia el cañón, efecto que ha redundado en el déficit de arena para el mantenimiento natural de las playas localizadas al oeste de Barranquilla (...).

Con un nuevo encauzamiento que reste arenas a la deriva litoral, sufrirían las playas del Atlántico, como Puerto Salgar, Puerto Colombia, Puerto Velero, Santa Verónica y Agua Marina. También posiblemente el kilómetro 19 de la carretera PNN Salamanca-Ciénaga.

A las playas de Barú no les pasaría nada, porque dependen de las arenas coralinas que aporta el ecosistema de la cristalina contracorriente del Caribe (llamada también, recuérdese, corriente de Panamá). Pero Cartagena, del Laguito hacia el norte, debe terminar de construir los espolones diseñados por Iribarren, si no quiero correr riesgos de perder sus playas y la avenida Santander.

Porque es muy posible que el río, más concentrado en su vaguada central navegable después de las obras de encauzamiento y dragados de canalización, tenga en invierno mayor velocidad, y logre botar más lejos, más al norte, sus arenas y finos en suspensión. Así sucedió después de la inauguración en 1936 del primer tajamar Occidental; su efecto repercutió en cámara lenta durante décadas. Destruyó playas en secuencia, como piezas de dominó que caían, una por año, entre Puerto Colombia y Boca Grande.

El mar sin arenas devoraba flechas de arena y playas, y luego, ya recargados sus bancos de arena por el paso del tiempo, volvía a transportarlas y a reconstruir playas. Fue lo que sucedió entre 1980 y 2010 entre Punta Canoas y Manzanillo del Mar. Las obras más recientes –diques de contracción y direccionamiento, diques de cierre de meandros como el de la isla en 1972, seis espolones, un dique guía– también han tenido su efecto en cadena, porque como ocurrió con la terminación del primer gran tajamar en su momento, hoy el río es más veloz; por estar más encajonado, lanza sus arenas más lejos, hacia el abismo del cañón frente a bocas de Ceniza; pero a pesar de todos los esfuerzos, es tal la cantidad de sedimentos que acarrea el río Magdalena, que cuando hay sequía, la navegación se dificulta; es necesario entonces dragar en la desembocadura para obtener las profundidades que el “puerto fluvial y marítimo” requiere. Así sucede en este agosto de 2015.

Las arenas transportadas por las fuerzas de la “deriva litoral” seguirán quitando y poniendo playas hasta agotar sus kilómetros de influencia en la medida en que el río sea cambiado por el hombre con sus obras de encajo-

namiento para volverlo más navegable. Según los expertos, el río seguirá su proceso de destrucción y reconstrucción de playas hasta que se establezca el suministro de arenas en su desembocadura.

Otro asunto menos estudiado son los efectos de los finos en suspensión que continúan saliendo mar afuera por muchos kilómetros. Son los que hacen visible la pluma del Magdalena en fotos aéreas y en Google. Algún día tendrá Colombia que enfrentar airados reclamos de los vecinos del Caribe por el evidente impacto ambiental que tiene su río en un mar común. Nuestra sugerencia al respecto es que nunca será tarde para que el gobierno comprenda que los efectos del río no llegan hasta su desembocadura; llegan hasta donde llegan sus arenas y finos en suspensión, para no hablar del mercurio y otros tóxicos que expulsa al mar. La percepción de la existencia de la deriva litoral y de la pluma de finos lodosos y tóxicos del río que ensucian al Caribe tiene que llegar primero al gobierno y al Congreso, para que mediante la legislación del caso, se le amplíe a Cormagdalena su perímetro de responsabilidad.

En su afán por estimular la navegación no debe olvidar tampoco Cormagdalena que las obras del río tienen consecuencias ambientales; algunas de ellas, como las de las playas que dependen de las arenas del río, son consecuencias que algunos denominan “no intencionales”. Pero los estudios que se deben hacer sobre el efecto retardado de las obras que se hacen para beneficiar la navegación del río, sin duda la alertarán acerca de la necesidad de incluir en los estudios los aspectos de la deriva litoral. Anticipándose a la legislación por la vía de la responsabilidad ambiental, Cormagdalena debe quitarse las vendas que la obligan a mirar únicamente hasta la desembocadura, y comprender que el río no se acaba en bocas de Ceniza, porque en la realidad, llega hasta donde llegan sus impactos.

## Sabanilla y sus islas

Tuvo el río Magdalena hasta casi el siglo veinte dos bocas principales sobre el Caribe, separadas por una enorme isla de unas 9.000 hectáreas con figura y cola de cometa que se conoció, hasta que desapareció, como “la isla de los Gómez”. La boca del río que salía hacia el este –frente al sitio indígena denominado “Camacho” durante la colonia– era la menos caudalosa de las dos, tal como aparece en la cartografía de fines de los siglos dieciocho y diecinueve (figuras 7 y 8). Aparece en los mapas del diecinueve con un nombre posiblemente revelador, la “boca del Río Viejo”. La que salía hacia el oeste se conoció





desde el siglo dieciséis como “bocas de Ceniza”, en alusión a su enorme pluma sedimentaria y a su rompiente norte, allí donde los alisios estrellaban sus grandes olas oceánicas con espectacular violencia en mortales reventazones.

En las décadas siguientes a su descubrimiento en 1501, hubo muchos intentos en pequeños navíos a vela, de poco calado, para entrar al interior del país por el río, pero fueron los más los que fracasaron en su intento que los que tuvieron suerte (como el portugués Jerónimo de Melo). Después de los años de reconocimiento y exploración, y luego del fracaso de la colonización del istmo en Santa María la Antigua del Darién, nacieron Santa Marta y Cartagena, ambas con accesos al río Magdalena a través de ciénagas tranquilas y navegables, profundas y saladas, en combinación en ambos casos por trechos terrestres.

Santa Marta y Cartagena fueron fundadas para conectarse con el río Magdalena por esos cuerpos de agua salada y salobre, ciénagas salobres repletas de manglares. Ambas capitales coloniales tenían que andar tramos iguales de 30 kilómetros por tierra. Santa Marta, para llegar al Pueblo Viejo de la Ciénaga Grande en toda época; Cartagena, entre Mahates y Barranca en verano, durante el estiaje del río, cuando la vía acuática que un siglo después se llamaría del “Dique” no estaba “corriente”, como se solía decir para indicar que el río estaba crecido y desbordando sus aguas hacia sus ciénagas laterales; “pulmones”, les dicen hoy, para indicar cómo es la respiración del río. Pero la llegada de los vapores cambió todo el sistema de transporte colonial, que dependía del viento y de los músculos de los bogas. Con la máquina de vapor llegó a Colombia el inicio de la revolución industrial, que afortunadamente liberó a los bogas del duro trabajo del remo y la palanca, y a los marineros de la tiranía del viento.

Para Cartagena el siglo diecinueve, en especial su inicio, fue de pesadilla. Su población pasó de 25.000 habitantes en 1810 a menos de 8.000 en 1881.

Por dos motivos: Morillo y el buque de vapor.

A Santa Marta le fue mejor con los vapores, porque los de principios del diecinueve, similares al *Fidelidad*, podían navegar desde Pueblo Viejo de la Ciénaga hasta el río Magdalena, utilizando varios caños (San Antonio, Renegado, Aguas Negras o Clarín). De hecho, la Aduana de Santa Marta recaudó, según Theodore Nichols, mucho más que Cartagena y Sabanilla juntas en la década de 1850. Los vapores de Montoya y de Mier no tenían mayor dificultad en navegar por esos caños naturales, que se mantenían libres de sedimen-

tos. En ocasiones, tenían flujo de agua en ambas direcciones por cuenta de las crecientes de los ríos otrora limpios que le llegaban desde la Sierra Nevada, tal como sucede con los grandes arroyos que desembocan en la ciénaga de María y mantienen navegable, durante sus crecientes, su entrada desde el caño de Correa.

Encima del terrible sitio de Morillo en 1815, a Cartagena le tocó en 1823 enfrentar algo si posible, peor para su futuro: la llegada de los buques de vapor al país. A finales de ese año se presentó en Cartagena un enemigo pacífico pero no menos dañino para sus intereses que Morillo, *el Pacificador*. Arribó nadie menos que Juan Bernardo Elbers –el señor del buque con las paletas laterales y mucho estropicio– como nuevo “concesionario” de la navegación por vapor por la vía acuática del “Dique” y por el Magdalena, privilegio que había aprobado el Congreso y firmado Simón Bolívar.

A cambio del monopolio de la navegación a vapor, Elbers se comprometía a reconstruir el canal del Dique, que llevaba más de treinta años sin mantenimiento. Desde su construcción como un canal de 3.000 varas en 1650, había crecido a 45.500 varas por cuenta de sus mantenimientos anuales. Ello implicaba dragar a pico y pala el delta que se formaba en cada época de lluvias, que quedaba seco –“no corriente” – cuando llegaba el verano. Su embocadura fluvial por Barranca Vieja, según el completo informe de José Ignacio de Pombo de 1797, basado a su vez en los presupuestos de Antonio de Arévalo, estaba seca y su curso, sedimentado. Según las descripciones de Arévalo y de Pombo, era un canalito de 4 varas de ancho, lleno de curvas y tornos estrechos, apto para champanes, cayucos y bongos pequeños. Claro, veintiséis años después resultarían imposibles de navegar en un buque de vapor con la eslora, la manga y el calado del vapor de Elbers.

La concesión también obligaba a Elbers a mantener siempre en servicio dos vapores en el Magdalena, reto no comparable con el mandato casi imposible –aún no existían ni siquiera las dragas de cangilones a vapor, que se patentarían en 1860 en París– de canalizar la vía acuática del Dique. Claro, lo hizo George M. Totten entre 1844 y 1850, pero Totten tenía el tiempo, era buen ingeniero de campo y sabía cómo manejar gente de pico y pala; después del Dique, construyó el ferrocarril de Panamá, en buena parte con gente buena para pico y pala que se llevó de la obra del Dique para “Aspinwall”.

De manera simultánea con Elbers, llegó a Cartagena en 1823 su vapor con dos paletas laterales que había comprado en Estados Unidos para cumplir

con su contrato, el *Fidelidad*, muy parecido al *Clermont* que en 1807 había iniciado la navegación fluvial por vapor en el río Hudson. Medía, según Gabriel Poveda Ramos, 50 o 60 metros de eslora y 15 o 20 pies de manga; su motor a vapor era de 40 caballos, y calaba 5 o 6 pies. Pero Elbers conocía tan mal a la región que pretendía que su vapor llegara por la vía del Dique hasta el río, y también, que el Cabildo le cediera los derechos de su navegación –una de sus principales rentas– que el gobierno de Cartagena había tenido por siglos, desde épocas de Pedro de Heredia y de Zapata de Mendoza. Las dos pretensiones resultaron igual de imposibles.

En consecuencia, en enero de 1824 el vapor *Fidelidad* se dirigió a Sabanilla, para tratar de entrar por boca de Ceniza al río. El mapa maravilloso de su piloto es el resultado de esa proeza (figura 9). Realizando cuidadosos sondeos desde un bote de remo que iba adelante, el vapor *Fidelidad* logró entrar al río. Nos dejó como recuerdo de su viaje al Magdalena el detallado e invaluable mapa –con batimetría– que muestra el derrotero seguido por el *Fidelidad* y las islas de arena y lodo que la salida principal del río había creado, más detalles adicionales interesantes como una reventazón al sur de Sabanilla, la propia isla de Sabanilla, la del Medio, la de los Gómez, y lo que quedaba de la boca del Río Viejo. Más envidiable, aparecen bancos de ostras, en ese entonces seguramente sanas y deliciosas. Además, indica que los fértiles suelos de la isla de los Gómez alimentaban a Barranquilla... y a Soledad. Si se pudiera excavar su suelo, indudablemente aparecerían allí también valiosas piezas arqueológicas, que ayudarían a entender el comienzo del poblamiento del delta, donde está hoy situada la Barranquilla moderna. Por su riqueza pesquera y agrícola, así como por su relativa invulnerabilidad a ataques desde el mar, esa fértil región debió ser sitio de antiguas civilizaciones.

Esa desembocadura tenía dos bocas, la Principal y la de Séneca, nombre este que obliga a imaginarse que algún cordobés varado en ella durante horas, suficientemente versado en griegos y latines, tuvo el ingenio de dejar bautizada con tino y gracia a la boca de la encallada que soportó con el debido estoicismo propio de su gente en tiempos romanos.

La isla del Medio, entre la boca de Ceniza y la isla de los Gómez, cambia de figura y sitio en todos los mapas que hemos examinado, incluyendo los tres que hoy miramos. Las dos islas largas hacia el oeste se desintegraron cuando, inesperadamente, el río profundizó una nueva boca parecida a la que eventualmente se estabilizó con el tajamar Occidental a finales de la tercera década del siglo veinte; según Nichols, durante casi seis años, entre 1877 y

Figura 9. Derrotero del Fidelidad, 1824



Foto 7. Desembocadura del río Magdalena



Fuente: Google Earth, marzo, 2015. A la izquierda, Puerto Colombia; se distingue la turbidez de la deriva litoral; a la derecha, la boca de Río Viejo, pintada de amarillo.

1883, permitió la entrada a ciento seis vapores y cuatrocientos cuarenta y nueve veleros. Pero de nuevo colapsó por sedimentación; el ferrocarril siguió creciendo hasta llegar al largo muelle de Puerto Colombia en 1888, siendo presidente de Colombia Rafael Núñez.

Bocas de Ceniza hacia el occidente y la otra boca hacia el oriente, la boca de Río Viejo, separadas por la isla de los Gómez, estaban decoradas por “reventazones”, las barras de arena donde las olas descargaban su furia. A vela, las “reventazones” eran sumamente peligrosas. Pero el vapor *Fidelidad* logró entrar por el derrotero que se aprecia en el mapa, dejando una estela clara de mérito náutico.

## Las arenas del Magdalena cambian la historia

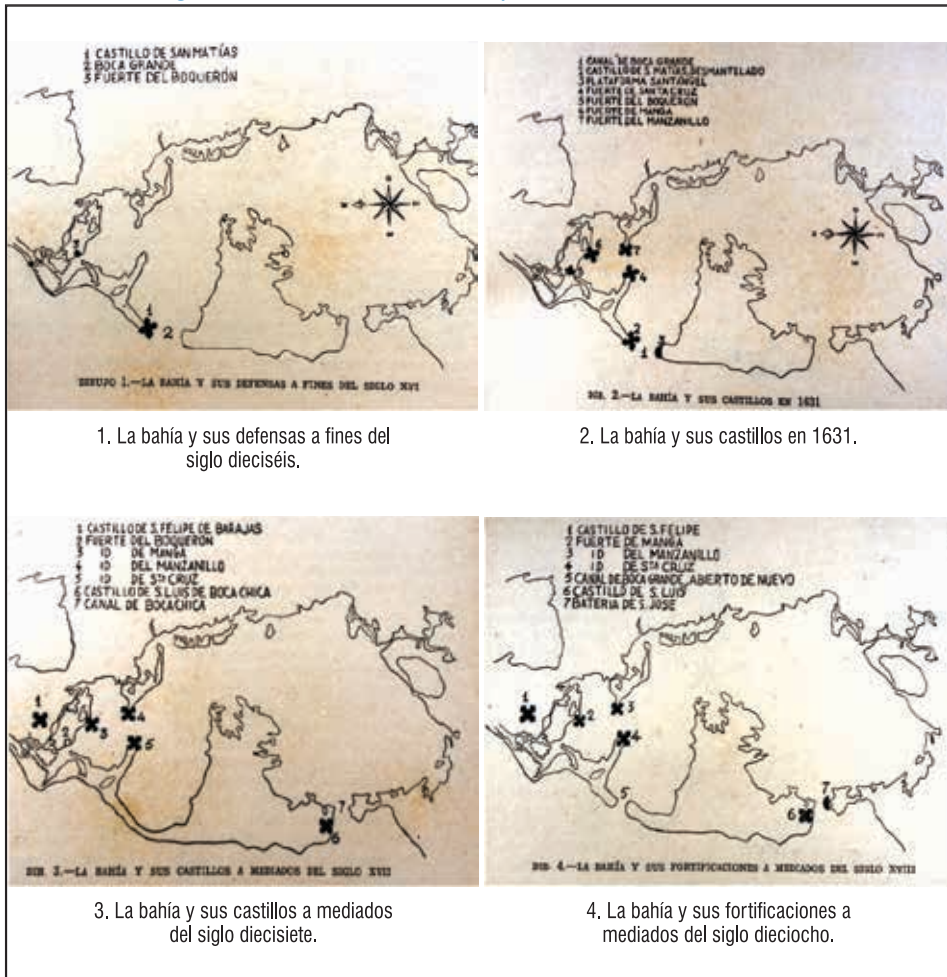
Prueba de que las arenas del río Magdalena pueden cambiar la historia es lo que pasó entre la mitad del siglo diecisiete y el dieciocho en la Boca Grande de la bahía de Cartagena.

La peor consecuencia de la deriva litoral para los españoles fue el sorprendente cierre de la “Boca Grande” a la bahía, por la cual ellos habían entrado

desde 1501. Como buenos castellanos, procedieron a construir fortalezas para custodiar el acceso. Pero el “enarenamiento” –como diría Willem Brandsma, el gran ingeniero holandés, en 1887– que la cerró de punta a punta a mitad del diecisiete, los obligó a construir nuevas fortificaciones en Boca Chica.

Los cuatro dibujos que mostramos (figura 10) son tomados de la obra maestra del gran historiador e investigador español Enrique Marco Dorta, titulada *Cartagena de Indias, la ciudad y sus monumentos*, publicada en Sevilla en 1951. Aunque varios mapas del siglo diecisiete muestran el paulatino cierre de la Boca Grande y luego el inicio de su reapertura a mitad del diecio-

Figura 10. Fuertes en Boca Grande y fortificaciones en Boca Chica



1. La bahía y sus defensas a fines del siglo dieciséis.

2. La bahía y sus castillos en 1631.

3. La bahía y sus castillos a mediados del siglo diecisiete.

4. La bahía y sus fortificaciones a mediados del siglo dieciocho.

cho, los dibujos de Enrique Marco Dorta los resumen de manera magistral y señalan los distintos fuertes que fue necesario abandonar y dismantelar en Boca Grande, así como las nuevas fortificaciones que se tuvieron que construir en Boca Chica.

Por fortuna, debido a su tamaño y ubicación con respecto a los vientos, la nueva entrada por Boca Chica ofrecía una oportunidad defensiva insuperable, que fue plenamente aprovechada en 1741 por el virrey Eslava, Blas de Lezo y Carlos Desnaux.

La Boca Grande de la bahía de Cartagena estuvo cerrada entre la segunda mitad del siglo diecisiete y la primera mitad del dieciocho. Cuando se volvió a abrir, como por encanto se deslizaron las arenas hacia el fondo del mar. En cuestión de treinta años, quedó nuevamente abierta la Boca Grande, y la bahía de Cartagena totalmente expuesta a los ataques del enemigo de turno.

En este caso, podemos decir que las arenas del río cambiaron la historia. La Boca Grande hubiera resultado casi imposible de defender ante un enemigo tan numeroso; las brisas de marzo y su amplitud la hacían mucho más navegable con un buen través. En cambio, las fortificaciones en Boca Chica le pusieron un cerrojo tan eficaz a la bahía, que la “Grand Expedition” demoró casi cuatro semanas en forzar su entrada, cuando ya llegaban las lluvias, y con ellas, los mosquitos. Así fueron derrotados los treinta mil ingleses que en ciento ochenta y seis barcos atacaron a Cartagena en marzo de 1741, en un intento por apoderarse de la “la llave de las Indias”. El Almirante José de Pizarro, en llave también con la naturaleza magallánica, frustró la operación por el Pacífico de Anson, que tenía instrucciones de Londres de reunirse en Panamá con los ocho mil efectivos del ejército británico y 3.500 reclutas de sus nueve colonias norteamericanas para transportarlos al Perú y tomar por sorpresa a Lima, la fuente argentina del poderío español.

Afortunadamente, la reapertura natural ocurrió después y no antes del descomunal intento de conquista de los ingleses; la entrada por la Boca Grande hubiera sido relativamente fácil.

Dicha reapertura de la Boca Grande obligó en la segunda mitad del siglo a las autoridades coloniales a construir la escollera de Boca Grande, de 2,5 kilómetros de largo por 50 de ancho, la más importante obra de ingeniería hidráulica de América hasta la construcción del canal de Panamá.

Entre el inicio de su construcción el 11 de noviembre de 1771 y el de su terminación en 1778, Cartagena vivió momentos de verdadera angustia,



porque la lucha mundial de España contra los ingleses seguía teniendo al mar Caribe, sus costas e islas, como su escenario central. La escollera desde ese entonces ha obligado a toda la navegación mayor a utilizar a Boca Chica como única puerta de entrada y salida a la bahía.

## ¿Cómo se produjo el cierre de la Boca Grande?

Las arenas de las playas de Cartagena son de arena fluvial, idénticas a las de todas las playas entre Honda, Puerto Colombia y el Laguito. Proviene del río Magdalena, y son transportadas por “la deriva litoral” que producen los alisios sobre la costa entre bocas de Ceniza y Cartagena.

¿Podría hoy volver a cerrarse la Boca Grande de la bahía de Cartagena, tal como sucedió a mediados del siglo diecisiete? A simple vista, las arenas que se han acumulado frente al hotel Hilton, en la boca del Laguito y frente al hospital de Bocagrande, alcanzarían para rellenar de nuevo el paso hasta Tierra Bomba. Pero el oleaje pivotea en el espolón de Iribarren y las arenas entran hacia la boca del Laguito. Han derrotado a varias dragas.

Buscando posibles explicaciones de lo ocurrido en el siglo diecisiete, tropezamos con una probable. Imaginemos que antes de 1600 salía igual cantidad de agua del Magdalena por la boca llamada del “Río Viejo” hacia el este, que por la antigua boca de Ceniza al oeste. La boca de Río Viejo estaba justo enfrente de la Barranquilla de principios del siglo diecisiete.

Alguno de sus habitantes, al ver que las aguas favorecían la salida por bocas de Ceniza en detrimento de la salida que tenían al frente, seguramente decidió llamarlo “Río Viejo”, por su menguada importancia.

Tan interesante esquina, frente a la punta sur de la isla de los Gómez y de cara a la boca oriental del río, debió determinar el nacimiento en tan estratégica y promisoría barranca del caserío indígena que eventualmente se convertiría en la futura Barranquilla, por la conveniencia alimenticia y comercial que daba el sitio para el uso de ambas bocas del río. Resultaba un sitio maravilloso para pescar bagres en el río, lisas en las ciénagas al frente y sábalos en las dos bocas, y para sembrar y cosechar en la enorme y rica isla de los Gómez.

Miren ustedes de nuevo el mapa de enero de 1824 con el derrotero del *Fidelidad* y el mapa de Ponce de León y Manuel María Paz, de 1864; la impor-

tancia de la boca de Río Viejo es evidente. Por algún motivo –una acumulación de palos, por ejemplo, que conformarían un “palotal”– la boca de Río Viejo a principios del diecisiete se sedimentó, evento que suele suceder en todos los cambiantes deltas de los ríos, esencialmente dinámicos. Hemos visto que el Sinú, por ejemplo, rota con frecuencia el calibre del caudal de su salida entre las tres bocas de su delta. Con alguna frecuencia se formaban en los 80 y 90 del siglo pasado “palotales” en la desembocadura del caño de Correa.

Justamente en bocas de Ceniza, favorecida como desembocadura hacia el oeste por las brisas, existía una isla que la cartela del mapa del vapor *Fidelidad* destaca: la isla de Carpinteros. Con la cantidad de troncos y hasta de grandes árboles enteros –macondos, ceibas– que bajaban por el río Magdalena, y aún siguen bajando, y formando islas de arenas, esa isla de Carpinteros debió ser una gran fábrica de pilones, bateas, canoas, bongos y cayucos. Los “carpinteros de ribera” también colonizaron una playa en Cartagena, la del Arsenal, que se convirtió en la calle con raíces árabes y venecianas que muy posiblemente generaba la mayor cantidad de empleo en la Cartagena de los siglos diecisiete y dieciocho.

Para explicarnos el fenómeno, pensemos que las arenas del río en algún momento de finales del siglo dieciséis, con el cierre parcial de la boca de Río Viejo, salieron hacia el oeste por bocas de Ceniza. Utilizando la experiencia del lapso del viaje de las arenas para explicar los extraños cambios de las playas del litoral en el siglo veinte, a raíz de la construcción de los tajamares en 1936, regresemos al siglo diecisiete con una sencilla analogía.

Calculemos que las arenas adicionales aportadas al oeste por el cierre transitorio de la boca de Río Viejo llegaron a la Boca Grande de la bahía de Cartagena cincuenta años después, a mediados del diecisiete; las fuerzas de la deriva litoral –oleaje, brisas, mareas, moviendo la materia prima expulsada por bocas de Ceniza– proyectaron la flecha arenosa hasta Tierra Bomba, tal como apreciamos en los dibujos de Enrique Marco Dorta. De la misma manera, por un cambio en la distribución de las arenas, somos testigos de la formación de una inmensa playa entre Punta Canoa y Manzanillo del Mar en los últimos veinte o veinticinco años; en el siglo dieciocho, sería por vía natural; por vía antrópica, por la construcción de los tajamares que encajonaron al río y enviaron sus arenas al fondo del cañón submarino, como sucedió entre 1926 y el 30 de agosto de 1935, cuando la barra colapsó y con ella 480 metros del tajamar Occidental, generando una corriente de turbidez de tal magnitud

y velocidad que a 1.400 metros de profundidad cortó varios cables submarinos entre Barranquilla y Maracaibo, según el famoso relato del ingeniero Bruce C. Heezen, publicado por la Sociedad Geográfica de Colombia en 1956.

Las arenas adicionales que cerraron la Boca Grande llegaron a Cartagena a mediados del siglo diecisiete. Por una disminución de caudal de salida en la boca de Río Viejo, las arenas migraron hacia el oeste por bocas de Ceniza; fueron transportadas hacia Cartagena por la deriva litoral; eventualmente alargaron su playa hasta llegar a Tierra Bomba; así aparece en los mapas de la época. En otras palabras, las arenas hicieron necesaria la esmerada fortificación de Boca Chica. Después del fracaso ante Pointis y Ducasse en 1697, los defensores de la ciudad en 1741 supieron demorar la entrada a la bahía de la Grand Expedition, y salvaron a Sudamérica de convertirse en colonia británica, como la mayor parte de las islas del Caribe oriental, Jamaica y Belice. De esta manera, podemos afirmar que las arenas provenientes del río Magdalena, transportadas por la deriva lateral, cambiaron el curso de la historia; así son de importantes. Por ellas a veces hablamos en español.

Pensemos entonces que a finales del diecisiete, cuando los españoles estaban terminando de fortificar a Boca Chica, felices, la boca de Río Viejo, de nuevo y posiblemente por una creciente que arrastró el “palotal” que la tapaba, habría vuelto a tener corriente, tal como aparece en los mapas del diecinueve. El aporte hacia el oeste de arenas adicionales cesaría entonces. Unas décadas más tarde, esas arenas adicionales dejarían de llegar a la Boca Grande.

A partir de la construcción de un canalito imprudente –según relata Enrique Marco Dorta, por un tripulante de un buque de guerra español que vigilaba desde 1739 los movimientos de naves de guerra ingleses– la barra de arena comenzó a abrirse desde su centro, tal como se puede apreciar en la figura 11.

El proceso de reapertura natural de la Boca Grande duró cerca de treinta años. Obligó a la Armada a fondear de manera permanente cuatro navíos de guerra para vigilar la entrada que se reabría más y más, año tras año. Y finalmente, Antonio de Arévalo, ingeniero jefe de las fortificaciones, por orden de la Corona, inició en 1771 la construcción de la gigantesca escollera de cierre de la Boca Grande, más larga, incluyendo accesos, que los más grandes puentes de la Colombia del siglo veintiuno. Utilizó para ello las canteras de Tierra Bomba, cuyos cortes son aún visibles en la punta noroccidental de la isla (figuras 12, 13 y 14).

Figura 11. La playa de arena entre Boca Grande y Tierra Bomba duró un siglo



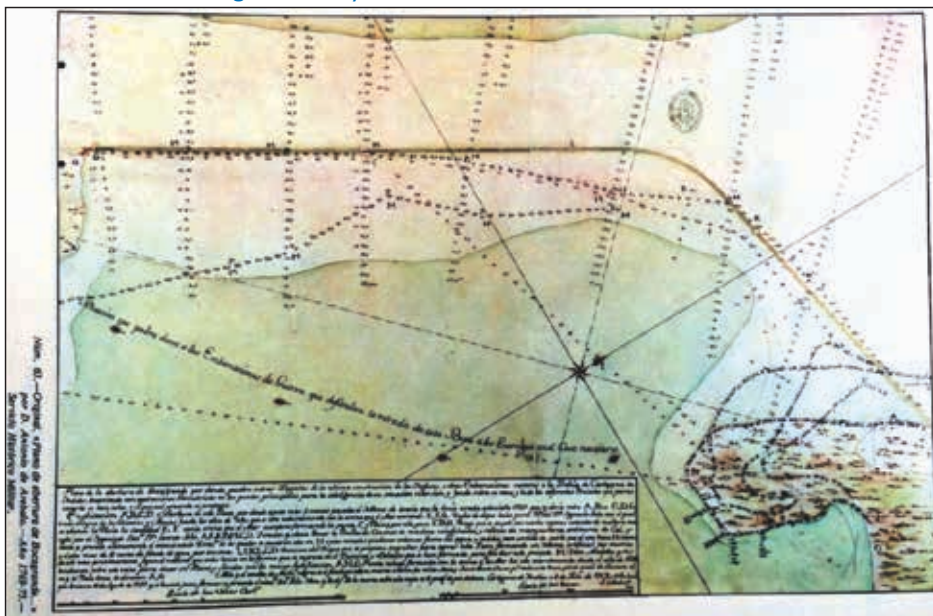
Las grandes modificaciones que se han presentado en las playas entre Puerto Colombia y Tierra Bomba se deben en buena parte a la construcción del tajamar de 1936 y a sus posteriores complementos y contracciones. Sabemos que los tajamares expulsaron las arenas y finos en suspensión más afuera, hacia las profundidades del mar, al norte de la nueva desembocadura del río.

¿Se han estudiado los posibles impactos de las obras actuales de navegación del río Magdalena sobre las playas entre el PNN Salamanca y Ciénaga, Magdalena, y entre Puerto Colombia y Tierra Bomba?

Cormagdalena nos informa que no. Recientemente se ha agravado el acoso del mar en el kilómetro 19 de la vía Barranquilla-Santa Marta. Según el estudio del CIOH de 2003, la playa había retrocedido casi un kilómetro en 65 años. Eventualmente, tal como sucede hoy hacia el oeste, las arenas seguirán saliendo y rellenando el espacio entre el tajamar y el kilómetro 19; algún día, reconfigurarán las playas orientales. Sabremos cuándo, solo si el gobierno decide incluir la dimensión marina del Magdalena en sus estudios de navegabilidad de la otrora “arteria de la patria” por grandes convoyes.

Esperamos haber logrado abrir y cerrar varios signos de interrogación con este recuento basado en la historia, en la observación y en las percepciones

Figura 12. Proyecto de la escollera de la Boca Grande



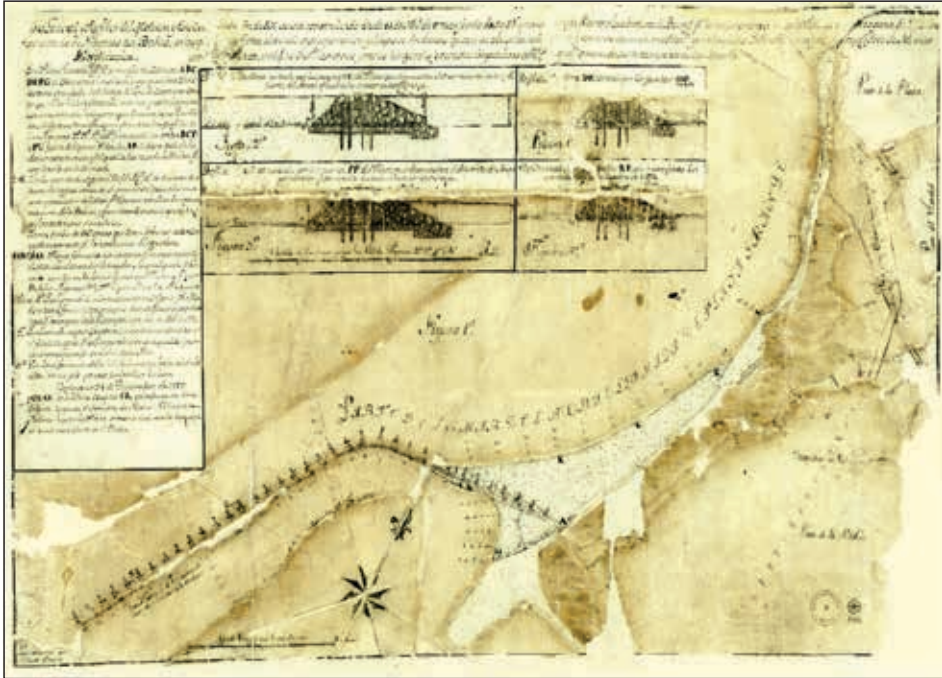
Fuente: Antonio de Arévalo, 1769.

Figura 13. Bahía completa con proyecto de escollera



Fuente: Antonio de Arévalo, 1772.

Figura 14. Detalles de la escollera de Boca Grande



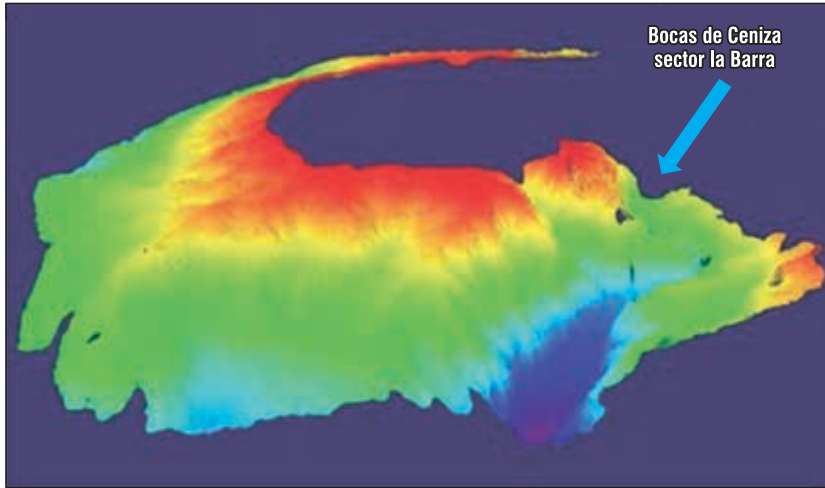
Fuente: Antonio de Arévalo, Cartagena de Indias, 1787. Archivo General de la Nación, Colombia, Sección: Mapas y Planos, Mapoteca 6 Ref.: 120.

comunes de toda una vida mirando las playas, sin duda una de las creaciones más bellas de la naturaleza, con poderes hipnóticos que invitan a la meditación y al sueño que apacigua y enriquece.

Es posible que las nuevas obras del Magdalena no cambien en nada la cantidad de arenas y finos en suspensión que el río aporta al mar en un año promedio. Pero eso es mera especulación. Es hora de obedecer la ley 99 de 1993, que establece que el principio de precaución es obligatorio. Amanecerá... y veremos dentro de unos cincuenta años.

La gente de Puerto Colombia sabe mucho al respecto: por falta de suficiente estudio se desconocía hace ochenta años la existencia de un cañón submarino frente al final de los tajamares (figura 15). Apareció “por accidente”, como reporta el profesor Manuel Alvarado, y acabó con el puerto de Sabanilla y con las playas de la otra mitad de la “Puerta de Oro” de la Colombia de finales del siglo diecinueve y principios del veinte.

Figura 15. Tramo somero del cañón submarino, hasta 100 m de profundidad



Fuente: Dimar, 30 de abril 2009.

## Bibliografía

- ACEVEDO LATORRE, EDUARDO (compilación y dirección). 1997. *Atlas de mapas antiguos de Colombia siglos XVI a XIX*. Litografía Arco. Bogotá. 4a edición.
- ALVARADO ORTEGA, MANUEL. 2009. “Barranquilla, ciudad con río y mar”. En Manuel Alvarado Ortega (editor). *Río Magdalena. Navegación marítima y fluvial (1986-2008)*. Ediciones UniNorte. Barranquilla. <http://www.barranquillacomovamos.co/copy/images/stories/pdf/ciudad/Barranquilla.pdf>.
- ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN, COLOMBIA. Sección mapas y planos.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 1985. *Atlas de cartografía histórica de Colombia*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.
- BORDA PALMA, JORGE. 1983. “Bocas de Ceniza y Puerto Colombia”. *El Tiempo*. 7 de julio. P. 5a. <https://news.google.com/newspapers?nid=1706&dat=19830705&id=T5wCAAAAIBA&sjid=wGCEAAAIBA&pg=6005,1726667&hl=es>
- DÍAZ GONZÁLEZ, GUILLERMO. “Influencia del oleaje y deriva litoral en la región costera de Cartagena de Indias (sector La Boquilla-El Laguito)”. <http://www.cioh.org.co/meteorologia/pdfTesis/Tesis4.pdf>
- GOOGLE EARTH. 2015.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM-UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. 1998. “Morfodinámica, población y amenazas

naturales en el litoral caribe colombiano (valle del Sinú-Morrosquillo-Canal del Dique)". <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/011490/caribe.pdf>.

MARCO DORTA, ENRIQUE. 1951. *Cartagena de Indias, la ciudad y sus monumentos*. Escuela de Estudios Hispano-Americanos. Sevilla.

MORENO-MADRINÁN, MAX JACOBO. 2015. "Using remote sensing to monitor the influence of river discharge on watershed outlets and adjacent coral Reefs: Magdalena River and Rosario Islands, Colombia". *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 38. June. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243415000094>

NICHOLS, THEODORE. 1973. *Tres puertos de Colombia. Estudio sobre el desarrollo de Cartagena, Santa Marta y Barranquilla*. Banco Popular. Bogotá.

ORSENN, ÉRICK. 2008. *Portrait du Gulf Stream: Eloge des courants*. Éditions du Seuil. París. Traducido del francés al inglés por Moishe Black. Haus Publishing. Londres.

POVEDA RAMOS, GABRIEL. 1998. *Vapores fluviales en Colombia*. Tercer Mundo. Bogotá.

RESTREPO ÁNGEL, JUAN DARÍO. 2011. "La erosión en el río Magdalena y sus implicaciones en el desastre invernal". *El Eafitense*. 102.

RESTREPO ÁNGEL, JUAN DARÍO ET AL. 2006. "Fluvial fluxes into the Caribbean Sea and their impact on coastal ecosystems: The Magdalena River, Colombia". *Global and Planetary Change*. 50 (1-2).

SERVICIO HISTÓRICO MILITAR-SERVICIO GEOGRÁFICO DEL EJÉRCITO. 1980. *Cartografía y relaciones históricas de ultramar. Tomo V. Colombia, Panamá, Venezuela*. Carpeta Cartográfica. Servicio Histórico Militar. Madrid.

## Páginas web

[www.barranquillaestereo.com](http://www.barranquillaestereo.com).

[www.cormagdalena.com.co](http://www.cormagdalena.com.co)

[www.pac.com.co](http://www.pac.com.co)

[www.diarioadn.com](http://www.diarioadn.com).

[www.eltiempo.com](http://www.eltiempo.com)

[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com).

[www.youtube.com](http://www.youtube.com).





**LA PESCA EN LA CUENCA  
MAGDALENA-CAUCA:  
ANÁLISIS INTEGRAL DE SU ESTADO  
Y SU PROBLEMÁTICA, Y DISCUSIÓN  
DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO**

Mauricio Valderrama Barco

Foto: Sindy Martínez Callejas.

## La cuenca y la producción pesquera

La cuenca Magdalena-Cauca (273.000 kilómetros cuadrados) es la región colombiana más importante en términos de población y aporte económico: 78% de la población del país se ubica en esta cuenca, donde están localizados setecientos veintiocho municipios (Cormagdalena-OMF Andina, 2007), bañados por dos ríos principales, el Magdalena (1.538 kilómetros), que desemboca en el mar Caribe, y el Cauca (1.350 kilómetros), que lo hace en el Magdalena. Con sus tributarios, estos dos afluentes conforman un sistema fluvial de planicies inundables de 2'000.000 de hectáreas en máxima inundación, de las cuales 326.000 son ciénagas permanentes o lagos laterales de llanura que fluctúan en tamaño entre 1 y 11.000 hectáreas, con 1 a 6 metros de profundidad (Pardo, 1976).

La pesca en la cuenca Magdalena-Cauca está íntimamente ligada a los periodos hidrológicos (régimen de niveles y caudales asociados al clima) y al comportamiento de las principales especies de peces. En verano, cuando las planicies inundables disminuyen en volumen y tamaño (diciembre-marzo de cada año), muchas poblaciones de peces migran a los canales principales de los ríos y los remontan en una migración masiva pre-reproductiva, generando el evento conocido como *la subienda*, donde se ejerce una actividad intensa de pesca con destacado valor social, económico y cultural, siendo de gran significado para la región y el país.

La producción de pescado de 2010 se estimó en 39.040 toneladas/año, lo cual muestra que en los últimos treinta y cinco años la producción pesquera de la cuenca se redujo a la mitad, con un valor comercial de \$368.863 millones (US\$204 millones) y un aporte a la seguridad alimentaria para más

de 157.000 personas que consumen en promedio 36,5 kilogramos de pescado/persona/año (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015). Ya en 1997 se había valorado la totalidad de la pesquería en la cuenca Magdalena en US211 millones (Chapman, 1977), una cantidad que incluyó tanto la producción como los sistemas de pesca y la comercialización. La riqueza de peces en la cuenca del Magdalena es alta y alcanza trescientas setenta y una especies (Jiménez-Segura et al., 2014), de las cuales cuarenta y cinco son sujetas de uso y representan 23% de las especies que constituyen el recurso pesquero nacional de consumo de agua dulce (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015). De ellas, las importantes cuentan con algún grado de amenaza y una, el bagre rayado, está en estado crítico (Mojica et al., 2012). En la cuenca se evidencia también la presencia de especies de peces introducidas o invasoras, y tal es así que en 2013 los desembarques comerciales (Aunap-Universidad del Magdalena, 2014) estuvieron compuestos en su mayoría por cinco especies nativas que aportaron el 68% de los mismos: bocachico, bagre rayado, blanquillo, comelón y nicuro, y por una introducida de origen africano, la tilapia (16%).

Los principales centros de acopio en la cuenca Magdalena-Cauca son Magangué y El Banco (bajo Magdalena), Barrancabermeja y Puerto Berrío (medio) y Nechí (bajo Cauca). En 2013, en estos y otros puertos secundarios se desembarcaron 5.991 toneladas (Aunap-Universidad del Magdalena, 2014). El destino del producto pesquero comercializado se concentra en los principales centros urbanos. Como ejemplo descriptivo de lo que acontece con su comercialización, 20% del bagre rayado (pez emblemático por su valor y demanda) es comercializado en su región de origen, siendo el restante 80% distribuido a otros centros de consumo, transportado en camiones refrigerados o enhielado para Bogotá (59%), Medellín (12%), la zona central andina (24%) y sur andina como Neiva (2,5%) (Fundación Bosques y Humedales-Aunap-Universidad Sur Colombiana-Ecopetrol, 2014).

## Los pescadores

La comunidad de pescadores se ha mantenido relativamente estable durante los últimos cuarenta años. La aproximación más reciente a un censo de pescadores en la cuenca Magdalena-Cauca habla de la presencia de 32.798 (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015). No obstante, como se considera incompleta, se estima que dicha población puede ser cercana a 35.000 pescadores, aun cuando otros estimativos men-

cionan más de 45.000 (Gutiérrez et al., 2011), siendo una cantidad similar a la de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) en los años setenta (Kapetsky, 1978; FAO, 1980). De ellos, 21.000 serían permanentes, 3.500 estacionales (pescan por épocas, cuando la pesca es abundante, en especial durante las *subiendas*) y 11.000 ocasionales (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015).

Estos pescadores usan una gran diversidad de artes de pesca: anzuelos, cónzolos o canastas de mano, trasmallos o redes de enmalle, atarrayas, chinchorros o redes de cerco de playa y atarrayas de deriva o barredoras (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015). El 65% de ellos no desarrolla otra actividad productiva diferente a la pesca, y recientemente se ha podido constatar la diversificación de sus actividades productivas, debido tal vez a la disminución de sus rendimientos económicos, por lo que alternan la pesca con la agricultura, la minería, negocios varios y otras actividades como el jornaleo (Fundación Humedales, 2010).

La situación económica de los pescadores es de pobreza. Como ejemplo, en el bajo Magdalena solo 13% obtiene de la pesca más que un salario mínimo mensual y, en promedio, su ingreso mensual es aproximadamente medio salario mínimo. No obstante, la pesca contribuye significativamente a la seguridad alimentaria de más de 157.000 personas (4,5 dependientes por pescador), y de allí radica su importancia (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015). Es de resaltar que solo 22% reportaron poseer terrenos productivos o parcelas, con dedicación a la ganadería (48%), la agricultura (44%) o a actividades mixtas (8%) (Fundación Humedales, 2010).

Los jóvenes aparentemente no están ingresando a la pesquería, hecho muy diciente para el futuro de la pesca y la seguridad alimentaria regional, que indica poco relevo generacional. La mayoría de pescadores son adultos mayores: 69% es mayor de cuarenta años, con un promedio de cincuenta y uno. En cuanto a sus condiciones de vida, en su mayoría poseen acceso a servicios de luz y agua, pero no cuentan con conexiones de alcantarillado (FAO, 1980). Además, su grado de organización social es bajo: únicamente 20% participa en algún grado de asociación. Sin embargo, en regiones donde ha habido conflictos, en especial asociados a la degradación ambiental de los ambientes acuáticos como es el caso de la isla de Mompo, el grado de asociación es mayor, por los antecedentes de negociación o de acceso a programas de compensación o mitigación. Allí, 51% de los pescadores está asociado (Romero et al., 2002).

## Normativa

Las normas que rigen la pesca en la cuenca del Magdalena se enmarcan en la ley 13 de 1990 y sus decretos reglamentarios 2256 de 1991, 1431 de 2006, 1190 de 2009 y 4181 de 2011, siendo este último el que crea la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (Aunap), conformando la autoridad de pesca que rige la actividad en el país desde 2011.

## Problemática

El *V Informe nacional de la biodiversidad de Colombia ante el Convenio de diversidad biológica* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-PNUD, 2014), indica que el nivel de avance en el país es *bajo* con referencia a las acciones para evitar la pesca excesiva y el mantenimiento de ecosistemas acuáticos con enfoques ecosistémicos dentro de los límites ecológicos seguros. Y la cuenca Magdalena-Cauca no es ajena a esta realidad. Los principales factores que están amenazando la sustentabilidad de la pesca en la región son los siguientes.

## Sobrepesca

Las dos principales especies que representan más del 40% de los desembarcos (Mojica et al., 2012) están sobreexplotadas: el bocachico (Valderrama et al., 1993; Barreto y Borda, 2008) y el bagre rayado (Fundación Bosques y Humedales-Aunap-Universidad Sur Colombiana-Ecopetrol, 2014), ya han superado los límites de su sostenibilidad y se consideran en riesgo. Además, los tamaños medios de captura de prácticamente todas las especies son inferiores a su talla mínima legal (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015), mostrando que la pesca se ejerce sobre ejemplares cada vez más jóvenes, condicionando una situación insostenible a mediano plazo. Si no se adoptan medidas de manejo, se mantendrá la disminución continuada del tamaño poblacional de las especies nativas y, por ende, la producción y su aporte a la seguridad alimentaria. El mal uso de artes de pesca, el intenso esfuerzo de pesca y la falta de aplicación de las medidas de manejo son agentes de esta situación.

## Regulación hidrológica y construcción de embalses

En Colombia el impacto más reportado en los estudios de caso es el cambio de la actividad pesquera y el cambio en el ensamblaje de las poblaciones dentro de los embalses (Jiménez-Segura et al., 2014). La modificación del régimen hidrológico y el impacto sobre las poblaciones de peces migradores, como bocachicos y bagres, al modificarse las condiciones de volumen y temporalidad de las aguas, así como el impedimento al acceso de los peces a zonas de reproducción aguas arriba de los reservorios, son los principales impactos a nivel regional, en especial en aquellos embalses construidos a altitudes menores a 700 msnm, altitud límite de distribución de las especies migradoras en la cuenca Magdalena-Cauca. Inferior a esta altitud se han embalsado 28.954 hectáreas, reconociéndose también que en estos embalses se han generado efectos positivos locales, al generar capturas del orden de las 2.219 toneladas/año, garantizando una actividad productiva para 2.602 pescadores (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015).

## Eventos climáticos

Existen relaciones significativas entre los eventos climáticos y la producción pesquera. Los años Niño se traducen en menores niveles de las aguas y, por ende, en mayor vulnerabilidad de las poblaciones de peces, que al ser objeto de pesca generan altas capturas que pueden conducir a niveles de sobrepesca (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015). Por ello, para la salud de las poblaciones de peces es de vital importancia la alternancia entre periodos secos y húmedos, y dada la situación actual del recurso pesquero un aumento de la frecuencia de periodos secos podría tener graves consecuencias para la sostenibilidad futura de la pesca. Las épocas de aguas altas son muy importantes, porque existe una relación significativa entre el mayor nivel de las aguas y, por ende, del área de las planicies inundables, y la tasa de crecimiento de las especies de peces: se han determinado relaciones directas de crecimiento de la población de bocachico con los pulsos de inundación (Aunap-Fundación Humedales, 2013). Hay que tener en cuenta también otro factor, y es que los eventos climáticos extremos con amplias inundaciones tienen impactos sociales y económicos de gran magnitud: desplazamiento de comunidades de pescadores, pérdida de bienes y alteración de actividades económicas relacionadas.

## La degradación del hábitat

Otros factores que inciden en la disminución de la producción pesquera y en la salud de las poblaciones de peces son: la pérdida de superficie de las planicies inundables, áreas estratégicas de cría y productividad, debido a la desecación de ciénagas o, en su defecto, a la transformación del régimen hidráulico de las mismas para favorecer la frontera agropecuaria, hechos causados por latifundistas poderosos con escaso control de las autoridades ambientales; la alteración de la calidad del agua, en especial por las actividades mineras legales e ilegales que generan efectos sobre los peces por acumulaciones crecientes de mercurio (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015) y con futuros efectos sobre la salud pública si no se toman correctivos inmediatos; y, por último, la deforestación y la sedimentación subsecuente también están incidiendo en los ecosistemas acuáticos.

## La introducción de especies exóticas

También llamadas especies invasoras, son cinco especies que están establecidas en las planicies inundables siendo sujetas de uso pesquero (tilapias, cachamas y otras), habiéndose determinado ya relaciones causales entre la disminución del bocachico y el aumento de la tilapia (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015). Los principales efectos sobre las poblaciones nativas son la competencia por sustrato y alimento y la alteración de relaciones ecológicas.

## Mejoramiento de la navegabilidad y evaluación de su impacto

La ejecución de obras destinadas a mejorar la navegabilidad y la infraestructura portuaria en el río Magdalena debe ser evaluada adecuadamente en términos de prevenir efectos sobre las poblaciones de peces. La intervención en puntos críticos del río con construcción de infraestructura correctiva puede ocasionar alteraciones para las poblaciones de peces, en especial de las migradoras, que son las que soportan la producción pesquera y la seguridad alimentaria local, por lo que esa intervención amerita una evaluación adecuada de impactos como acción de prioridad inmediata.



## Vulnerabilidad del sector pesquero

Está dada (The Nature Conservancy-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap, 2015) por el bajo nivel de asociatividad de los pescadores; la desprotección social y económica de las comunidades: políticas de estado ajenas a la realidad social particular; la invisibilidad de los pescadores ante los administradores y tomadores de decisiones; la gran informalidad en la intermediación comercial y el mercadeo; la debilidad institucional: cambio de autoridades, baja inversión y escasa presencia local; los bajos niveles de gobernanza y participación local en la toma de decisiones y la complejidad en sus relaciones con otros ámbitos (ambientales, productivos, sociales), que obliga a grandes costos de intermediación y transacción.

## La ordenación pesquera y el futuro

Desde el año 2000 se han venido dando lineamientos de ordenación pesquera en la cuenca con un enfoque integral (Aunap-Fundación Humedales, 2013), pero solo recientemente la Autoridad de Acuicultura y Pesca inició algunos procesos de ordenación pesquera en diversos sectores de la cuenca (Beltrán et al., 2000) y en 2014, con el apoyo de organizaciones de la sociedad civil, se formuló la “Estrategia de ordenación pesquera para la cuenca Magdalena-Cauca” (Valderrama et al., 2014). Los propósitos planteados son: garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades ribereñas; desarrollar una actividad productiva sostenible; conservar la diversidad de especies bajo aprovechamiento (pesquerías); mejorar la calidad de vida de las comunidades de pescadores; contribuir a la gobernanza de la pesca; y fortalecer al sector pesquero. La estrategia contempla acciones enmarcadas en siete subestrategias: fortalecimiento de instancias de planificación, administración, conservación, investigación, mejoramiento de poblaciones naturales, prevención de impactos por eventos ambientales, fortalecimiento del sector pesquero y prevención y mitigación de efectos de contaminación

La estrategia destaca la inclusión de componentes más allá de lo eminentemente pesquero, al reconocer la necesidad de prevenir impactos por efectos ambientales y la prevención y mitigación de la contaminación. Por ello reconoce la necesidad de coordinar acciones con otros sectores productivos tales como el minero, el hidroeléctrico y el agropecuario, y aclara que es necesario revertir la baja inversión del estado en ordenación pesquera, ya que

se ha desconocido, por falta de información y limitada gestión institucional, la magnitud real del aporte de la pesca a la sociedad colombiana.

Recomienda, entre otras líneas de acción, la constitución de comités locales de ordenación pesquera para mejorar la gobernanza y fortalecer el control; la valoración económica y social de toda la pesquería con el fin de visibilizar el sector y focalizar acciones de fortalecimiento; la determinación de puntos de referencia de manejo para las principales especies de peces, para adoptar decisiones de ordenación oportunas; la promoción de la organización social y el apoyo a las comunidades de pescadores para mejorar su nivel de vida con programas de crédito coherentes con su realidad, y el desarrollo de proyectos productivos alternativos, sumado a una gestión para garantizar el acceso a la seguridad social; la evaluación de los efectos causados por las obras que buscan garantizar la navegabilidad del río Magdalena; el desarrollo de programas de mitigación de impacto por eventos climáticos extremos; y la realización de esfuerzos de prevención, mitigación y bioremediación en relación con la contaminación por mercurio.

Es de mencionar que esta estrategia es coherente con las *Directrices voluntarias de gobernanza de la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques en el contexto de la seguridad nacional* de la FAO (FAO, 2012), y en particular con aquellas dirigidas a la sostenibilidad de las pesquerías a pequeña escala, que consideran un enfoque basado en los derechos humanos, habilitando a las comunidades de pescadores en pequeña escala, incluidos hombres y mujeres, para participar en los procesos de toma de decisiones y asumir responsabilidades con respecto al uso sostenible de los recursos pesqueros, haciendo hincapié en las necesidades de los países en desarrollo y en beneficio de los grupos vulnerables y marginados (FAO, 2015).

El estado colombiano debe apoyar decididamente el desarrollo de esta estrategia. La ordenación pesquera debe ser prioritaria en la política regional, como única alternativa factible destinada a beneficiar a la población vulnerable, disminuir la pobreza y proteger la biodiversidad y los beneficios sociales, económicos y ambientales derivados de su uso. La magnitud del reto es sin duda grande, pero las capacidades nacionales garantizan un razonable y sensato éxito si cuentan con el apoyo necesario. Si no se hace así, revertir el estado de insostenibilidad de la pesca que se presentaría a mediano plazo tendría unos costos tan altos que harían inviable cualquier estrategia de manejo. Estamos en un momento propicio, pero quizá constituye la última oportunidad que tenemos para resolver la problemática que nos aqueja.

## Referencias

- AUNAP-FUNDACIÓN HUMEDALES. 2013. “Procesos de ordenación pesquera en las cuencas Magdalena, Sinú y golfo de Urabá”. Convenio 01-2012. Bogotá.
- AUNAP-UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA. 2014. “Base de datos de estadísticas pesqueras en la cuenca Magdalena-Cauca. Año 2013”. Bogotá (archivo digital).
- BARRETO, C. Y C. BORDA. 2008. *Evaluación de recursos pesqueros colombianos*. ICA, Subgerencia de Pesca y Acuicultura. Bogotá.
- BELTRÁN, I., M. ESTRADA Y M. VALDERRAMA. 2000. “Plan de ordenación: manejo y aprovechamiento sostenible pesquero y acuícola en la cuenca del río grande de la Magdalena”. Inpa. Bogotá.
- CHAPMAN, W. D. 1977. “Total harvest and economic value of the fishery in the Río Magdalena and floodplain system”. Final Report to FAO/Col/552. Cartagena.
- CORMAGDALENA-OMF ANDINA. 2007. *Plan de manejo de la cuenca del río Magdalena-Cauca*. Fase II. Fluidis Servicios. Bogotá.
- FAO. 1980. “Resultados y recomendaciones del proyecto para el desarrollo de la pesca continental Inderena-FAO. Informe terminal”. FI: DP/col/72/552. Roma.
- , 2012. *Directrices voluntarias de gobernanza de la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques en el contexto de la seguridad nacional*. FAO. Roma.
- , 2015. *Voluntary guidelines for securing sustainable small-scale fisheries in the context of food security and poverty eradication*. FAO. Roma.
- FUNDACIÓN BOSQUES Y HUMEDALES-AUNAP-UNIVERSIDAD SUR COLOMBIANA-ECOPETROL. 2014. “Estado de conservación de la población del bagre rayado (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*) en la cuenca Magdalénica, valoración de implicaciones ambientales y socioeconómicas y definición de escenarios de ordenación pesquera y sostenibilidad. Informe final”. Bogotá.
- FUNDACIÓN HUMEDALES. 2010. “Diseño del programa regional pesquero y piscícola en la depresión Momposina de los municipios de Cicuco, Talaigua Nuevo y Mompo, departamento de Bolívar. Informe final para Fundescat-Ecopetrol”. Bogotá.
- GUTIÉRREZ, F., C. BARRETO Y B. MANTILLA. 2011. “Diagnóstico de la pesquería de la cuenca Magdalena-Cauca”. Capítulo 1. En C. Lasso, F. Gutiérrez, A.

- Morales, E. Agudelo y R. Ajiaco (ed.). *Pesquerías continentales de Colombia*. Serie Recursos hidrobiológicos y pesqueros de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá.
- JIMÉNEZ-SEGURA, L. F., D. RESTREPO-SANTAMARÍA, S. LÓPEZ-CASAS, J. DELGADO, M. VALDERRAMA, J. ÁLVAREZ y D. GÓMEZ. 2014. "Ictiofauna y desarrollo del sector hidroeléctrico en la cuenca del río Magdalena-Cauca (Colombia)". *Biota* (en prensa).
- KAPETSKY, J. M. 1978. "Reporte final sobre poblaciones de peces y pesquerías de la cuenca del río Magdalena, Colombia". Proyecto para el desarrollo de la pesca continental. Inderena-FAO. Cartagena.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-PNUD. 2014. *V Informe nacional de biodiversidad de Colombia ante el Convenio de diversidad biológica*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-PNUD. Bogotá.
- MOJICA, J. I., J. S. USMA, R. ÁLVAREZ-LEÓN y C. A. LASSO (eds.). 2012. *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia-WWF Colombia-Universidad de Manizales. Bogotá.
- PARDO, G. 1976. "Inventario y zonificación de la cuenca para fines hidroagrícolas". En *Conferencias del foro sobre aprovechamiento múltiple contra inundaciones. Proyecto cuenca Magdalena-Cauca*. Convenio Colombo-Holandés. Bogotá.
- ROMERO, P., F. GARZÓN, B. NAVARRO y M. RÍOS. 2002. "Censo pesquero e identificación de su problemática". Cormagdalena. Barrancabermeja.
- THE NATURE CONSERVANCY-FUNDACIÓN ALMA-FUNDACIÓN HUMEDALES-AUNAP. 2015. *Estado de las planicies inundables y el recurso pesquero de la macrocuenca Magdalena-Cauca y propuesta para su manejo integrado*. Bogotá. En proceso de publicación.
- VALDERRAMA B., M., M. PETRERE, V. M. ZÁRATE y G. VERA. 1993. "Parámetros poblacionales (mortalidad, rendimiento máximo sostenible) y estado de explotación del bocachico *Prochilodus magdalenae* (Steindachner, 1878; Prochilodontidae) del bajo río Magdalena". *Boletín Científico Inpa*. 1.
- VALDERRAMA B., M. y M. PETRERE. 1994. "Crecimiento de bocachico *Prochilodus magdalenae* Steindachner 1878 (Prochilodontidae) y su relación con el régimen hidrológico en la parte baja de la cuenca Magdalena". *Boletín Científico Inpa*. 2.

VALDERRAMA B., M., S. HERNÁNDEZ, M. PINILLA, J. RESTREPO, R. PARDO, J. C. ALONSO Y L. GUILLOT. 2014. “Estrategia de ordenación y fortalecimiento del sector pesquero en la macro cuenca Magdalena-Cauca y propuesta de ruta para su implementación”. En TNC-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap-Fundación Mario Santo Domingo-USAID. *Guía para el manejo integral de las planicies inundables y el recurso pesquero de la macrocuenca Magdalena-Cauca*. TNC-Fundación Alma-Fundación Humedales-Aunap-Fundación Mario Santo Domingo-USAID. Bogotá.



Foto: Sindy Martínez Callejas.



Foto: Mauricio Valderrama Barco.



# EL RÍO MAGDALENA Y SU NAVEGABILIDAD

Jaime Iván Ordóñez

Foto: Sindy Martínez Callejas.



## Generalidades

**E**l río Magdalena es, sin duda, el gran río de Colombia, surca la nación de sur a norte a lo largo de 1.600 kilómetros, atraviesa veintidós de los treinta y dos departamentos, dejando por fuera solo al Chocó, los Llanos orientales y la Amazonia, y junto con el Cauca conforman una cuenca hidrográfica de 257.000 km<sup>2</sup>, que alberga más del 85% de la población del país, donde se localizan sus diez mayores ciudades. De la misma forma, setecientos veintiocho municipios conforman la cuenca total, de los cuales quinientos noventa y seis están en la cuenca específica del Magdalena (sin el Cauca); ciento veintiocho son ribereños; y cuarenta y tres ciudades son puertos a lo largo del cauce principal (Procuraduría General de la Nación, 2013).

### El río Magdalena como sistema fluvial

Pero el Magdalena no es solamente la corriente de agua más importante de Colombia; es también un río único en el mundo por su localización, su caudal de agua y sedimentos, su morfología y su dinámica fluvial. Las tablas 1 y 2 muestran las características de algunos de los ríos con los cuales frecuentemente se compara el Magdalena; objetivamente, no se parece a ninguno ni en tamaño ni en caudal líquido o sólido, ni en la relación entre los dos, es decir, no se parecen en nada. En la tabla de los grandes sistemas fluviales del mundo (Schumm y Winkley, 1994), el Magdalena ocupa el puesto veintinueve, por su relación de agua y sedimentos por unidad de área. Casi todos los cincuenta sistemas fluviales más grandes del mundo lo exceden en el tamaño de su cuenca hidrográfica, pero en caudal y producción de sedimentos solo la mitad.

Tabla 1. Comparación entre el Magdalena y otros ríos del mundo

Corriente	Orden*	Área cuenca (km <sup>2</sup> )	Caudal medio (m <sup>3</sup> /seg)	Caudal sólido (10 <sup>3</sup> ton/año)	Q/A (Lt/seg/km <sup>2</sup> )	Qs/A (Ton/año/km <sup>2</sup> )	Q/Qs (M <sup>3</sup> /ton)
Mississippi	5	1'943.000	17.400	166.000	9,0	68,4	3.306
Paraná	6	2'305.000	22.000	100.000	9,5	43,4	6.938
Yangtzé	11	3'212.000	18.000	330.000	5,6	105,8	1.720
Mekong	15	704.000	15.000	187.000	21,3	265,6	2.530
<i>Magdalena</i>	29	257.000	7.600	170.000	29,6	661,5	1.410
Danubio	31	810.000	6.421	67.000	7,9	82,7	3.022
Ródano	>50	90.000	1.512	31.000	16,8	344,4	1.538
Rin	>50	185.000	2.300	5.000	12,4	27,0	14.507

\* Tabla de grandes ríos aluviales del mundo.

Fuentes: Schumm y Winkley, 1994; Milliman y Arnsworth, 2011.

Tabla 2. Comparación entre el río Magdalena y los ríos norteamericanos afluentes del Mississippi

Corriente	Área cuenca km <sup>2</sup>	Caudal medio (mcs)	Caudal sólido (Ton/año)	Pendiente	Longitud navegable (km)	Q/Qs M <sup>3</sup> /ton	No. de presas	L (km) entre presas
<i>Magdalena</i> *	75.000	2.500	100'000.000	0,00039	256	789	0	0
Arkansas	440.300	1.200	12'000.000	0,00010	600	3.157	18	35
Ohio	490.600	7.960	50'000.000	0,00070	981	5.026	21	47
Missouri	1'350.000	2.478	60'000.000	0,00020	900	1.304	30	30
Red River	169.900	1.600	30'000.000	0,000078	236	1.684	5	47
					2.717			40

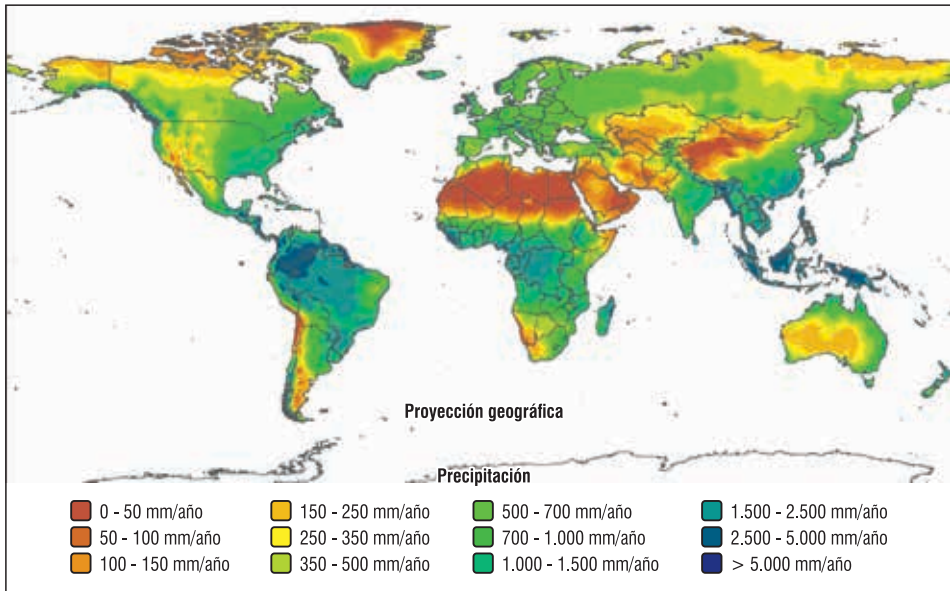
\* Río Magdalena: datos de Puerto Berrío.

Fuente: ríos norteamericanos: Heimann, Sprague y Blevins, 2011, y otras fuentes de internet.

Pero la mayor diferencia entre el Magdalena y los ríos con los que usualmente se le compara está en su localización, siendo el único que se encuentra dentro de la banda tropical (líneas rojas, figura 1, latitudes  $\pm 26^{\circ}30'$ ), y más aún en la banda ecuatorial (líneas azules, latitudes  $11^{\circ}30'N$  a  $4^{\circ}30'S$ ), la más húmeda del globo. Banda que también presenta, en la cuenca Magdalena-Cauca, las zonas de mayor producción sedimentológica del planeta (figura 2).

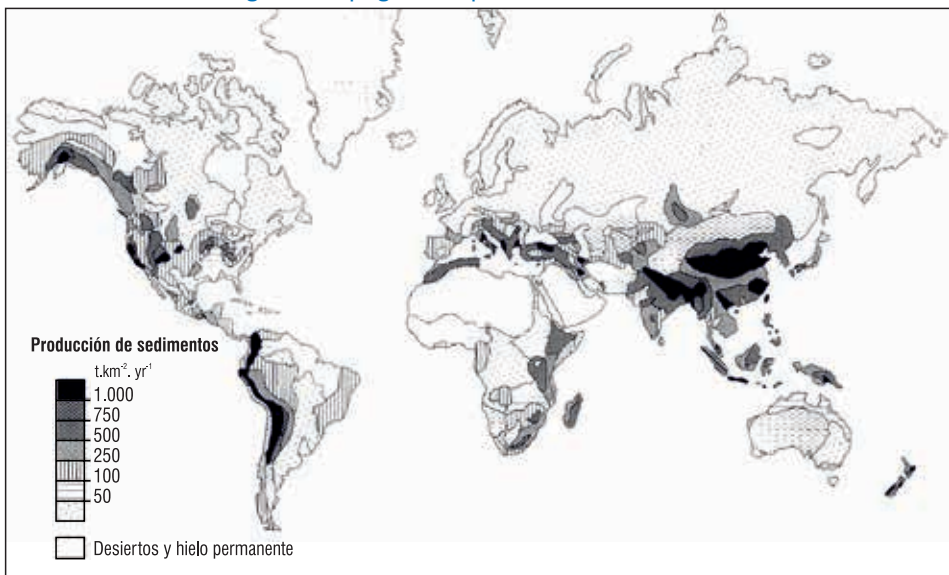
Con relación a la morfología y a la dinámica fluvial, el Magdalena es también diferente a los ríos de otras partes del mundo. Su morfología hidráulica es verdaderamente singular y no corresponde ni a la de un cauce meandrinoso ni a la de uno trenzado; su cauce es divagante con múltiples

Figura 1. Mapa de precipitación global



Fuente: Climate Research Unit-Universidad de East Anglia-FAO.

Figura 2. Mapa global de producción de sedimentos



Fuente: Walling and Webb. 1996. *Erosion and sediment yield: A Global Overview*. IHS Publication. 236.

canales, muchos de ellos estables; en la mayor parte de su recorrido, pero especialmente en su parte media y baja, su morfología es atípica de los cauces fluviales usuales (cauce unicanal sinuoso, con meandros que migran y se cortan periódicamente), presentando en cambio un alineamiento complejo, de estrechamientos y expansiones con “islas”, manteniendo un cauce sinuoso, con brazos paralelos y depósitos de alta variabilidad.

El carácter cuasipermanente de estos brazos, su baja pendiente y su lecho de material arenoso, medio a fino, de baja gradación, hace que no puedan ser considerados tampoco como “cauces trenzados”, dado que el trenzamiento es una propiedad de los cauces de piedemonte con alta pendiente y lechos de variada granulometría de gravas, cantos y arenas, cuya principal característica está en que sus múltiples canales varían con frecuencia de posición y morfología, de una avenida a la otra, lo cual no ocurre con los brazos difluentes del río Magdalena; que normalmente reparten el flujo en dos, con un 65% en el brazo principal, y pueden modificar esa repartición en el tiempo hasta adquirir la configuración opuesta de brazo principal y alterno.

Como otros ríos similares en el mundo, de gran longitud y cuencas extensas, el Magdalena presenta a lo largo de su recorrido gran diversidad de condiciones geológicas, edáficas, climáticas, hidráulicas, sedimentológicas y morfodinámicas, conformando un sistema socioecológico de alta complejidad y limitada resiliencia. El régimen de estos ríos y su interacción con sus ecosistemas depende no solamente de sus características físicas variables, sino también de la integridad ecológica de la cuenca, las funciones y servicios ecosistémicos y el historial de acoplamiento y adaptación de los sistemas sociales a los sistemas naturales, que conduce al bienestar de las comunidades humanas establecidas en cada cuenca. Es por lo tanto prudente, antes de establecer planes de desarrollo y medidas de recuperación, conocer muy bien los diferentes problemas y condiciones que han llevado al deterioro de los ecosistemas y la consecuente merma en la calidad de vida de esas comunidades.

## La navegabilidad

La navegación fluvial, dentro del esquema general socioecológico de una cuenca hidrográfica extensa, es apenas uno de múltiples servicios ecosistémicos de abastecimiento que dependen del capital natural de los ecosistemas y de las políticas públicas de transformación de ese capital. La navegabilidad de un río no depende entonces únicamente de las características de la corriente,

de la carga potencial a mover y de un tipo prefijado de embarcaciones, sino que debe estar condicionada a objetivos claramente definidos dentro de una serie de condiciones limitantes tanto físicas como de seguridad ecosistémica, que conduzcan al mejoramiento de las condiciones de bienestar de la población de la cuenca.

Se requiere especialmente de una organización capaz de señalar la hidrovía, mantener un sistema de información a los navegantes, ejercer control policivo sobre la seguridad de las embarcaciones, las obras de infraestructura y la calidad ecosistémica y demás interacciones ambientales entre el río, el sistema de transporte y los habitantes de la cuenca.

## Los proyectos de navegación en el río Magdalena

La navegación fluvial es un tema recurrente del gobierno colombiano. El ciudadano se pregunta, ¿por qué periódicamente se habla de recuperar la navegabilidad del río? ¿Es que acaso no existe ya? ¿Es que se pretende el retorno de la navegación a vapor terminada en 1965 con el incendio del *David Arango*, el *Palacio Flotante*, para algunos, pero en realidad, solo el último de una larga serie de embarcaciones poco eficientes para transportar carga y pasajeros en un río tropical, con las cuales se quiso tercamente navegar el río por ciento treinta años? En su libro *Champanes, vapores y remolcadores. Una historia de la navegación y de la hidráulica fluvial en Colombia*, dice el ingeniero Germán Silva, exdirector de navegación y puertos del Ministerio del Transporte:

La romántica visión de quienes viajaron a la costa Atlántica en los vapores de pasajeros de la Naviera Nacional o de la compañía Marvásquez que lamentan su desaparición y piensan que por esto el río se acabó, es totalmente equivocada. La navegación jamás se acabó y por el contrario se modernizó y especializó para mover las cargas típicamente fluviales.

Esta navegación, que en un alto porcentaje no fue colombiana, puesto que muchas de las compañías eran extranjeras o tenían capital extranjero y pilotos extranjeros, en sus primeros cien años (Silva, 2007; Zambrano, 1979), y que nunca movilizó mayor cantidad de pasajeros o de carga, se acabó cuando dejaron de construirse los buques fluviales a vapor, a finales de la década de 1930. Hoy se mueven más carga y más pasajeros en el río Magdalena que años atrás, si bien el sistema continúa siendo básicamente inseguro para la carga, y sobre todo para los pasajeros.

Periódicamente, los gobiernos creen que han llegado a una idea final sobre la navegabilidad del río, por aquello de que siempre es posible encontrar, para un problema difícil, una respuesta simple, aunque totalmente incorrecta, que permita resolverlo con mínimo esfuerzo. Más cuando la pretensión actual es que todo problema de infraestructura se resuelva con dinero, y no con ingeniería, razón por la cual ha cambiado la dirigencia de los negocios del estado hacia los economistas, administradores, políticos y abogados. Por eso también hoy, en pleno siglo veintiuno, se caen los edificios y los puentes, se derrumban las vías y se demoran eternamente en terminarse, mientras se despilfarra el dinero público, acumulado por sucesivas reformas tributarias, con la excusa de arribar a un estado de desarrollo expresado en cifras de PIB y porcentajes de crecimiento que no tienen significado real en la mesa del colombiano corriente.

## El actual proyecto de navegación en el río Magdalena

El Contrato de asociación público-privada para la recuperación de la navegación en el río Magdalena, firmado a finales de 2014 por Cormagdalena con el Consorcio Navelena, único proponente que terminó la licitación correspondiente, presenta vicios en cuanto hace a la responsabilidad del estado frente al asociado privado, que lo transforman sin duda alguna en un contrato de obra pública, que por su naturaleza debería tener condiciones de diseño técnico y criterio económico más adecuado, y de menor riesgo ambiental para la población, y económico para las finanzas del estado.

La Comisión Técnica Permanente de Ingeniería de los Recursos Hídricos de la Sociedad Colombiana de Ingenieros ha explicado en varios foros y reuniones que el proyecto, en la forma prevista, es inviable técnica, social y ambientalmente, y representa un riesgo inaceptable para la seguridad de los municipios, las obras de infraestructura en el río, y en general para todos los habitantes de la cuenca hidrográfica (Comisión Técnica Permanente de Ingeniería de los Recursos Hídricos-Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2013 y 2014).

La Comisión ha manifestado en diferentes escenarios los reparos que tiene sobre el actual proyecto de recuperación de la navegación, entre los cuales se cuentan los siguientes:

1. El proyecto está basado en premisas que no son ciertas o no han sido probadas:

- ◆ Que el pueblo colombiano añora el tipo de navegación que se le ofrece.
  - ◆ Que la economía nacional requiere de este proyecto para su competitividad.
  - ◆ Que el proyecto mejorará las condiciones ambientales del sector transporte.
  - ◆ Que se generarán volúmenes de carga muy importantes.
  - ◆ Que el transporte fluvial es un sistema ambientalmente limpio.
  - ◆ Que el proyecto traerá alegría y bienestar a las poblaciones del río.
2. El proyecto no ha sido socializado con la opinión pública general ni con las comunidades que estarán directamente afectadas.
  3. Tampoco ha sido presentado a la comunidad técnica nacional, la cual podría hacer una evaluación objetiva e imparcial; ni a las entidades administrativas, prestadoras de servicios públicos que resultarían afectadas, ni a las empresas públicas y privadas que son usuarias del río, empresas agrícolas, pesqueras y pecuarias, a los propietarios de tierras vecinas al río y a los transportadores fluviales pequeños.
  4. El proyecto no tiene evaluación ambiental ni estudio detallado de línea base a todo lo largo de su zona de influencia. Cormagdalena dice, sin justificación técnica, que no se requiere estudio ambiental de alternativas, ni licencia para su realización, a pesar de que el material dragado deberá ser depositado en el mismo cauce, y a pesar de que todos los ecosistemas del río pueden ser perjudicialmente afectados durante la construcción, y especialmente durante la operación del proyecto.
  5. El proyecto implica la intervención simultánea de 900 kilómetros del río, condición sin antecedente práctico en ríos tropicales del tamaño y condiciones del río Magdalena, sobre la base de conceptos superficiales, cuya sustentación técnica por “expertos”, sin experiencia en ríos tropicales ni en el propio Magdalena, no se ha presentado al país.
  6. El proyecto se basa en la presunción, no justificada, de que una empresa mayormente extranjera podrá en tres años lograr una intervención radical y permanente para la navegación, a lo largo de 900 kilómetros del río, sin perjuicios ambientales, cuando el estudio serio y adecuado por expertos nacionales, de sectores mucho más cortos, ha tomado por lo menos ese mismo tiempo. Es necesario preguntar cuál es la experiencia que respalda

esta presunción: cuál ha sido la inversión de Cormagdalena, en el río, en años anteriores; cuántas veces han debido redragar las mismas zonas; con qué volúmenes; y cuáles han sido los resultados en el mantenimiento del canal navegable.

7. El proyecto parte de estudios incompletos, sin descripción precisa del funcionamiento individual y conjunto de las obras y dragados a lo largo del río, sustentada por un modelo continuo y bien calibrado de todo el sector a intervenir. Se sabe, por ejemplo, que no hay levantamiento geodésico integral que relacione los niveles de las estaciones hidrométricas y las miras a todo lo largo del río (Sáenz, 2014); es claro que ni los 256 kilómetros con obras de encauzamiento ni los 644 kilómetros a dragar poseen estudios y diseños coherentes, que puedan calificarse verdaderamente de fase III, como se afirma (Sáenz, 2014).
8. Las obras hidráulicas a realizar para fijación del canal de aguas bajas entre Puerto Salgar y Barrancabermeja no han sido probadas sobre modelos hidráulicos físicos, en ninguno de los tramos a lo largo de los 256 kilómetros donde se piensan emplazar. Estos modelos son una necesidad real, en casos de proyectos de navegación de esta naturaleza, como lo indica el análisis de proyectos de navegación en los Estados Unidos, en Europa, en la China, en Argentina o Brasil.
9. Las obras de encauzamiento, entre Puerto Salgar y Barrancabermeja, no cumplen con el requerimiento básico de funcionar igualmente bien en aguas bajas, medias y altas, como se exige de este tipo de obras, por lo cual es impredecible lo que pueda suceder para los niveles más frecuentes, para los cuales no han sido diseñadas. De hecho, se establece en los diseños (Sáenz, 2014), y en los pliegos, que fallarán para avenidas de periodo de recurrencia mayor o igual a diez años, lo cual es técnicamente inaceptable.
10. Esas obras de fijación del canal entre Puerto Salgar y Barrancabermeja estarán la mayor parte del tiempo sumergidas y, en un canal de aguas rápidas, no podrán ser detectadas por las embarcaciones, generando niveles de riesgo inaceptables para el tipo de carga que se piensa transportar. Un ejemplo de la veracidad de esta afirmación es la historia reciente de los espolones del canal del Dique, construidos en los años 1983-1984 que, al no poderse señalar adecuadamente, estar totalmente sumergidos en aguas altas y ser prácticamente invisibles en aguas medias, fueron totalmente



destruidos por las embarcaciones en los dos años siguientes. Estas estructuras, cuyo diseño copió modelos del Cuerpo de Ingenieros Militares de los Estados Unidos, fueron probadas en 1985 sobre modelos físicos en la Universidad Nacional de Colombia, y halladas totalmente inefectivas para las condiciones del canal del Dique, por lo cual se discontinuó su construcción antes de completar el 50% de las mismas.

## Aspectos técnicos

### Obras de encauzamiento

Se propone construir obras de encauzamiento en un sector de 256 kilómetros entre Puerto Salgar y Barrancabermeja; muy difícil para la navegación por la alta velocidad del río, lo angosto del canal y la sinuosidad del cauce que tiene en ese preciso sector una característica meandrinosa; abajo de Barrancabermeja, su morfología cambia a la de un cauce multicanal divagante, generando contracciones de sección seguidas por expansiones con islas.

Las obras pretenden encauzar las aguas para los niveles más bajos en ese sector, cuando los calados son insuficientes. Se dice que tienen diseños a nivel de fase III (Sáenz, 2014), pero se basan en formulaciones empíricas que solo han sido probadas en los tributarios del río Mississippi (Arkansas, Red, Ohio y Missouri), cuya similitud con el río Magdalena es muy dudosa (tabla 2), y donde la navegación se realiza con presas y esclusas, que no existen en el río Magdalena, por lo cual es poco probable que haya miles de kilómetros de esos ríos con obras sumergidas similares, como afirma Cormagdalena<sup>1</sup>.

Los ríos del sistema Mississippi tienen cuencas más extensas; caudales líquidos y sólidos más bajos; relaciones de líquido a sólido más altas (más agua

---

1 Cormagdalena. 2013. “Estudios y documentos previos”. Agosto. “(...) en dicho estudio, se sentaron las bases, metodologías y criterios para el diseño de las obras de encauzamiento, siguiendo los criterios del asesor Max Lamb, ex funcionario del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE), quien había participado en la concepción, planeación y diseño de obras similares en los Estados Unidos. La experiencia del asesor fue significativa, puesto que las obras que se diseñaron para el Magdalena son análogas a las que el USACE ha implementado exitosamente *en varios miles de kilómetros navegables del sistema Mississippi*, en especial en los tributarios que son *del tamaño del río Magdalena* (Ohio, Red River, alto Missouri y Arkansas)”. *Subrayado* de quien escribe.

para mover cada tonelada de sedimentos); y pendientes muy inferiores a las del sector de los diseños (tabla 2); ninguno de estos ríos se parece al Magdalena o es “de su tamaño”, ni se maneja solo con obras de encauzamiento y dragados, que son complementarios, sino con presas y esclusas cada 40 kilómetros. Lo mismo sucede en Europa: según Steer Davies & Gleave (2014), en Francia hay 365 presas y 1.470 estructuras de control, en 8.500 kilómetros de hidrovías.

Vale la pena analizar, por ejemplo, el tramo de 15 kilómetros más conocido y estudiado en todo el río Magdalena: el sector de Barrancabermeja, desde el estrechamiento de Las Carmelitas hasta el angostamiento de Galán. Este es también el epicentro de la economía del río Magdalena y del país, y uno de los sitios donde más cambios han venido ocurriendo en los últimos años, a la vista de los entes de gestión, que no solo proponen, sino que vienen de tiempo atrás ejecutando soluciones contrarias a las establecidas en sus propios estudios (figuras 3 a 5).

De acuerdo con Cormagdalena (2012), el sector se modifica según el esquema de la figura 4, obligando al río a fluir por un solo canal, en un sector donde siempre ha preferido fluir en dos canales, forzándolo con obras de baja altura, sumergidas la mayor parte del tiempo. Las líneas negras de la figura 4 resaltan el curso que el diseñador supone que el río tenderá a seguir, pero

Figura 3. Cambios en el sector de Barrancabermeja, 1985-2012



Figura 4. El sector de Barrancabermeja y el proyecto actual del gobierno

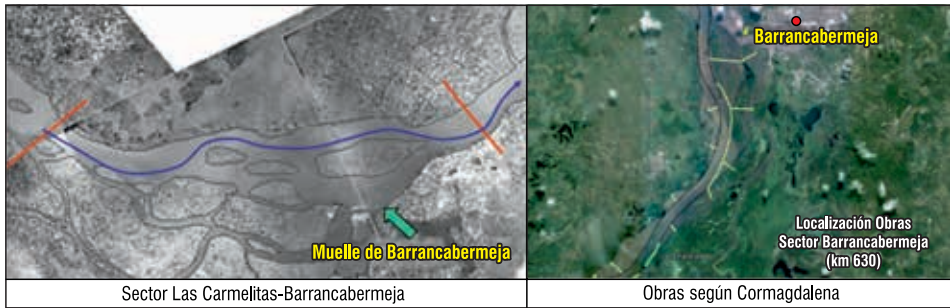
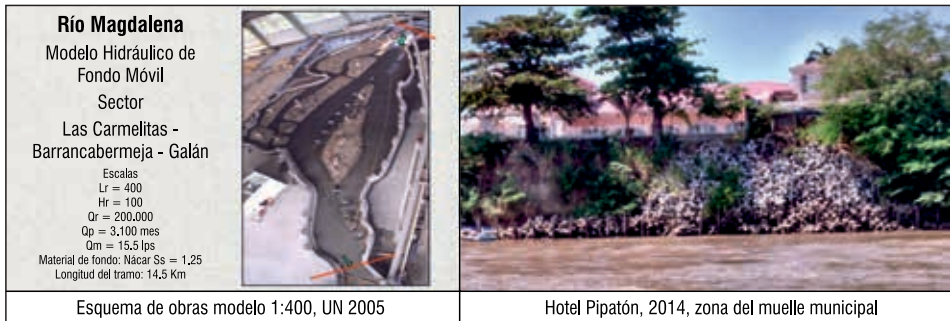


Figura 5. Modelo 1:400 Las Carmelitas-Barrancabermeja y resultado de los dragados de 2014



no son obras. El esquema indica que para caudales medios y bajos Barrancabermeja ya no sería puerto fluvial, pero además, durante las avenidas el río podría erosionar las orillas, por encima de los diques, y atacaría las obras, destruyéndolas o sepultándolas.

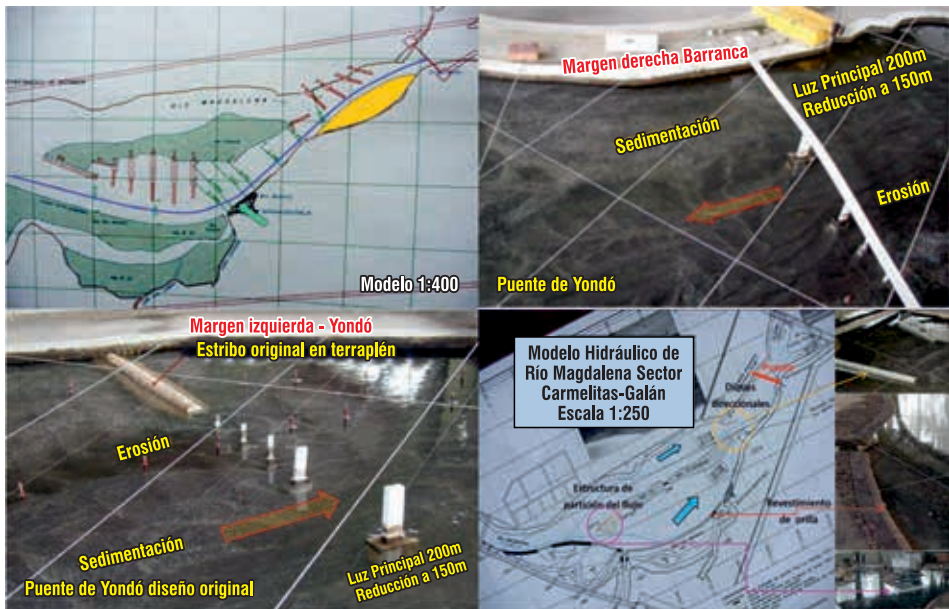
Pero este mismo sector fue estudiado en detalle por Cormagdalena, sobre modelos físicos de fondo móvil, en el Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia (figuras 4 a 6), buscando recuperar el muelle municipal, sedimentado a causa de obras acometidas para mejorar el terminal de la Refinería, con la colocación de diques sumergidos (Laboratorio de Ensayos Hidráulicos-Universidad Nacional de Colombia, 2003, 2004; Ordóñez, 2003). El trabajo tomó más de dos años, sobre dos modelos: uno a escala longitudinal 1:400, y otro a escala 1:250, dado que los resultados del primero mostraron la tendencia del río a socavar la margen izquierda a la altura del puente de Yondó, en vía de diseño final, con su estribo izquierdo sobre un terraplén dentro del cauce.

La figura 5 muestra a la izquierda el modelo 1:400, con su esquema final de obras, indicando que para mejorar las condiciones del muelle municipal, el terminal de la Refinería, el nuevo terminal de contenedores, estribo derecho del puente de Yondó (línea roja abajo), proteger su estribo izquierdo y direccionar el flujo para evitar el ataque aguas abajo sobre la margen derecha donde se ubica Termobarranca, se requiere mantener dos canales en el sector.

El puente acabó siendo el principal interés del Ministerio del Transporte (Ordóñez, 2003), y el modelo se amplió a 1:250 horizontal y 1:100 vertical (figura 6), con mínima distorsión. El esquema final de obras cambió, con una estructura de partición de caudales aguas arriba, para estabilizar dos canales. La figura 5, derecha, muestra el resultado sobre el hotel Pipatón, construido en 1934, de los dragados que Cormagdalena realizó de 2012 en adelante, aguas arriba, en lugar de llevar las obras estudiadas a niveles de factibilidad y diseño final.

Este ejemplo demuestra la imposibilidad de avalar en forma técnica adecuada los diseños de este proyecto, que ni siquiera consultan los estudios que Cormagdalena ha desarrollado en los últimos años (2003-2005), los cua-

Figura 6. Aspectos del modelo 1:400 y el puente de Yondó. Resultado final del modelo 1:250



les se desechan por un diseño menos informado. Es válido preguntar qué pasará con los otros 885 kilómetros de río, menos estudiados, y repletos de infraestructura valiosa de ciudades, bocatomas, oleoductos, puentes, carreteras, centrales eléctricas, etcétera. Claramente, es posible destruir mucho más de lo que se piensa construir!

## Dragados

El proyecto considera además un sector aproximado de 650 kilómetros, entre Barrancabermeja y las bocas de Ceniza, desembocadura del río en el mar Caribe, cerca de Barranquilla, donde no se construirán obras sino se realizarán exclusivamente dragados. Estos dragados no están completamente definidos, excepto en sus condiciones de calado y radios mínimos de curvatura para el paso de convoyes de barcazas, preconcebidos, con escasa definición de los anchos del canal, se habla en general de 52 metros, los cuales deben ser ajustados durante la construcción. No está claro que esto constituya diseños fase III de un proyecto de dragado, aun cuando se pretenda que es solo dragado de mantenimiento, pero sería completamente ilógico que el 75% del proyecto no tuviera diseño.

Los dragados no se pueden considerar definidos, ni comprobados, puesto que no hay claridad sobre los volúmenes a dragar ni sobre los sitios de disposición; no se conoce su costo real ni su viabilidad técnica; Cormagdalena los considera como mantenimiento de un canal que dice estar dragando de tiempo atrás (Cormagdalena, 2014). Sin embargo, no hay evidencia de que la entidad haya dragado la totalidad de los 650 kilómetros en forma continua, aún para un calado menor; y la necesidad del presente proyecto prueba lo contrario (Steer Davies & Gleave, 2014, nota 5), por lo cual, desde el punto de vista de ingeniería, debería considerarse como una obra capital, que requiere diseño específico.

Un estudio de la Universidad del Norte, para el sector de La Gloria al puente Pumarejo, advierte que la capacidad de transporte de la carga del lecho del río es del orden de cinco veces mayor que la producción horaria de una draga de mediana capacidad, en el caso de caudales bajos, y del orden de treinta veces mayor en el caso de caudales altos, lo cual es aún más grave cuando se piensa que las dragas como máximo pueden trabajar unas quince horas al día, en tanto que el río trabaja veinticuatro horas (Uninorte, 2000).

No en vano se retiraron dos de los consorcios de mayor experiencia: el Consorcio Coderma, se retira porque “(...) los riesgos de diseño y construcción siguen estando del lado del asociado en un grado difícil de asumir”. Y porque “(...) es imposible calcular con exactitud el volumen de sedimentación para asegurar y mantener la navegabilidad, debido al entorno tan dinámico que tiene el río”. El Consorcio Navega Magdalena, similarmente capaz, se retira porque “(...) no existen condiciones favorables que permitan asumir, razonablemente, los riesgos del proyecto”. Y añaden, “(...) en relación con las Unidades Funcionales 3 y 4 (Puerto Salgar-Puerto Berrío y Puerto Berrío-Barrancabermeja), todavía no se observa una estructura consistente con la dinámica del río”.

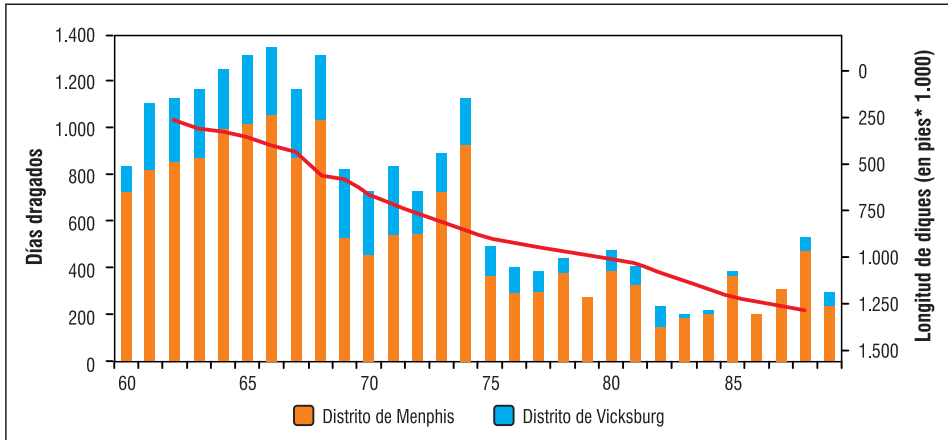
Cormagdalena ha dicho que draga anualmente 5'500.000 metros cúbicos para mantener el canal navegable entre Barrancabermeja y Cartagena (Cormagdalena, 2012), claramente sin alcanzar los calados requeridos; Navelena ha dicho que espera dragar apenas 600.000 a 800.0000 metros cúbicos al año durante la duración de la asociación público-privada; la explicación parece provenir del convencimiento de ambas partes de que a medida que se draga el canal, el río comienza a “auto dragarse”, disminuyendo los volúmenes de mantenimiento en el tiempo; esta teoría es contraria a los principios básicos de la hidráulica fluvial y no tiene asidero práctico en ríos con la carga sólida del Magdalena.

Los diseñadores presentan el gráfico de la figura 7 (Sáenz, 2014), para justificar la teoría del “auto-dragado”, pero este solo indica días de dragado en el sistema Mississippi, y no volúmenes reales de sedimento removidos de los canales, entre 1960 y 1990, las tres décadas en las que se construyeron todos los sistemas de presas de navegación y esclusas de este sistema fluvial, con ríos radicalmente diferentes al Magdalena, como se ha visto.

Hay que considerar además que en un país como los Estados Unidos y a lo largo de esos treinta años, los equipos habrían cambiado en cantidad, calidad y tamaño, de modo que es imposible establecer en este gráfico si el volumen dragado ha disminuido; solo que el número de días de dragado disminuye, sin establecer la cantidad y calidad de los equipos.

Se anota, además, que el Servicio Geológico Norteamericano (USGS, 2011), ha establecido que la carga sólida de los ríos principales del sistema Mississippi, es decir, los mismos mencionados por Cormagdalena, ha disminuido en más de 60% de 1950 a 2009, o sea que toda la variación del gráfico

Figura 7. Gráfico del USCE que sugiere el auto-dragado a los diseñadores



Fuente: Sáenz, 2014.

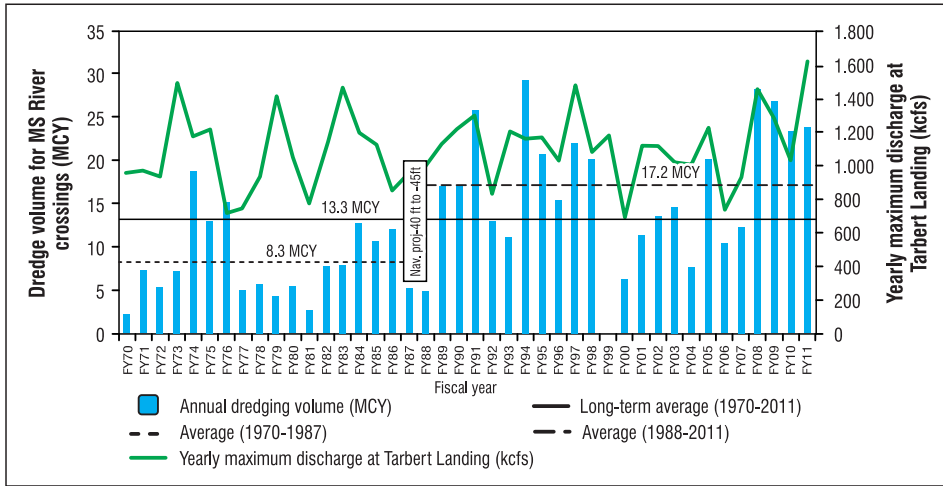
se podría explicar por ese solo concepto, a más de la introducción de presas y el cambio en los equipos, y no por el “auto-dragado”.

La experiencia en Colombia (bocas de Ceniza en Barranquilla o el canal del Dique), como en otros sistemas fluviales del mundo, demuestra, como en el gráfico de la figura 8, que los dragados en términos de volumen van siempre en aumento. Este gráfico muestra además que en el sistema Mississippi los dragados se realizan en los sectores curvos de mayor sedimentación y no a todo lo largo de la vía navegable como se pretende hacer en el río Magdalena; son solo complementarios al efecto de las presas y esclusas.

Un reciente artículo periodístico, de octubre de 2014, en Minneapolis, prueba la fragilidad de la suposición del “auto-dragado”, y, en general, la de todo sistema de transporte fluvial basado en el dragado<sup>2</sup>. El artículo demues-

**2** El periodista Jim Anderson del *Star Tribune* de Minneapolis, anota el 27 de octubre de 2014, 12:15 p.m., que el tráfico de barcasas en el alto Mississippi estuvo cerrado por casi tres semanas a finales de julio de 2014: “(...) El cierre siguió a un invierno brutal que *obligó a la navegación a comenzar en la fecha más tardía desde 1970 (excluyendo el año 2001)*. Después vino la lluvia permanente y las avenidas que lavaron montañas de sedimentos bajo el agua, que se depositaron cerca de los puertos fluviales de Wabasha y Winona. El Cuerpo de Ingenieros Militares de los Estados Unidos estima que recogió más de 290.000 yardas cúbicas de material dragado, suficiente para llenar una línea de volquetas de 10 yardas cúbicas desde Minneapolis a La Crosse, Wisconsin” (traducción y *subrayado* de quien escribe).

Figura 8. Dragado anual en zonas de curvas del río Mississippi entre 1970 y 2011



Fuente: CECHL. 2014. “Mississippi River Hydrodynamic and Delta Management Study (MRHDM) - Geomorphic Assessment”. Julio.

tra también que, a pesar de las compuertas y esclusas, la navegación en el alto Mississippi es estacional, y que no se navega veinticuatro horas, trescientos sesenta y cinco días al año, sino de abril a noviembre y dudosamente las veinticuatro horas.

La supuesta reducción en el costo de dragado por “auto-dragado” se considera como uno de los beneficios cuantificables del proyecto en el análisis económico (Hidroestudios-Steer Davies & Gleave, 2002; y Steer Davies & Gleave, 2014), de donde se puede deducir que el error técnico se compone y se aumenta al mantenerse dentro del análisis económico en el crítico renglón de los beneficios. La cuantificación de este beneficio la ha realizado directamente Cormagdalena sin sustentación válida.

Se puede concluir que, de comprobarse que el volumen a dragar es mucho mayor que el estimado por Cormagdalena, y que los equipos y el costo ofrecidos en la propuesta del contratista se deben revisar, no sería legalmente válido insistir en que el dragado adicional debe ser por cuenta del privado, y se puede presumir que esta sola situación puede hacer inviable el proyecto, constituyendo un punto importante de conflicto y de sobrecostos. Cormagdalena ha adoptado la posición facilista de decir que si el proyecto no se puede realizar, toda la responsabilidad recae en el consorcio privado y el estado colombiano no pierde nada. Esto no puede ser cierto por las siguientes razones:



- ♦ El gobierno nacional ha firmado un convenio o contrato con el consorcio privado, y ha establecido todas las condiciones. Esto en sí implica una responsabilidad.
- ♦ El gobierno ha entregado un pliego de condiciones que demuestra que el proyecto es factible técnica, social y ambientalmente, a pesar de que no ha realizado ni la socialización del mismo ni los estudios ambientales necesarios, ni ha demostrado a la comunidad técnica que el proyecto es técnicamente factible.
- ♦ El gobierno ha dicho también que el riesgo de falla del proyecto por esos tres aspectos es bajo, y prácticamente ha prometido a los contratistas que el proyecto no requerirá estudio ambiental de alternativas, ni licencia. A pesar de los actuales apuros del gobierno, para pasar una ley ambiental laxa y permisiva para proyectos de esta magnitud, está aún por ver que este decreto no sea enjuiciado y anulado por los esfuerzos de la comunidad técnica y la sociedad colombiana entera.
- ♦ El estudio de la Universidad del Norte concluye que la única manera de realizar los dragados es botando de nuevo el material al río, pero con un previo estudio para evitar el riesgo a la comunidad bentónica necesaria para mantener la cadena trófica del río. Sin embargo, no hay estudios para los 900 kilómetros de río a intervenir (Uninorte, 2000).

## Aspectos económicos

El rendimiento económico del proyecto se basa en el estudio de demanda (Hidroestudios-Steer Davies & Gleave, 2002), actualizado por otro adicional de la segunda firma, de abril de 2014, cuyo primer informe de avance se entregó en septiembre de 2013, cuando ya estaba avanzado el proceso de selección de contratistas. Según este, el proyecto tiene una relación beneficio/costo de solo 1.05, y requiere para ser rentable de la navegación del difícil trayecto entre Puerto Salgar y Barrancabermeja (Steer Davies & Gleave, 2014).

Otra base importante del análisis económico es la necesidad de mantener el canal navegable veinticuatro horas al día y trescientos sesenta y cinco días al año, lo cual es altamente improbable en el río Magdalena, como lo es en la mayoría de los ríos del mundo donde el transporte fluvial es estacional. Esta hipótesis para un sistema de navegación basado solo en el dragado, en un río tropical, es de notoria fragilidad.

La rentabilidad depende igualmente del transporte de petróleo y carbón (que hoy representan más del 87% de la carga), así como de cemento, agroquímicos y productos de la minería. Las proyecciones de la carga futura en el río tienen una distribución similar a la actual. Lo que quiere decir que se mantendrá el predominio (>87%), de cargas de petróleo y carbón.

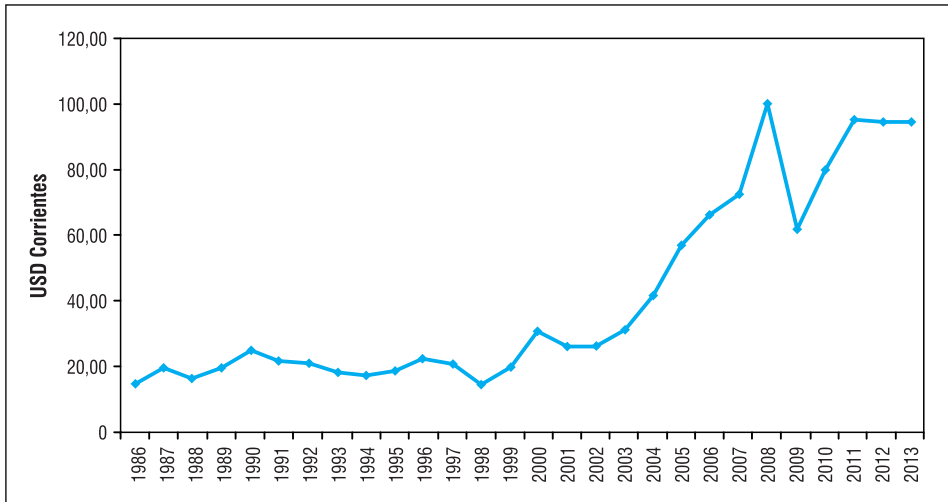
El análisis económico indica que sin transporte de petróleo no hay rentabilidad positiva en el proyecto. Evidentemente, si la carga no es de la magnitud de la que se propone, tampoco la habría, lo cual demuestra su fragilidad económica. La carga total actual es inferior a los 2'000.000 de toneladas, pero se proyecta hasta 4'000.000 de toneladas, al final del proyecto, si las condiciones del canal se logran estabilizar como se propone, y si las premisas del análisis económico se cumplen. En todo caso, estas cantidades no producen una expectativa mayor al 2% del total de la carga movilizada en el país durante el proyecto.

Lo más preocupante es, sin embargo, que toda la base económica del proyecto, y el estudio de demanda de carga, se fundamentó en un estudio realizado para las condiciones del año 2000 (Hidroestudios-Steer Davies & Gleave, 2002), que no podían ser válidas en 2012. Cormagdalena supuso que sí, y ordenó tardíamente un estudio de actualización que no se entregó hasta ya avanzado el proceso licitatorio, a finales de 2013, para condiciones de precios que, a pesar de los acontecimientos de finales de 2014, aún mostraban estabilidad en cuanto a petróleo, con cifras de US\$100/barril (figura 9), que no lo son ya, en el segundo trimestre de 2015, con precios por el suelo en petróleo y también en carbón, y con un drástico recorte en los ingresos de Ecopetrol, entidad que debería ser el motor del proyecto, al proveer la importante carga adicional entre Puerto Salgar y Barrancabermeja, que ya no podrá haber, y la fuente básica del pago del proyecto por parte del gobierno.

Dado que el petróleo es la carga más importante en el análisis de factibilidad, no se entiende porque comparar los costos de la navegación fluvial con los del transporte carretero, o la producción de gases ambientalmente peligrosos por estos dos sistemas, en lugar de compararlos con el costo de transportar petróleo por oleoductos, que es la forma más segura para hacerlo y que no produce gases peligrosos para el medio ambiente.

La prensa nacional habla del déficit que se presentará en los ingresos del país, y el Ministerio de Hacienda dice que será solo de 5 billones de pesos, pero nadie habla de las pérdidas económicas que se presentarán en proyectos

Figura 9. Precios del petróleo en el estudio de Steer Davis &amp; Gleave, de 2013



Fuente: WIT y Brent. EIA Spot Prices for Crude Oil and Petroleum Products. En [http://toronto.eta.doe.gov/dnav/pet/pet\\_pri\\_spt\\_s1\\_d.htm](http://toronto.eta.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm)

como este, cuyas condiciones económicas dependen en todo de los precios del petróleo y los ingresos de Ecopetrol.

Si el proyecto tuviera consecuencias positivas sobre la calidad de vida de los habitantes de la cuenca, muchos dirían que debe mantenerse a pesar de que la relación beneficio-costos sea baja. Sin embargo, los propios diseñadores han señalado en su presentación (Sáenz, 2014), las siguientes verdades irrefutables sobre los actores del transporte fluvial:

- ♦ La carga: es de los dueños privados.
- ♦ Los puertos: son desarrolladores privados o concesiones.
- ♦ El transporte: la flota fluvial y los camiones son privados.
- ♦ El río: es de la nación.

En ninguna parte aparecen como actores los pobladores, las comunidades, las ciudades, los municipios. El transporte de personas y carga general ni siquiera se menciona en este proyecto. Los únicos beneficiarios son los intereses privados del transporte y los industriales dueños de la carga. Solo los costos del mismo son de la nación y, por tanto, de todos los colombianos. Se invierte el dinero público para favorecer los intereses privados.

Los costos del proyecto son los mal estimados del dragado, disminuidos además por la supuesta reducción por “auto-dragado”, que se considera un beneficio pero según los economistas se ha utilizado como ahorro en costos en lugar de usarlos como resultado del proyecto, y los superficialmente estimados de las obras de encauzamiento que deben ser refaccionadas cada diez años en promedio, sin que esos costos aparezcan en el análisis. Los costos ambientales y sociales ni siquiera se mencionan, mucho menos se intenta calcularlos.

Los beneficios son, por un lado, los ínfimos valores por tarifas de transporte, estimados en unos 70.000 millones de pesos durante los 13,5 años del proyecto (Cormagdalena, 2014), a la tasa de col \$2/ton-km, que apenas cubrirían los también mal estimados costos de la interventoría<sup>3</sup>, la supuesta reducción en gases de invernadero, que el propio estudio considera de menor cuantía, así como la reducción en el costo de los dragados que ha sido totalmente inventada por Cormagdalena y suministrada al evaluador económico, y la reducción de fletes de los industriales y transportadores privados, por la posibilidad del transporte multimodal que actualmente no existe, y que solo existiría según Steer Davis & Gleave (2014), de realizarse inversiones considerables en puertos y carreteras<sup>4</sup>.

---

**3** La interventoría se contrató en abril de 2015 por Col\$ 67.000 millones, es decir Col\$ 5.000 millones por año o Col\$5,5 millones por año y por kilómetro de canal. Es decir que la interventoría solo podrá revisar, en promedio, un día al año, el estado de cada kilómetro de obra.

**4** Dice Steer Davis & Gleave (2014): “En el caso del proyecto actual de recuperación (2013), el gobierno de Colombia a través de Cormagdalena y del contrato de asociación público-privada está enfocando su atención en mejorar el canal navegable. *Esto dado que la condición de contar con un canal navegable suficiente actualmente no se cumple.* Esta acción debería llevar a que tanto el sector público como el privado realicen en el futuro inversiones en ampliaciones y nuevos puertos así como en flota naviera. Algunas acciones en este sentido ya se vienen dando de manera simultánea (notas de prensa revisadas octubre 2013). Dada la geografía de Colombia y la distribución del consumo y la producción, *esto sin embargo no es suficiente para que se desarrolle una mayor demanda.* Como se muestra en la gráfica es necesario además validar o intervenir en la infraestructura y servicios de transporte por carretera o férreo para que se den conexiones intermodales. *En el peor de los escenarios si se diera el mejoramiento del canal navegable, las inversiones portuarias y en flota naviera pero no se contara con conexiones intermodales; el crecimiento de la demanda se vería limitado por esta última restricción. El estado de la vía fluvial, y para efectos prácticos de la mayoría de conexiones intermodales sigue siendo parecido al que se observaba en el año 2001*”. Subrayados del autor del presente artículo.

Teniendo en cuenta que el análisis económico se realiza sobre treinta años y no sobre los 13,5 que dura el proyecto, y que la relación beneficio-costos, aun así, es apenas de 1.05, la realidad económica actual del proyecto no da para considerarlo económicamente viable o siquiera satisfactorio.

## Aspectos ambientales

Se habla de que el sistema de transporte fluvial es más limpio que el carretero o ferroviario, por la reducción de la producción de CO<sub>2</sub> en sus motores, no por ser mejores, sino porque serían menos numerosos que los requeridos para mover un mismo tonelaje. Sin embargo, los ríos más contaminados del mundo son aquellos donde existen los mayores sistemas de transporte, debido a la primacía de las cargas ambientalmente peligrosas.

Las cargas industriales que se quiere transportar por el río se tipifican internacionalmente como peligrosas, por su potencial de contaminación de las aguas en caso de accidentes y la dificultad para remover pronta y efectivamente esta contaminación, en un río que recorre más de 49% de las zonas densamente pobladas del país (Procuraduría General de la Nación, 2013). La tabla 3 muestra la abrumadora realidad de las estadísticas de accidentes de contaminación a partir de embarcaciones, en los Estados Unidos.

Se puede apreciar que hay miles de accidentes al año y millones de galones de petróleo derramados, donde, en el mejor de los casos, se recupera hasta 35% del volumen. Pero en los Estados Unidos no está todo el país a la orilla del mismo río. La cuenca del Mississippi tiene más de 2'000.000 de km<sup>2</sup>, y supera el área total de Colombia, pero aun así representa solo el 40% de la de ese país y solo el 25% de su población vive en ella.

Debe anotarse que en los Estados Unidos no solo existe en las vías fluviales una regulación estatal exigente sobre los transportadores de cargas peligrosas, sino que existen planes de contingencia y organizaciones dotadas con equipos fluviales como lanchas y remolcadores, barcos especializados para control de derrames y entidades públicas y privadas que cuentan con toda la logística apropiada para el control de la contaminación, lo cual no es cierto en el caso colombiano. ¿Es este el proyecto de navegación que anhelan los colombianos? ¿Cuál será la reacción de las comunidades? O ¿cuál debería ser?

Ya se ha visto que las condiciones no se dan para que el río sea navegable veinticuatro horas al día, trescientos sesenta y cinco días al año, como no se

Tabla 3. Derrame de hidrocarburos afectando las vías navegables de los Estados Unidos

Source	1985		1990		1995		1996		1997		1998	
	Inci-dents	Gallons spilled	Inci-dents	Gallons spilled	Inci-dents	Gallons spilled	Inci-dents	Gallons spilled	Inci-dents	Gallons spilled	Inci-dents	Gallons spilled
<i>TOTAL all spills</i>	6.109	8'436.248	8.177	7'915.007	9.038	2'638.229	9.335	3'117.831	8.624	942.574	8.315	865.303
Vessel sources total	1.662	4'862.911	2.485	6'387.158	5.478	1'624.153	5.586	1'681.020	5.347	380.879	5.172	621.235
Tankship	164	732.397	249	4'977.251	148	125.491	122	219.311	124	22.429	104	56.673
Tank barge	385	3'683.548	457	922.025	353	1'101.938	313	1'163.258	252	165.649	220	248.089
Other vessels <sup>a</sup>	1.113	446.966	1.779	417.882	4.977	396.724	5.151	298.451	4.971	192.801	4.848	316.473

Source	1999		2000		2001		2002		2003		2004	
	Incidents	Gallons spilled	Incidents	Gallons spilled	Incidents	Gallons spilled	Incidents	Gallons spilled	Incidents	Gallons spilled	Incidents	Gallons spilled
<i>TOTAL all spills</i>	8.539	1'172.449	8.354	1'431.370	7.559	854.520	4.497	638.863	4.192	401.139	3.897	1'416.713
Vessel sources total	5.680	576.475	5.560	1'033.643	5.021	569.856	1.816	247.382	1.715	210.805	1.705	1'306.557
Tankship	92	8.414	111	606.176	95	125.217	55	4.753	38	4.450	35	636.834
Tank barge	227	158.977	229	133.540	246	212.298	126	30.219	156	102.874	143	215.822
Other vessels <sup>a</sup>	5.361	409.084	5.220	291.927	4.680	232.341	1.635	212.410	1.521	103.481	1.527	453.901

a. Other vessels include commercial vessels, fishing boats, freight barges, industrial vessels, oil recovery vessels, passenger vessels, unclassified public vessels, recreational boats, research vessels, school ships, tow and tug boats, mobile offshore drilling units, offshore supply vessels, publicly owned tank and freight ships, as well as vessels not fitting any particular class (unclassified).

c. Mystery spills are spills from unknown or unidentified sources. U. S. Coast Guard investigators are unable to identify the vessel or facility that spilled the oil into U. S. navigable Waters.

Notes: The spike in *Gallons spilled* from 2005 can be attributed from the passage of Hurricane Katrina in Louisiana and Mississippi on Aug. 29, 2005, which causes numerous spills approximating 8 million gallons of oil in U. S. waters. The largest spill in U. S. waters began on April 20, 2010 with an explosion and fire on the mobile offshore drilling unit (MODU) Deepwater Horizon. Subsequently the MODU sank, leaving an open exploratory well to discharge crude oil in the Gulf of Mexico for several weeks. The most commonly accepted spill amount from the well is approximately 206,6 million Gallons, plus approximately 400,000 gallons of oil products from the MODU. The totals in this table may be different from those that appear in the source, due to the rounding by the source.

Fuente: U. S. Coast Guard. *Polluting Incidents In and Around U. S. Waters, A Spill/Release Compendium: 1969-2011* (Washington DC: January 2013), tables *Number of Spills by Source, Volume of Spills by Source (Gallons) and Oil Spills in U. S. Waters Calendar Year*. Available at <http://homeport.uscg.mil/> as of Aug 6, 2013.

dan prácticamente en ningún país del mundo. ¿Quién puede imaginar un convoy de diez barcazas (365 m de largo por 26 m de ancho), empujadas por un solo remolcador, navegando a oscuras por un río como el Magdalena, a las 3 de la mañana, con 7.200 toneladas de petróleo u otras cargas peligrosas, en cualquiera de los pasos difíciles que abundan en el río? ¿O durante una tormenta tropical ciclónica? En los Estados Unidos y en Europa una embarcación puede esperar asistencia por lo menos cada 40 kilómetros, en la siguiente exclusiva. Aún si fuera posible obtener los calados que se buscan, ¿qué ayuda existirá para los solitarios capitanes del Magdalena, en caso de un encallamiento o un simple roce contra otro mega convoy que venga en sentido contrario, cuando se haya convertido el río en la autopista fluvial que nos ofrecen?

¿Qué controles planea el estado implementar o hacer que sus concesionarios utilicen para evitar estos accidentes o rescatar la carga y los tripulantes? ¿O detener los derrames en el río u otras formas de contaminación que se puedan presentar? La solución simple, pero necesariamente incorrecta, de quienes dirigen los entes de gestión es *dejar la responsabilidad total a los concesionarios!* Es la razón del retiro de los participantes en la licitación del proyecto. ¡Cargar a los concesionarios con responsabilidades imposibles de cumplir es crear un peligro potencialmente similar al del Exxon Valdez, y creer que ellos podrán arreglar las cosas fácilmente! ¿Es este, realmente, el sueño de los colombianos? ¿O el de Bolívar? (Santos, 2014).

## Aspectos contractuales

El capítulo 10 del texto contractual, “Condiciones de riesgo”, se basa en nueve ítems específicos, con treinta rubros subsidiarios, de los cuales catorce están a cargo del estado, pero en conjunto superan el 50% de la responsabilidad. El siguiente análisis demuestra que la forma como Cormagdalena ha venido presentando el proyecto, no refleja la realidad del mismo. Debe notarse que la matriz de riesgo fue la base del “diálogo competitivo” que se generó durante la licitación, y según los documentos publicados, fue prácticamente el tema único de la correspondencia entre los licitantes y Cormagdalena. Estos son:

### Riesgo predial

Consiste de cuatro rubros, donde el estado asume uno y el privado aparentemente asume tres; el privado se compromete a responder por las demoras

en la disponibilidad general de los predios necesarios para la ejecución del proyecto, en las demoras en la adquisición de los predios necesarios para sus puntos de operación y control, y asume los sobrecostos que se generen por estos últimos predios.

El estado se compromete a cubrir los sobrecostos por adquisición de predios en general (no se especifica la diferencia con los que asume el privado). Sin embargo, es claro que las demoras generadas en la adquisición (supuestamente a cargo del privado), dependen de que el estado negocie eficientemente con los propietarios y acepte pagar los precios que estos piden, razón por la cual se demoran todos los proyectos de obras públicas en Colombia. El contratista privado poco o nada puede hacer para manejar estos problemas si el estado no va adelante con negociaciones generales dentro del estricto margen que concede la ley, y los avalúos oficiales. La responsabilidad aquí es claramente del estado.

### Riesgo ambiental y social

Tiene tres rubros de los cuales dos son del estado. El privado toma aparentemente el riesgo de demoras en la obtención de licencias y permisos, pero solo en el caso de que falle directamente en el trámite normal de los mismos. El estado asume realmente los riesgos por deficiencias del proyecto, al asumir los sobrecostos por compensaciones socio-ambientales, y los costos de las obras que considere necesarias la autoridad ambiental. Además, el estado también asume las demoras en la expedición de las licencias, como condiciones de fuerza mayor, con lo cual se desvanece la responsabilidad del asociado privado. Estas demoras aumentan los plazos y generan pérdida económica y sobrecostos, al aumentar la permanencia en obra del contratista, sus empleados y equipos.

### Riesgo de diseño

El estado supuestamente toma la mitad (uno de dos rubros), pero a la larga su parte es casi todo, puesto que el privado solo es responsable si rediseña o cambia en alguna forma los diseños que se le entregan, es decir, solo es responsable de aquellos diseños que él mismo haga, y de los ajustes que ellos requieran; pero si acepta o avala los existentes, lo cual es definitivamente lo más fácil



y rápido, entonces queda a cargo del estado cualquier ajuste que se requiera de los mismos. El estado aquí, claramente, asumirá todos los riesgos, por más que el contrato sea reiterativo en que la responsabilidad es del asociado.

Debe tenerse en cuenta que, aun cuando no se discrimina, y parece que este riesgo cubriera únicamente la porción del proyecto que tiene que ver con la construcción de obras civiles (256 kilómetros), en realidad este riesgo debe hacer referencia también a los dragados, dado que no es posible pretender que el 75% del alineamiento del proyecto no tiene diseños.

Cormagdalena afirma que se trata solo de mantener dragados existentes (Cormagdalena, 2014), y ha dicho que el dragado se limita a unos 5 a 6 millones de metros cúbicos (Cormagdalena, 2012); así las cosas, cualquier diferencia con lo que se drague realmente, debe corresponder a un “ajuste” de esos diseños, y el volumen adicional queda así de responsabilidad del estado. Por tanto, no es cierto que se pague solamente por un calado, dado que los “ajustes” al volumen dragado preestablecido o “diseñado”, también implicarán costos que debe pagar el estado.

## Riesgo constructivo

Cormagdalena ha repetido muchas veces que todo el riesgo constructivo es del privado; en realidad, existen cuatro rubros, de los cuales dos son claramente del estado, pero de nuevo, al privado se le asignan los riesgos más bajos: los aumentos en el valor de insumos y materiales, cuando el proyecto se actualiza mes tras mes y año tras año (por lo cual el contrato nominal de 1,2 billones de pesos pasa a costar 2,5 billones al cabo de 13,5 años según Cormagdalena), y al privado se le garantiza en todo caso su rendimiento económico, aunque la demanda no se materialice al nivel que promete el proyecto.

El privado también asume supuestamente los costos de mayores cantidades de obra, y se puntualiza que las obras de encauzamiento pueden costar más y requerir más obra; pero, uno se pregunta: ¿y no sería eso un *ajuste en los diseños*? ¿O no se podría construir como tal? ¿O tal vez como una necesidad debido a cambios en el nivel del río? U otro de esos rubros que abiertamente se dejan al estado. Es claro que los costos del dragado son realmente proporcionales al volumen a dragar, por lo cual no es lógico desvincular esos volúmenes del valor a pagar, y decir que se paga solo por el calado que se obtenga.

El estado asume solo dos rubros, referentes a mayores cantidades de obra que puedan resultar por “*cambio en los niveles del río*” sobre los niveles “*normales*”, asociados con avenidas de periodo de recurrencia igual o menor a diez años. Pero si el proyecto dura 13,5 años, estos niveles “*anormales*” ocurrirán con probabilidad cercana a 1.0 durante el plazo, y el estado resultará responsable de todo el riesgo, o por lo menos la mayor parte del mismo.

El cálculo probabilístico indica que la probabilidad de una avenida de diez o más años de periodo de recurrencia, en un periodo de 13,5 años es del 75,89%; la probabilidad de una avenida de veinticinco años o más es de 42,37%, la de una avenida de cincuenta años o más es de 23,87%, y la de una de cien años o más es de 12,69%. Pero cualquier evento superior a diez años sería “*anormal*”, y el estado debería entrar a responder por los ajustes necesarios y el mayor costo de las obras. Cabe anotar que en los últimos 13,5 años han ocurrido, según datos del Ideam en Puerto Berrío, cinco eventos con recurrencia igual o mayor a diez años.

El estado asume también los costos de obras que haya que construir a consecuencia de los cambios de nivel del río. Pero las obras, diseñadas a nivel de fase III según Cormagdalena, se calcularon para un periodo de recurrencia de diez años. Cabe preguntar si esto es técnicamente adecuado y sostenible a largo plazo. ¡Las obras que diseña el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos se hacen para periodos de recurrencia de cien años! ¿Corresponde este bajo periodo de recurrencia a diseños fase III de un proyecto como este?

## Riesgo de operación y mantenimiento

Los sobrecostos por mayor cantidad de dragado los ha de cubrir el privado; pero se adiciona que este riesgo es bajo porque se sabe qué volumen se ha de dragar, con base en los trabajos previos de Cormagdalena y en el concepto de expertos contratados para evaluarlo. ¿Y eso no constituye el “*diseño*” de los 650 kilómetros a dragar? ¡También sujetos a “*ajustes*” a cargo del estado! A cargo del privado quedan además los sobrecostos por variación de precios de los servicios operativos, asistencia a la navegación (no especificada), y actividades de dragado, y la incidencia de las especificaciones técnicas; riesgos que se suponen bajos.

## Riesgos por cambios en la demanda

Este rubro desdice de lo que debería ser una asociación público-privada. Implica que el estado asume todo riesgo por el fracaso económico del proyecto, basado en proyecciones irreales sobre el transporte de cargas de petróleo y carbón, sujetas a mercados altamente variables. El privado aquí no arriesga nada. Si el proyecto es un fracaso se le paga como si no lo fuera, y la nación pierde doblemente, por gastar en las obras que no sirvieron, y por garantizar el rendimiento que no se pudo lograr. ¿Es esto un buen negocio?

## Riesgo financiero

Aquí cada cual paga su parte si no cumple, como en los contratos de obra pública.

## Riesgo regulatorio

El privado solo arriesga los cambios en la política de inversión extranjera, que no son mayores en el país de la “seguridad inversionista”. El estado, en cambio, asume el riesgo de modificación (o no-modificación) en las normas ambientales, un punto absolutamente crítico en un proyecto sin evaluación ambiental y sin socialización con la comunidad, y asume también el riesgo de modificación en las tarifas. Es decir, se ratifica, para que no quede duda, que el estado asume todos los riesgos socio-ambientales y económicos.

## Riesgo de fuerza mayor no asegurable

En este caso no queda duda de que el estado toma el 100% del riesgo. Tres de los cuatro rubros subsidiarios son suyos, incluyendo específicamente las demoras por obtención de licencias y permisos y las ampliaciones del plazo contractual por terrorismo, arqueología y motivos varios, como los fenómenos naturales: avenidas, terremotos, derrumbes, avalanchas y otros, icon periodos de recurrencia superiores a diez años!

Es válido preguntar entonces si es cierto que “todo el riesgo constructivo del proyecto lo toma el asociado privado”; que el estado colombiano no pierda nada si el privado falla en la realización del proyecto, ya que no se pagará

hasta tanto este haya desarrollado completamente el proyecto; o que los costos de dragado se tasan por el calado del canal que se obliga a mantener el contratista, y no por el volumen que haya que dragar.

## Conclusiones

La mayoría de los proyectos de navegación en Colombia han sido planeados sin la sociedad civil y sin el medio ambiente como objetivos. El objetivo final parece ser solo el logro material para los intereses industriales, el relativo logro técnico de los proyectos (realizados sobre modelos extranjeros de poca aplicabilidad en el trópico), y el interés económico de los transportadores fluviales, que son empresas privadas. En ninguna parte se evidencia interés por la recuperación de los ecosistemas degradados de la cuenca ni por mejorar la calidad de vida de las comunidades ribereñas; por la misma razón, estos proyectos han carecido siempre del interés público y del de la población ribereña, han sido un rotundo fracaso, y continuarán siéndolo, a juzgar por los serios problemas que presenta la estructuración de la asociación público-privada para la “recuperación” de la navegabilidad del río.

## Recomendaciones

El proyecto de recuperación de la navegación en el río Magdalena debe ser rechazado por la comunidad y, en consecuencia, suspendido por el gobierno nacional, dado que no cumple verdaderamente con los objetivos de desarrollo sostenible del país, no tiene viabilidad económica alguna con los actuales precios del petróleo y del carbón, contribuyendo al debilitamiento de las finanzas del estado, y genera una amenaza inaceptable para la salud de los ecosistemas de la ya muy deteriorada cuenca del río Magdalena y para la propia salud, prosperidad y calidad de vida de sus habitantes, con énfasis en aquellos que habitan sus riberas, pero con repercusión indudable sobre toda Colombia.

Cormagdalena, entidad que, habiendo sido creada por la Constitución de 1991 para orientar y coadyuvar en la recuperación, no de la navegabilidad, sino del desarrollo sostenible de toda la cuenca, habiendo fracasado, como lo demuestran los informes de la Contraloría General de la Nación<sup>5</sup>, y la Procu-

---

**5** La Contraloría (2014) evalúa la gestión de Cormagdalena y la considera “desfavorable”, para todos los componentes y variables verificadas. Establece además que

raduría General de la Nación<sup>6</sup>, debe ser totalmente reconstituida con objetivos claros y concisos, y metas definidas, realizables y fácilmente comprobables.

El plan nacional de desarrollo debe considerar en forma apropiada los objetivos de desarrollo sostenible de la cuenca del río Magdalena, que son los mismos de la nación, pero en una forma tal que defina objetivos específicos de desarrollo, en términos de la protección de los recursos naturales del país y de su medio ambiente, y por ende del mejoramiento efectivo de la calidad de vida de los ciudadanos, complementando los índices intangibles del PIB y de las tasas de crecimiento definidas por las entidades financieras internacionales, que no reflejan los costos ambientales del desarrollo, críticos en un país de la riqueza ecosistémica de Colombia, y que representan solo el progreso material de los más ricos, y los objetivos económicos de los países desarrollados, utilizando sin restricción y sin respeto por el medio ambiente y el bienestar de sus habitantes los recursos naturales de los países en desarrollo.

## Referencias

- COMISIÓN TÉCNICA PERMANENTE DE INGENIERÍA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS-SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIEROS. 2013. “Recuperación de la navegabilidad del río Magdalena”. Presentación en el foro “Río grande de la Magdalena, mucho más que una vía de transporte”. Barranquilla, 21 de noviembre.
- . 2014. “Sobre el proceso de restauración de la navegación en el río Magdalena”. Presentación en el foro “Río grande de la Magdalena, vida y vía”. Bogotá, 15 de octubre.
- CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA. 2014. “Informe de auditoría Corporación Autónoma Regional del río grande de la Magdalena, Cormagdalena”. Vigencia 2013. CGR-CDSIFTCEDR-No. 044. Noviembre.
- CORMAGDALENA. 2012. “La gran vía del transporte nacional”. Quinto foro sobre infraestructura requerida para la competitividad del carbón colombiano. Paipa, 22 de junio.

---

existen demandas contra la Corporación por 5,1 billones de pesos, más de 33,5 veces su presupuesto.

**6** La Procuraduría (2013) encontró que no existe una política rectora encaminada a la protección y conservación sostenible de la cuenca del río Magdalena, y evidenció la desarticulación entre los actores responsables de ella, actividades constitucionales de Cormagdalena.

- . 2014. “APP para la recuperación de la navegabilidad del río Magdalena mediante la construcción de estructuras de encauzamiento entre Puerto Salgar/La Dorada y Barrancabermeja y actividades de operación y mantenimiento entre Puerto Salgar/La Dorada y Barranquilla”. Presentación a la Contraloría General de la República. 10 de septiembre.
- HEIMANN, D. C., SPRAGUE, L. A., BLEVINS, D. W. 2011. *Trends in Suspended-Sediment Loads and Concentrations in the Mississippi River basin 1950-2009*. U.S. Geological Survey. Scientific Investigations Report 2011-5200.
- HIDROESTUDIOS-STEER DAVIES & GLEAVE. 2002. “Estudio de demanda del sistema fluvial del río Magdalena y evaluación beneficio costo de la instrumentación de un esquema de reactivación de la navegación fluvial”.
- LABORATORIO DE ENSAYOS HIDRÁULICOS-FACULTAD DE INGENIERÍA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. 2003. “Estudios sobre el modelo hidráulico de fondo móvil – Informe CM-132”. Bogotá. Marzo.
- MILLIMAN, J. D., ARNSWORTH, K. L. 2011. *River Discharge to the Coastal Ocean-A Global Synthesis*. Cambridge University Press.
- ORDÓÑEZ, J. I. 2003. “Memorando técnico JIO-LEH-01. Estudios, diseños e investigaciones del río Magdalena, en el sector Las Carmelitas-Barrancabermeja-Galán, sobre modelo hidráulico de fondo móvil y su relación con el diseño del puente Yondó-Barrancabermeja”. 4 de abril.
- . 2004. “Modelo hidráulico del río Magdalena para diseño de obras de corrección fluvial en Barrancabermeja”. Memorias, XXI Congreso Latinoamericano de Hidráulica. São Pedro, Brasil, octubre.
- PROCURADURÍA GENERAL DE LA NACIÓN-PROCURADURÍA DELEGADA PARA ASUNTOS AMBIENTALES Y AGRARIOS. 2013. “Río Magdalena informe social y ambiental-Informe preventivo”. Bogotá, octubre.
- SÁENZ, J. E. 2014. “Reactivación de la navegabilidad del río Magdalena eje del multimodalismo-Un proyecto país”. Presentación en la Universidad de los Andes. 11 de marzo.
- SANTOS C., J. M. 2014. Declaraciones a *Vanguardia Liberal*. Bucaramanga. 5 de mayo.
- SCHUMM, STANLEY A. Y BRIEN WINKLEY (EDS.). 1994. *The Variability of Large Alluvial Rivers*. American Society of Civil Engineers. Nueva York.

- SILVA, GERMÁN. 2009. *Champanes, vapores y remolcadores. Historia de la navegación y de la ingeniería fluvial colombiana*. Academia Colombiana de Historia de la Ingeniería y de las Obras Públicas. Bogotá.
- STEER DAVIES & GLEAVE. 2014. “Estudio de demanda del sistema fluvial del río Magdalena y evaluación beneficio costo de un esquema de reactivación de la navegación fluvial”. Abril.
- UNINORTE. 2000. “Estudio de las condiciones de navegabilidad del río Magdalena entre La Gloria y el puente Pumarejo”. Cormagdalena. Barranquilla.
- ZAMBRANO, FABIO. 1979. “La navegación a vapor en el río Magdalena”. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*. 9.

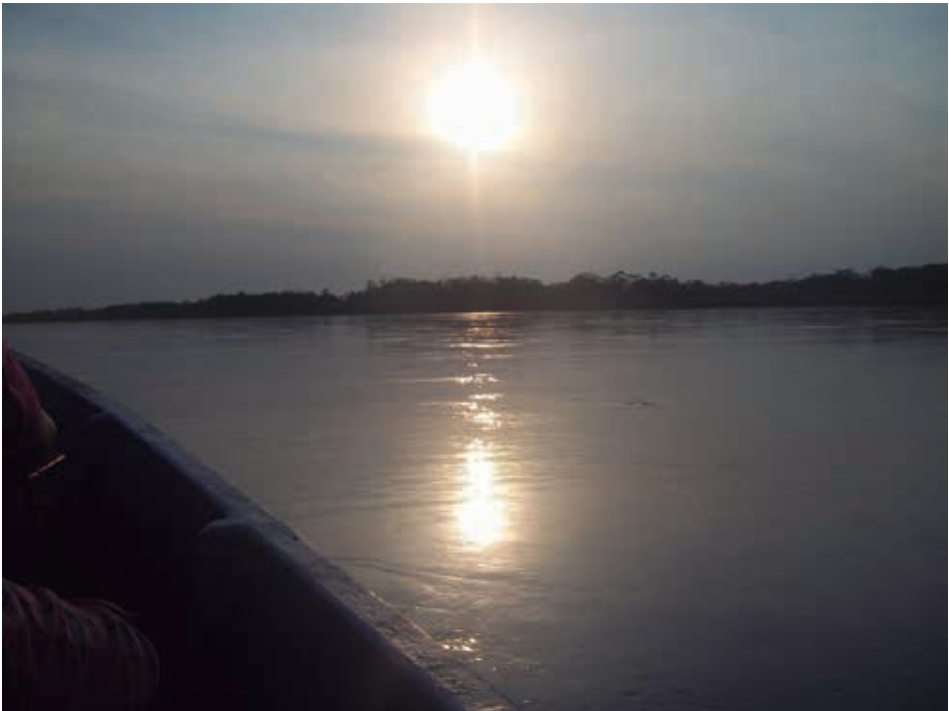


Foto: Mauricio Valderrama Barco.



Foto: Sindy Martínez Callejas.





**CAUSAS NATURALES Y HUMANAS  
DE LA EROSIÓN EN LA CUENCA  
DEL RÍO MAGDALENA.  
RESUMEN PARA TOMADORES DE DECISIÓN**

---

Juan Darío Restrepo

Foto: Sindy Martínez Callejas.

## Las implicaciones de la erosión del río Magdalena en el desastre invernal 2010-2011

**E**n los últimos años se ha constatado un apreciable aumento en la frecuencia y magnitud de los procesos peligrosos relacionados con los efectos de las lluvias en la cuenca del río Magdalena, y especialmente en los daños humanos y materiales, directos e indirectos, debidos a los mismos. El invierno de 2010-2011 fue un exponente particularmente acusado de lo que parece ser una tendencia de fondo general. Esto constituye una importante causa de penalidades para la población y tiene también consecuencias fuertemente negativas para la economía y el desarrollo del país.

Diferentes opiniones se han generado en torno a las causas de la emergencia invernal 2010-2011. Mientras algunos columnistas de importantes periódicos sostienen que este desastre invernal fue ocasionado por causas naturales, expertos afirman que el cambio climático es el principal detonante de la tragedia. Contrario a estas dos tendencias de opinión, algunos científicos y columnistas aseguran que el impacto del hombre en la región andina, como producto de la transformación del paisaje por deforestación, minería, ganadería y agricultura, es el factor que ha influido en que este desastre haya superado en varios órdenes de magnitud la intensidad de los eventos invernales que se observan cada año en el país.

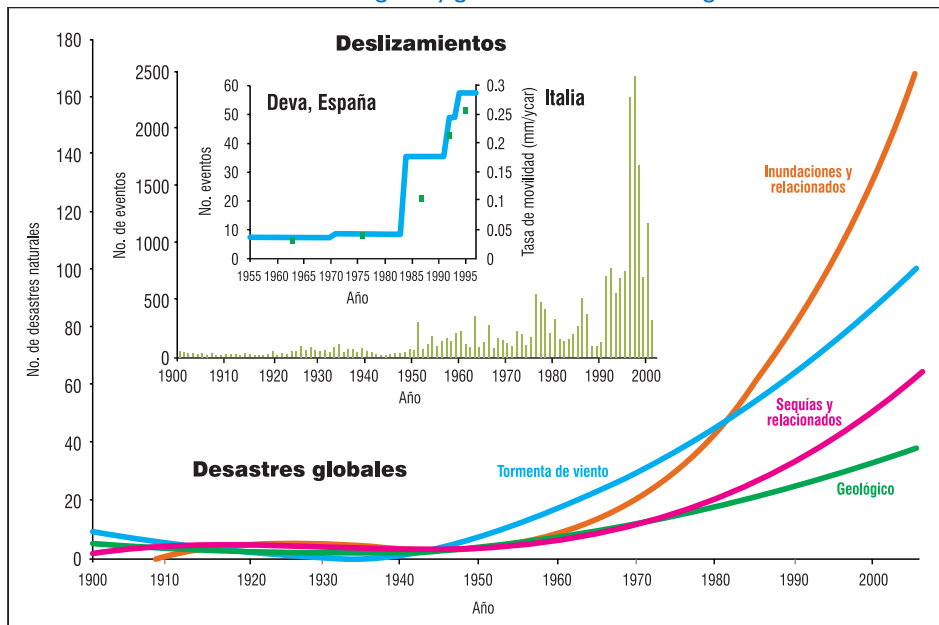
Aunque con frecuencia se atribuye el aumento en este tipo de desastres al cambio climático, existen serias evidencias, tanto en Colombia (Restrepo y Syvitski, 2006; Restrepo, 2008) como globalmente (e.g. Rivas et al., 2006; Bonachea et al., 2010; Syvitski y Kettner, 2011), de que la causa principal son las alteraciones producidas sobre la superficie terrestre por actividades tales

como deforestación, agricultura, minería, expansión urbana y construcción de infraestructura. Visto de otra forma, la aceleración de los procesos hidrogeológicos superficiales en las cuencas hidrográficas, como denudación de los suelos, generación de sedimentos, deslizamientos e inundaciones, colmatación de ríos y masas de agua, pueden ser producto del cambio climático o de la intervención humana, o de ambos factores. Este incremento en los procesos geológicos que afectan la superficie terrestre y que representan alto riesgo en las comunidades ha sido evidente y comprobado a escala global. Todavía, la comunidad científica mundial trabaja para determinar si estamos ante un “cambio geomorfológico global” independiente del cambio climático y que se sumaría a este (Cendrero et al., 2006; Bonachea et al., 2010) (gráfico 1).

Por tanto, y bajo estos escenarios de intervención humana sobre los suelos, es de esperar una reducción considerable de la resiliencia de los sistemas naturales ante distintos agentes desestabilizadores (lluvias intensas y acciones humanas), así como una intensificación de los procesos geológicos superficiales causantes de los desastres. De confirmarse lo anterior, tendría importantes consecuencias para la formulación de estrategias de mitigación de los desastres, ya que el foco de las medidas por implantar no se debería dirigir solo hacia el cambio climático, sino hacia el control en la degradación de los suelos. El primero depende sobre todo de políticas internacionales, mientras que el segundo es mucho más fácil de abordar y gestionar nacionalmente (Cendrero et al., 2004).

Las lluvias que se presentaron durante la ola invernal 2010-2011 fueron causadas por la anomalía climática del fenómeno de la Niña y la localización de la banda nubosa de la zona de convergencia intertropical. Todavía existe gran controversia científica sobre si los cambios en la frecuencia y la magnitud de los eventos Niño o Niña en las últimas cinco décadas son resultado del cambio climático. De lo que no cabe duda alguna es sobre la capacidad de regulación hídrica que tienen los suelos y los bosques. En zonas andinas con relieve muy pronunciado, los bosques y sus suelos son la esponja hídrica que almacena el exceso de precipitación, amortiguando de forma natural la escorrentía que fluye en el ciclo hidrológico hacia los ríos. En estos sistemas montañosos de altas pendientes, la remoción de la cobertura forestal deja expuestos los suelos a la acción de las lluvias y al lavado activo o erosión superficial. En otras palabras, al remover la vegetación, los excesos hídricos en las cuencas fluviales no son filtrados y la escorrentía o caudal se presenta de forma errática o en pulsos, ocasionando las inundaciones de carácter extremo aguas abajo y el incremento en los sedimentos transportados desde las zonas

Gráfico 1. Procesos geológicos superficiales como deslizamientos e inundaciones a escalas local, regional y global durante el último siglo\*



\* Al observar el número de desastres naturales en el mundo para el último siglo, es evidente el aumento de los eventos después de la década de los cincuenta. Al comparar el número de deslizamientos e inundaciones en tres escalas geográficas diferentes, como una localidad de España, un país entero (Italia) y los datos globales, se observa que los incrementos y sus tendencias son muy similares. Los análisis para España e Italia indican que el cambio climático, expresado en la cantidad y frecuencia de las lluvias, no fue el factor determinante en el aumento de los deslizamientos. Los autores encontraron que este aumento en los procesos geológicos superficiales se debió a la intervención humana en los suelos. Además, los resultados del Panel Intergubernamental del Cambio Climático han mostrado un incremento en la precipitación global del orden de 5-7%. Sin embargo, el incremento en los eventos de inundación y deslizamientos ha sido del orden de 50%. ¿Estamos ante un “cambio geomorfológico global”?

*Fuente:* tomado de Bonachea et al. 2010. Cortesía de Antonio Cendrero, Universidad de Cantabria, España.

activas de erosión. Las preguntas que surgen y que son motivo de discusión en Colombia son: ¿cuál es la magnitud de la erosión en el río Magdalena? ¿Cuánto porcentaje de la erosión en las cuencas andinas de Colombia es explicado por las actividades humanas? Y ¿cuáles son las implicaciones de esta erosión en las inundaciones durante los eventos invernales?

## La magnitud de la erosión en el río Magdalena

Una de las formas de estimar la erosión en las cuencas hidrográficas de forma espacial y regional es la medida de los sedimentos transportados en suspensión por los ríos. Esta cantidad se expresa en toneladas de sedimentos por año ( $\text{ton año}^{-1}$ ). Para estimar cuántos sedimentos provienen de un río específicamente, la medida se realiza en secciones de aforo hidrológico aguas abajo o cerca de la desembocadura del río a otro sistema fluvial o al mar. Si este número del transporte total se divide por el área de la cuenca hidrográfica ( $\text{km}^2$ ) aguas arriba de la estación de aforo, se obtiene la cantidad de sedimentos en toneladas que aporta cada kilómetro cuadrado de la cuenca hidrográfica cada año ( $\text{ton km}^{-2} \text{año}^{-1}$ ).

Desde hace más de diez años, científicos del Departamento de Geología de la Universidad Eafit, con el apoyo de Colciencias, la Universidad de Colorado y Nasa han estado analizando las causas y tendencias (1970-2002) de la erosión en el río Magdalena. Una de las principales preguntas de esta investigación era por qué sus tasas de erosión ( $710 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ) son las más altas del continente en comparación con los grandes ríos sudamericanos como Amazonas ( $167 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ), Orinoco ( $158 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ), Paraná ( $43 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ) y São Francisco ( $10 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ). En teoría, varios factores naturales en el Magdalena explicarían estos altos valores: el relieve, expresado en cuencas montañosas con altas pendientes; la gran actividad tectónica; las diferencias espaciales en la composición de los suelos; el clima, con altas variaciones de temperatura y rangos de precipitación entre 500 y 6.000 mm al año; y la capacidad de transporte de sedimentos de los ríos por los moderados y altos caudales.

El análisis espacial de la erosión en la cuenca del Magdalena, en treinta y dos sistemas tributarios principales y más de cincuenta estaciones de aforo (tabla 1), con series de datos sobre transporte de sedimentos entre diez y treinta años, indica que el promedio de erosión en toda la cuenca es de  $690 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ , con valores máximos hasta de  $2.200 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$  en la cuenca del río Carare, una de las tasas de erosión más altas en el mundo. Los sitios críticos o “*hot spots*” corresponden a sistemas de la cuenca oriental como Carare, Opón ( $1.975 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ) y Lebrija ( $1.260 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ), y ríos como Negro ( $1.730 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ), La Miel ( $1.250 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ), Saldaña ( $1.270 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ), Coello ( $1.035 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ) y Cauca ( $830 \text{ ton km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ ) (Restrepo, 2005; Restrepo y Syvitski, 2006; Restrepo et al., 2006a ). Este análisis de la distribución

Tabla 1. Factores naturales que controlan la erosión en la cuenca del río Magdalena\*

Zona de la cuenca	Ecuación de regresión	N	R <sup>2</sup>	Valor-F
Cuenca total	(1) $Y = 0.13 \Delta f^{0.81} Q_{\max}^{-0.39}$	32	0.58	16.15
Cuenca alta	(2) $Y = 107.092 + 0.4227 Q_{\max}$	13	0.75	33.23
Cuenca media	(3) $Y = 3484.95 - 0.5042 H - 38.1722 H_r - 2.3837Q$	10	0.77	6.71
Cordillera Oriental	(4) $Y = 5.4 H^{-2.1} Q^{0.78} r A^{-0.4}$	12	0.82	202.13
$A > 10.000 \text{ km}^2$	(5) $Y = 4.4 \Delta f^{0.9} r_{pk}^{-4.9}$	3	0.78	19.83

\* El análisis de correlación estadística entre treinta variables hidrológicas, climáticas y morfométricas y la producción de sedimentos, calculados treinta y dos sistemas tributarios del río Magdalena, incluyendo el río Cauca, indica que 58% de la erosión es debida a la escorrentía ( $\Delta f$ ) y al caudal máximo ( $Q_{\max}$ ). En general, la erosión natural se debe en gran parte a los caudales máximos aportados en eventos de corto tiempo. *Esto podría indicar que los suelos de la cuenca tienen menos resiliencia para “amortiguar” o regular las precipitaciones.* La relación entre el caudal y las precipitaciones interanuales, tanto el promedio de lluvia como los eventos extremos de precipitación, no han sido analizadas para la cuenca como tampoco para las zonas críticas con alta degradación en los suelos. *Asumiendo la hipótesis de que las actividades humanas en la cuenca del Magdalena son la causa principal en el incremento de procesos geológicos de alto riesgo como inundaciones y deslizamientos,* es de esperar que la relación lineal entre precipitación versus caudal se apartaría de la tendencia inicial teórica. Es decir, que al experimentar alteración en los suelos, una precipitación dada (sin incremento en el tiempo) produce más caudal que el que se generaba antes de la intervención.

*Fuente:* tomado de Restrepo y Syvitski, 2006; Restrepo et al., 2006a.

espacial de la erosión no ha evaluado las causas y los factores humanos en la degradación de los suelos de cada cuenca, como producto del cambio en el uso de los mismos, incluyendo actividades como deforestación, ganadería, minería, urbanización y construcción de infraestructura.

Con base en un estudio reciente entre la Universidad Eafit y la Universidad de Colorado, con fondos Nasa para el programa de erosión en cuencas continentales, y publicado en 2010 en *Journal of Geology* (Kettner et al., 2010), el área de la cuenca del Magdalena con valores críticos de erosión es del 78%. En síntesis, tres cuartas partes de la cuenca andina más grande de los Andes del norte están en estado de erosión, incluso, algunos investigadores le llaman estado de desertificación.

Estos índices de erosión fueron calculados con una ponderación numérica que incluye para cada sistema tributario el área de deforestación entre

1975 y 2000, con asignación de valores numéricos diferentes de acuerdo con el porcentaje de variación de la superficie de bosques en el periodo de veinticinco años. Sin embargo, estos valores de erosión no han sido calculados para tasas de deforestación actualizadas, por ejemplo, las disponibles en la última evaluación de deforestación 2000-2010, realizada por el Ideam en 2010. Tampoco, estos indicadores numéricos de erosión han sido estimados a partir de otros factores de actividad humana como minería, agricultura, ganadería y construcción de infraestructura. Un análisis más preciso a escala regional del cambio en el uso de los suelos daría, sin duda alguna, indicadores de erosión más precisos (ver la siguiente sección de los resultados recientes del impacto de la deforestación en la erosión del Magdalena).

## La deforestación como causa central de la erosión

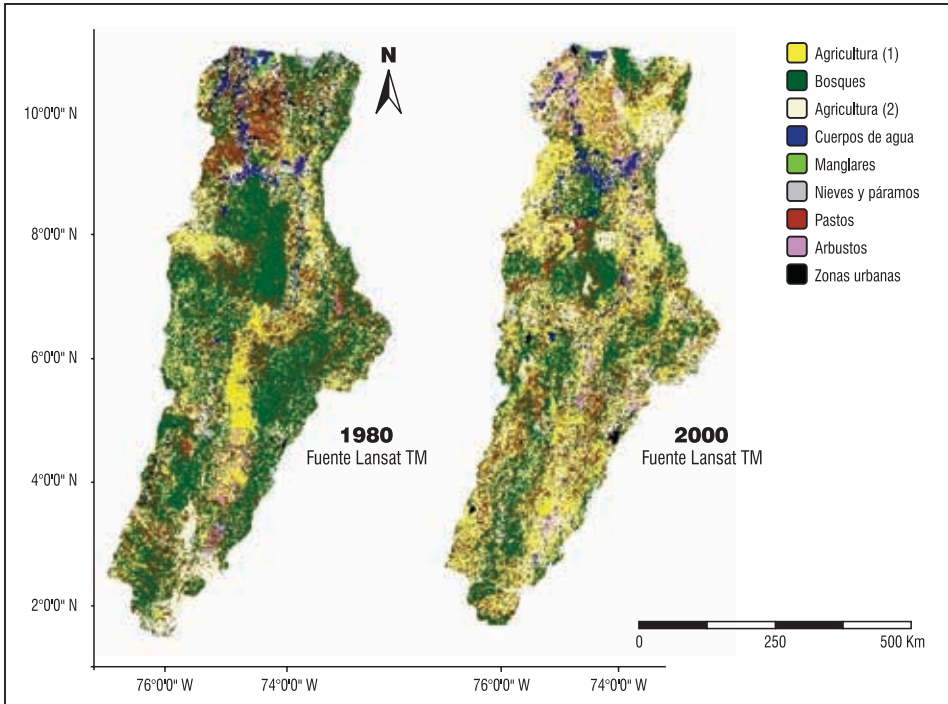
El análisis del cambio en la cobertura forestal de la cuenca del Magdalena entre finales de las décadas de 1970 y 1990 indica que aproximadamente 43% del área de bosques fue talada (mapa 1). Gran parte de estos suelos fueron transformados en áreas de agricultura y ganadería. De hecho, las áreas de bosques transformadas en este periodo se duplicaron. La tasa de deforestación anual fue del 2,1%, valor de deforestación reportado como el más alto entre las cuencas tropicales a nivel mundial (Restrepo y Syvitski, 2006).

Los indicadores de deforestación en Colombia son alarmantes. La última evaluación de deforestación realizada por el Ideam entre 2005 y 2010 muestra una tasa anual de deforestación de 340.000 hectáreas por año, un área de pérdida forestal similar al área del departamento del Atlántico. Al comparar este valor en Colombia con los datos de deforestación global publicados en el estudio de evaluación mundial de los bosques, de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO, sigla en inglés), Colombia, ocupando solo 0,1% del área continental del mundo, ¡representa el 5% de la deforestación global! En otras palabras, en 2010 nuestro país estaba en los primeros diez lugares de deforestación en el mundo (Restrepo, 2013). No cabe duda que la descomposición de nuestros suelos andinos influye en la erosión y en el incremento del transporte de sedimentos de los ríos colombianos, incluyendo su máximo exponente, el Magdalena.

De acuerdo con el estudio global de cuencas fluviales del Instituto Mundial de los Recursos (WRI, sigla en inglés), la cobertura de bosques en la cuenca del Magdalena era de 90% antes de los asentamientos humanos (Revengea



Mapa 1. Mapa de cambio en el uso de los suelos (1980-2000)  
para la cuenca del Magdalena\*



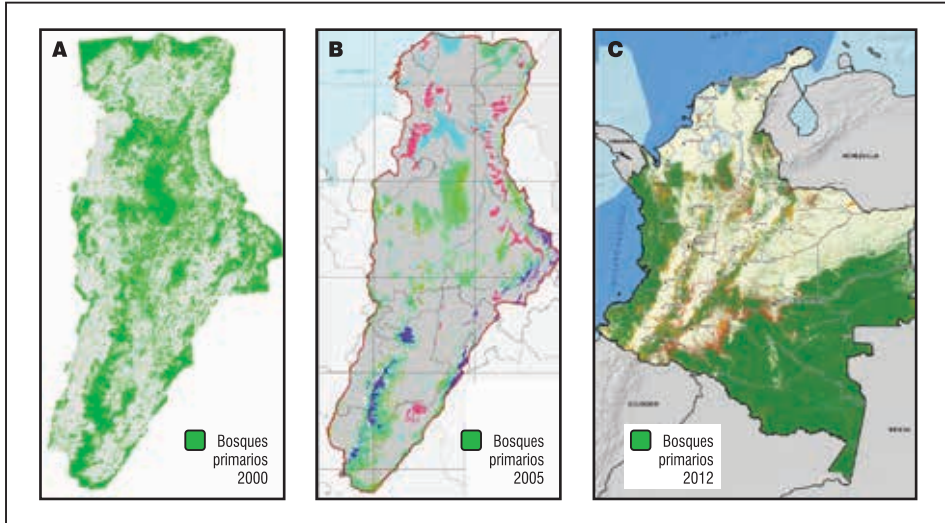
\* Obsérvese el incremento para el periodo 2000 de las áreas de agricultura (amarillo) y la reducción de las áreas de bosques (verde).

Fuente: modificado de Restrepo y Syvitski, 2006.

et al., 2000). Otras evaluaciones sobre la deforestación en el Magdalena han mostrado que las áreas naturales de bosques al año 2000 eran del orden de 23% (evaluación de deforestación de TNC, *The Nature Conservancy*, 2012) y de al menos 10% en 2005, este último valor basado en el mapa de ecosistemas presentes en la cuenca del Magdalena por el Instituto Humboldt (Restrepo, 2005) (mapa 2). En general, y desde las décadas de los setenta y ochenta, las tasas de deforestación se han incrementado casi exponencialmente, sin mostrar ninguna desaceleración en las tres últimas décadas.

Mediante la aplicación del modelo numérico BQART (Syvitski y Milliman, 2007), que combina variables climáticas, hidrológicas, litológicas, morfométricas y del impacto humano por deforestación entre 1980 y 2010, modelo ya implementado para la cuenca del río Magdalena mediante el mencionado proyecto entre las universidades Eafit y Colorado-Estados Unidos, con fondos

Mapa 2. Mapas de coberturas boscosas en la cuenca del Magdalena y en Colombia para los periodos (A) 2000, (B) 2005 y (C) 2012



Fuente: tomado de Restrepo, 2005; TNC, 2012; Ideam, 2011.

Nasa para la modelación de la erosión continental (Kettner et al., 2010), se logró estimar con alta confiabilidad estadística el porcentaje del transporte de sedimentos del río Magdalena debido a la deforestación.

Los valores de deforestación 1980-2000 y 2000-2010 fueron acoplados al modelo BQART para la simulación del transporte de sedimentos para el periodo 1980-2010. Los resultados en la cuenca del Magdalena muestran que el modelo explica el 86% de la varianza en el transporte de sedimentos una vez todas las variables naturales y humanas están incluidas en la simulación; la varianza explicada en los aportes de sedimentos sin incluir la influencia antrópica ajustada numéricamente con los índices de deforestación, es de 77%. En otras palabras, la deforestación explica 9% del transporte de sedimentos en la cuenca durante las últimas tres décadas.

El análisis interdecadal de la sumatoria de los aportes simulados de sedimentos debidos a la deforestación en cada subcuenca tributaria indica que durante las tres últimas décadas un total de 417 millones de toneladas de sedimentos fueron generados por las actividades de tala de bosques. Para la década 2000-2010, la producción combinada de sedimentos de la cuenca por deforestación es de 160 millones de toneladas, valor cercano al transporte anual del Magdalena en la estación más aguas abajo de Calamar.

La producción anual de sedimentos en el Magdalena por deforestación durante la década 2000-2010, de 16'000.000 de toneladas/año, es cercana al aporte anual del río Patía, valor de descarga de sedimentos más alto de todo el Pacífico americano (Restrepo, 2012; Restrepo y Kettner, 2012;). En otras palabras, el río Magdalena transporta cada año a las zonas bajas de inundación de la depresión Momposina, canal del Dique y su delta en bocas de Ceniza, un río Patía por deforestación. También, es importante resaltar que las cuencas tributarias como Cauca, Suárez, Sogamoso y Carare, han transportado durante los últimos diez años un orden de magnitud más de sedimentos en comparación con los otros tributarios.

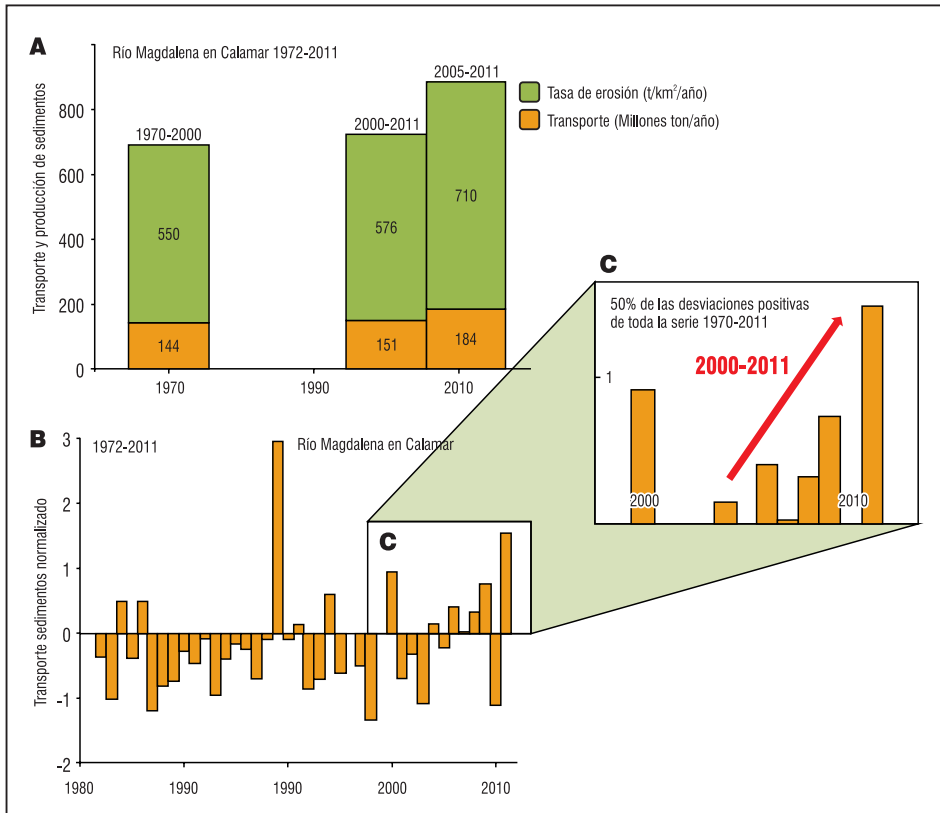
## Tendencias del transporte de sedimentos del río Magdalena, 1970-2011

Los siguientes datos sobre el transporte de sedimentos del río Magdalena en la estación más aguas abajo en Calamar para el periodo 1972-2011 se muestran como una herramienta para establecer conexiones temporales e interdecadales de las posibles relaciones entre tendencias e impactos humanos en la cuenca.

Las tendencias ascendentes en los aportes fluviales, caudal y sedimentos, fueron todas estadísticamente representativas. De hecho, las tendencias de los aportes fueron mucho más pronunciadas para el periodo 2005-2011. Por ejemplo, el caudal promedio de  $7.156 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  para el periodo 1940-1999, se incrementó a  $8.833 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  entre los años 2005 y 2011, un aumento de  $1.677 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  o del 24% con respecto al promedio interanual de la serie completa 1940-2011. En relación con el transporte de sedimentos, estas tendencias ascendentes fueron igualmente representativas, mostrando un aumento de 100.000 toneladas/día para el periodo 2005-2011 en relación con el promedio 1972-2000.

Entre 2005 y 2011, el transporte anual del Magdalena en Calamar se ha incrementado en un 32% con respecto al promedio 1970-2000, es decir, un aumento de 44 millones de toneladas/año (gráfica 2). Este ascenso en el transporte coincide con las tendencias ascendentes de deforestación en Colombia para los años 2005-2010. *Al convertir el transporte de sedimentos anual del Magdalena en Calamar en número de volquetas de seis toneladas, dado un valor específico de densidad de los sedimentos, el Magdalena transporta en Calamar 15'000.000 de volquetas anuales o 40.000 volquetas/día, para un promedio de 1.650 volquetas/hora.* De otro lado, el análisis de las desviacio-

Gráfico 2. (A) Aportes de sedimentos en suspensión y producción de sedimentos del río Magdalena en la estación Calamar para las décadas 1972-2000 y 2000-2011; (B-C) Serie de tiempo de transporte en suspensión normalizado entre 1972 y 2011



nes del transporte de sedimentos del Magdalena en Calamar para el periodo 1970-2011 indica que aproximadamente el 60% de las desviaciones positivas se han presentado entre 2000 y 2011. Estos resultados preliminares indican que el Magdalena es el sistema fluvial del continente americano con las tasas de erosión más altas por kilómetro cuadrado de área hidrográfica para el periodo 2005-2011.

## Indicadores ambientales y económicos en el Magdalena

El desempeño ambiental de Colombia en la última década ha sido medido por varias bases de datos globales en términos de índices de desempeño, cambios forestales y conflictos ambientales. El EPI (*Environmental Performance Index*),

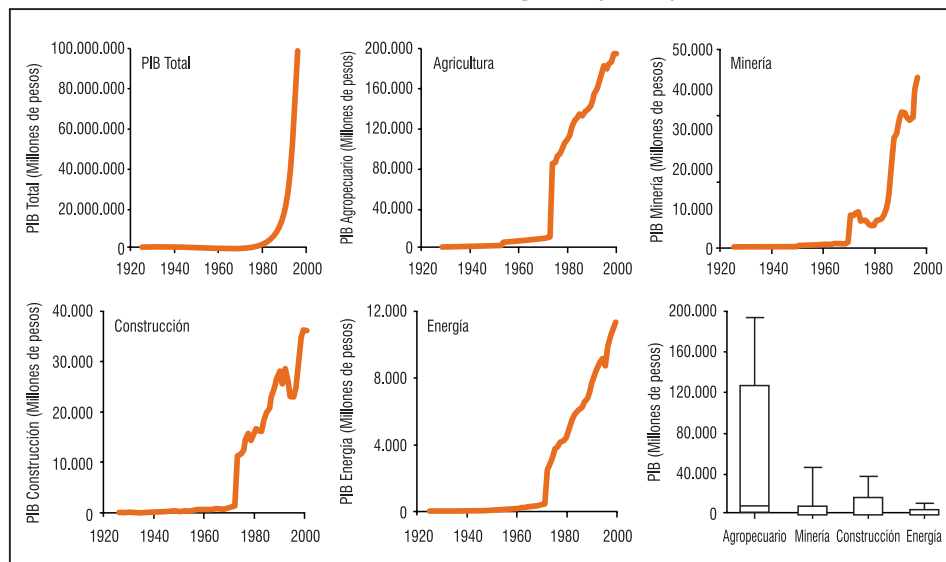
de la Universidad de Yale, clasifica a Colombia en el puesto global 85 con una calificación general de 50,77 sobre 100 (EPI, 2014). En las áreas de manejo y cambio en las coberturas de los bosques como también de los recursos hídricos, las calificaciones de 26,26 y 4,6, respectivamente, dan muestra de la degradación ambiental de las cuencas hidrográficas. Por su parte, la base global de deforestación, *Global Forest Watch* (GFW, 2014), indica que solo queda 14% de la cobertura forestal primaria en todo el país. El área total de deforestación al año 2012 fue de 197.000 hectáreas. Por último, el Atlas Global de Justicia Ambiental (EJA, 2014) sitúa a Colombia en el segundo puesto de países con mayores conflictos ambientales. Los datos muestran que en el país han ocurrido setenta y dos conflictos ambientales, generados principalmente por actividades extractivas de recursos mineros, biomasa forestal y energía fósil.

Al observar los indicadores económicos en la cuenca del Magdalena que generan cambio en el uso de los suelos, incluyendo agricultura, minería, urbanización y electricidad, en términos de su contribución al PIB nacional, es evidente que la agricultura, seguida por la urbanización, son las actividades de origen humano que han transformado en mayor escala los suelos de la cuenca del Magdalena. Incluso, estas transformaciones comienzan en la década de los setenta en el sector agrícola y en los años ochenta para la extracción minera (Restrepo, 2013) (gráfico 3).

Diferentes evaluaciones sobre deforestación en países tropicales han resaltado cómo gran parte de la pérdida forestal en los trópicos es causada por la transformación de suelos a zonas agrícolas. Geist y Lambin (2002) reportan que 96% de la tala de bosques en Latinoamérica es causada por las actividades de agricultura. Recientemente, Ferretti-Gallon y Busch (2014) han encontrado en un análisis de más de ciento diecisiete estudios econométricos que 58% de la deforestación global actual ocurre en los trópicos debido al mayor retorno económico de la agricultura y el pastoreo.

De acuerdo con el *Environmental Justice Atlas* (EJA, 2014), existe una clara conexión entre el número e intensidad de los conflictos ambientales y el modelo económico extractivo de los últimos gobiernos en Colombia. La inversión foránea pasó de 1.444 millones de dólares en 1994 a 15.612 millones en 2012. Por ejemplo, el sector extractivo de recursos naturales presentó un incremento de 14% a 55% en el mismo periodo. El sector minero aumentó su participación en el PIB nacional de 2 a 11% entre 1979 y 2012. En general, 64% del total de las exportaciones del país en la última década ha sido generado por el sector minero-energético.

Gráfico 3. Contribución al PIB nacional de las actividades de origen humano que generan cambios en el uso de los suelos en la cuenca del Magdalena para el periodo 1935-2005



Fuente: datos de Indicadores económicos del Banco de la República, modificado de Restrepo, 2013.

Análisis de los costos de la degradación de los suelos y, por ende, la erosión en Colombia, no han sido calculados o publicados. En el reporte del Banco Mundial sobre las prioridades ambientales para la reducción de la pobreza en Colombia, Sánchez-Triana et al. (2007) señalan que los costos de la erosión de los suelos podrían ser del orden de los 3.000 millones por año. Sin embargo, los autores afirman que estos valores serían aún mucho mayores debido a la escasez de bases de datos de deslizamientos e inundaciones y otros cálculos asociados con los servicios ecosistémicos y de infraestructura. Por su parte, la ex viceministra de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Adriana Soto (*Semana Sostenible*, junio de 2014), estima que los costos de la deterioración de una hectárea de suelo son del orden de 5.000 dólares. Debido a que entre 1999 y 2010 se han deforestado cerca de 6'000.000 de hectáreas, el valor total de restauración estaría cerca de 30.000 millones de dólares, aproximadamente el 8% del PIB nacional al año 2013.

No es casualidad afirmar que gran parte de todas estas realidades ambientales son en su mayoría resultado de las actividades humanas en el Magdalena dados sus indicadores económicos y poblacionales. De acuerdo con TNC, *The Nature Conservancy*, 86% del PIB se produce en la cuenca, repre-

sentado a escala nacional por el 75% de la producción agrícola, 70% de la hidroelectricidad, 90% de la energía térmica y 80% de la producción de carbón. De hecho, 30'000.000 de habitantes están en la cuenca, cerca del 80% de la población del país.

## Recomendaciones de ciencia aplicada a la toma de decisiones

Globalmente existe la certeza de que en las últimas cinco décadas las tasas de sedimentación, deslizamientos e inundaciones se han incrementado diez veces. Este incremento de forma exponencial desde 1950, es muy similar al incremento mundial del PIB. La variación de las precipitaciones totales debida al cambio climático, uno de los principales agentes en la ocurrencia de desastres naturales, ha variado entre 5% y 7% a escala global. La presión humana sobre la superficie terrestre ha aumentado la frecuencia y recurrencia de eventos extremos y de alto riesgo. De hecho, la llamada denudación tecnológica de los suelos explica las pérdidas superficiales de estos del orden de 1 mm/año, mientras que a los procesos naturales se les asigna solo 0,1 mm/año. En otras palabras, la influencia humana en la erosión superficial de los suelos es un orden de magnitud mayor que la debida a las variables de origen natural.

El informe ambiental de Colombia para la reducción de la pobreza del Banco Mundial, publicado en 2008, afirma que los costos de la erosión de Colombia pueden ser del orden de 3.000 millones al año. Los autores aclaran que esta cantidad tiene un gran sesgo y que incluso este valor debería ser mayor. El mismo informe concluye que en Colombia hay ausencia de normas, leyes y políticas ambientales para controlar y mitigar la erosión.

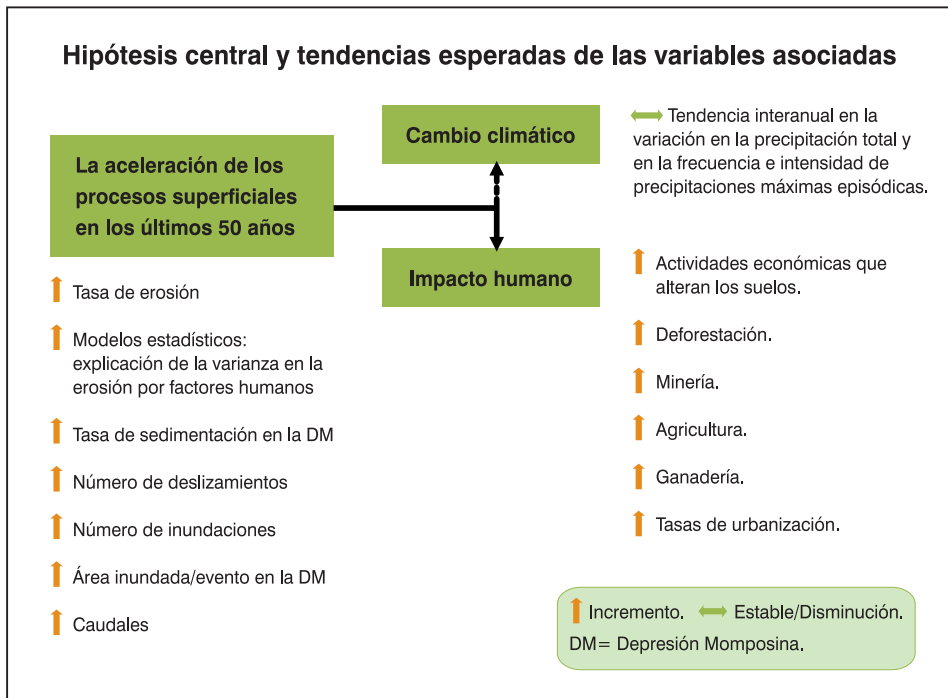
Como se mencionó anteriormente, algunos expertos en el país sostienen que la recurrencia de inundaciones en los principales ríos del país ha sido ocasionada por causas naturales. Otros afirman que el cambio climático es el principal detonante de la tragedia. Contrario a estas dos tendencias de opinión, hay razones científicas para afirmar que el impacto del hombre en la región andina, como producto de la transformación del paisaje por deforestación, minería, ganadería y agricultura, es el factor más determinante para que este desastre haya superado en varios órdenes de magnitud la intensidad de los eventos invernales que se observan cada año en el país.

No cabe duda alguna de que ante la alteración superficial de los suelos debida a las actividades humanas, la resiliencia de estos en la regulación hí-

drica o “amortiguación” de la escorrentía superficial disminuye. Por ende, es de esperar que ante eventos de precipitación promedio, los caudales se comporten más erráticamente o en “pulsos”, y como resultado, las áreas y eventos de inundación se incrementen.

En el contexto anterior, las cuencas hidrográficas del país, incluyendo su máximo exponente, el Magdalena, deberían ser analizadas ambientalmente a escala regional y con el planteamiento de hipótesis centrales en relación con la degradación de los suelos como: “el incremento en los procesos geológicos de alto riesgo como erosión, inundaciones y deslizamientos durante los últimos cincuenta años se debe a la intervención humana en la cuenca, la cual ha alterado el ciclo hidrológico de los suelos y disminuido los niveles de resiliencia de las zonas hidrográficas ante el cambio climático” (gráfico 4). Para resolver esta hipótesis se requieren proyectos transdisciplinarios que conjuguen disciplinas como hidrología, geología, economía ambiental, evaluaciones de servicios ecosistémicos, biodiversidad, ingeniería ambiental, entre otras, y no solo ingeniería “gris” e hidráulica.

Gráfico 4. Hipótesis central sobre las causas de la erosión en el Magdalena y tendencias esperadas de las principales variables naturales y antrópicas asociadas con la hipótesis





La degradación ambiental de gran parte del país es arrastrada aguas abajo del río Magdalena y transferida a la depresión Momposina, la Mojana, el canal del Dique, bocas de Ceniza y sistemas lagunares y marinos terminales, en términos de crecientes aportes de agua, sedimentos y contaminantes. *La cuenca Magdalena requiere el planteamiento de un sistema integrado de análisis y control ambiental*, incluyendo componentes como deforestación, erosión de suelos, actividades mineras, diseño y ejecución de infraestructuras, construcción, y estrategias de control de la escorrentía y el aporte de sedimentos, así como de mitigación de inundaciones. *Este modelo integrado, tomando la cuenca hidrográfica como un sistema continuo desde la cabecera hasta la desembocadura*, daría las pautas para comprender y mitigar los procesos de inundación y sedimentación, analizar la transferencia de impactos aguas abajo a otros sistemas estratégicos lagunares y costeros, y generar análisis transdisciplinarios para planes de ordenamiento y gestión regional y ambiental. En el contexto de la hipótesis general mencionada, algunas preguntas aún sin resolver para el Magdalena y la gran parte de los ríos del país, incluyen:

- ♦ ¿El incremento en los procesos geológicos de alto riesgo como erosión, inundaciones (en términos del aumento de áreas de inundación/evento) y deslizamientos se debe al cambio climático o a nuestra intervención en la superficie terrestre?
- ♦ ¿Cómo ha variado la intervención en los suelos de la cuenca durante los últimos cincuenta años?
- ♦ ¿Cuánto porcentaje de la erosión para el periodo 1975-2010 es debido a las actividades humanas como deforestación, agricultura, ganadería, minería y expansión urbana?
- ♦ Ante los indicadores humanos identificados como responsables de la degradación de los suelos, ¿cuáles son los factores principales de mitigación?

Después de las últimas emergencias invernales en Colombia, el gobierno está identificando las líneas de investigación fundamentales que sirvan de base para hacer más eficientes las inversiones de capital en mitigación de inundaciones o en infraestructura fluvial, incluyendo diques, puentes y defensas hidráulicas. Si algo es cierto es que el país pide inversión ya mismo, pero para que esta no se malgaste *se requieren proyectos de investigación ambiental que permitan poner en práctica soluciones de largo plazo, que aborden las causas*

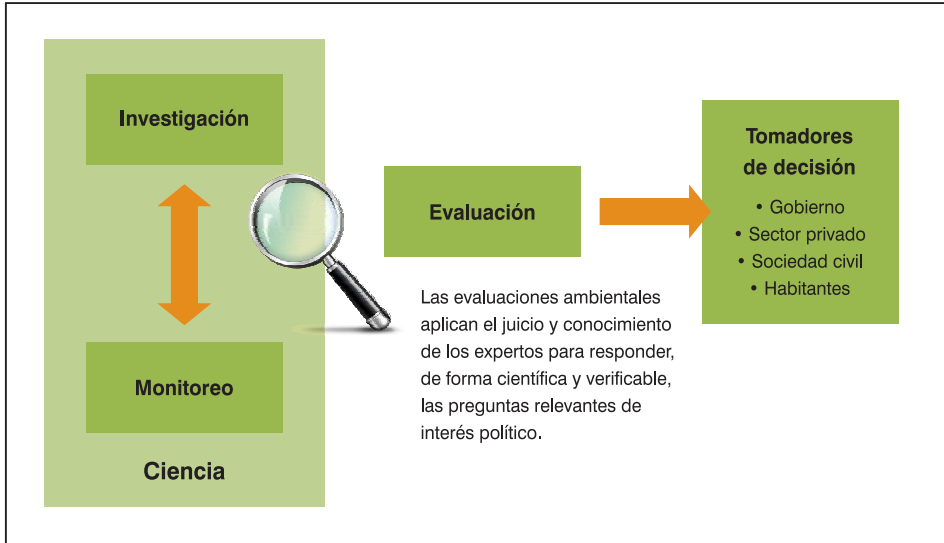
*de las inundaciones de los ríos colombianos, no simplemente los síntomas.* “Después de la atención de la emergencia, el primer paso para una solución sostenible sería un adecuado entendimiento de lo que ha sucedido. Un poco de historia podría servir para no repetirla” (*El Espectador*. “Editorial”. 1 de mayo de 2011).

El factor sorpresa con el cual se presentó la emergencia invernal 2010-2011 mostró las debilidades del modelo ambiental colombiano representado en el Sistema Nacional Ambiental (Sina). Según el *Departamento Nacional de Planeación*, algunas de estas deficiencias del Sina incluyen el enfoque de tipo emergencia de las políticas de gestión de desastres, la escasa investigación, el atraso en desarrollo tecnológico, la poca participación de la academia colombiana, y la limitada coordinación entre entidades como las CAR, el Ideam, el Minambiente, los entes territoriales o gobernaciones, entre otros. Por citar un ejemplo de la falta de políticas claras en el manejo de los ríos en Colombia, la pregunta por formular es: ¿quién es el responsable del manejo hídrico en Colombia?

*Con el propósito de lograr la transferencia del conocimiento científico a los encargados de adoptar políticas y decisiones ambientales en Colombia*, por ejemplo el Sistema Nacional Ambiental, los proyectos de investigación deberían adoptar el modelo de comunicación y transferencia de conocimiento de las evaluaciones ambientales globales, por ejemplo, el proyecto de las Naciones Unidas-Ecosistemas del milenio (gráfico 5). Por tanto, fuera de los análisis y resultados científicos, *los productos deben estar dirigidos al sector gobierno, en términos de la identificación de factores de mitigación, incluyendo:*

- ♦ Análisis de factores de mitigación de corto plazo en las subcuencas en estado crítico de degradación de los suelos.
- ♦ Revisión de las políticas ambientales en el control de la degradación de los suelos y evaluación preliminar de su cumplimiento en las zonas críticas identificadas.
- ♦ Escenarios de erosión en la cuenca al año 2050 bajo diferentes estados de impacto ambiental en los suelos.
- ♦ Recomendaciones ambientales para el control de la erosión a mediano y largo plazo.
- ♦ Planteamiento metodológico y organizacional para generar un plan de monitoreo de la erosión en la cuenca del Magdalena.

Gráfico 5. Marco conceptual de la conexión entre ciencia y tomadores de decisión

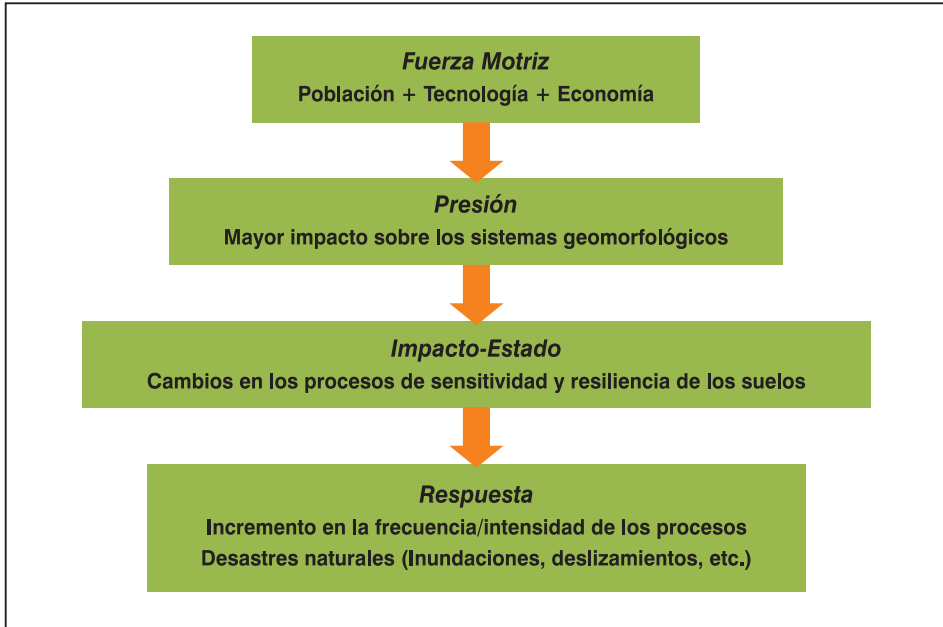


Fuente: tomado de Ecosistemas del milenio.

El marco general del enfoque metodológico de proyectos a escala regional de la cuenca del Magdalena se debería basar en el modelo conceptual FM-P-E-I-R (fuerza motriz, presión, estado, impacto, respuesta), formulado para explicar las relaciones entre acciones humanas y procesos naturales (gráfico 6). Este modelo ha sido utilizado en evaluaciones ambientales globales (p. ej., Ecosistemas del milenio, Panel Intergubernamental del Cambio Climático, Proyecto Global del Agua “International Water Project”-Universidad de las Naciones Unidas y el GEF), en estudios a escala continental sobre el estado de las cuencas hidrográficas (International Geosphere, Biosphere Program en sus programas de cuencas europeas “European Catchments”, africanas, “African Catchments”, del Caribe, “Caribas Caribbean Catchments” y Sudamérica, “Sambas South American Catchments”), y en evaluaciones de la degradación de los suelos a escala de país, por ejemplo, España (Cendrero et al., 2006) y Argentina-Brasil (Bonachea et al., 2010).

Los análisis de las tendencias de los aportes fluviales del Magdalena en la estación más aguas abajo de Calamar demuestran que los incrementos en el caudal y el transporte de sedimentos del Magdalena han sido más pronunciados durante la última década. Estos resultados coinciden con la evaluación general de los aportes de los ríos del Caribe colombiano, los cuales han presentado aumentos significativos en el caudal para el periodo posterior al

Gráfico 6. Modelo conceptual FM-P-E-I-R (fuerza motriz, presión, estado, impacto, respuesta), formulado para explicar las relaciones entre acciones humanas y procesos naturales



Fuente: tomado y modificado de Cendrero et al., 2006.

año 2000 (Restrepo et al., 2014). Por lo tanto, los ríos drenando los Andes del norte están experimentando ascensos en los caudales sin mostrar sus cuencas aumentos interanuales en los valores de precipitación. El análisis de las tendencias de precipitación en Colombia (Carmona y Poveda, 2014) indica que en la región central de los Andes no existe una tendencia uniforme de aumento o reducción de la precipitación. La prueba de la hipótesis de que los ríos están transportando mayores niveles de escorrentía debido al cambio climático está aún por comprobarse.

Para entender si las tendencias interanuales en el caudal y el transporte de sedimentos tienen relación con el cambio climático, se deben realizar análisis de series de tiempo de precipitación total y de frecuencia/intensidad de los episodios extremos de precipitación para los últimos cincuenta años en cada subcuenca tributaria del Magdalena a analizar. Con el fin de relacionar espacial y temporalmente las tasas de cambio en caudal y transporte de sedimentos desde la cuenca del Magdalena con los indicadores de variabilidad climática como precipitación, temperatura del aire y caudales, se deberían

analizar los resultados recientes de tendencias de largo plazo de series hidroclicmáticas en Colombia, incluyendo Carmona y Poveda (2014).

En conclusión, los problemas ambientales de gran parte del país son transferidos aguas abajo y depositados en la depresión Momposina y la Mojana en términos de aportes de agua, sedimentos y contaminantes. La cuenca Magdalena-Cauca requiere el planteamiento de un sistema integrado de análisis y control ambiental, incluyendo componentes como deforestación, erosión de suelos, transporte de sedimentos y estrategias de control y mitigación de inundaciones. Este modelo integrado, tomando la cuenca hidrográfica como un sistema continuo desde aguas arriba hasta su desembocadura en el Caribe, daría las pautas para entender hidráulicamente el sistema de inundación y su proyección en el tiempo, información prioritaria para planes de ordenamiento regional y ambiental. ¿Cómo controlar las inundaciones? ¿Por qué se han vuelto tan extremas? ¿Por qué la depresión y la Mojana se inundan con más frecuencia hoy que antes? ¿Hasta cuándo seguirá este comportamiento? ¿Se intensificarán las inundaciones en el futuro? ¿Cuánto tiempo le queda a la depresión Momposina para llenarse de sedimentos? ¿Cuáles serían las implicaciones futuras de esta situación? Las respuestas a estas preguntas, que por supuesto no se conocen, son la base para fijar los planes nacionales de ordenamiento ambiental y mitigación de desastres.

En Colombia, el cambio climático y la degradación ambiental no dan espera. Hay que empezar ya a generar las bases científicas antes de hacer obras hidráulicas y seguir enterrando miles de millones de pesos en la depresión y la Mojana, a la misma tasa o mayor que la acumulación de los sedimentos provenientes de la erosión del río Magdalena.

## Conclusiones sobre los sedimentos del Magdalena para planes de política pública ambiental

La cuenca Magdalena requiere el planteamiento de un sistema integrado de análisis y control ambiental, incluyendo componentes como deforestación, erosión de suelos, actividades mineras, diseño y ejecución de infraestructuras, construcción, y estrategias de control de la escorrentía y el aporte de sedimentos, así como de mitigación de inundaciones. Este modelo integrado, tomando la cuenca hidrográfica como un sistema continuo desde la cabecera hasta la desembocadura, daría las pautas para comprender y mitigar los procesos de inundación y sedimentación, analizar la transferencia de impac-

tos aguas abajo a otros sistemas estratégicos lagunares y costeros, y generar análisis transdisciplinarios para planes de ordenamiento y gestión regional y ambiental.

Los proyectos de infraestructura y adecuación hidráulica en el río Magdalena son desarrollados sin visión integral de cuenca, de las áreas críticas de producción de sedimentos, sin modelos geomorfológicos de evolución de ambientes (canales, meandros, planos de inundación) y de visión estratigráfica 3D de variabilidad de ambientes. La cuenca del río Magdalena y su cauce principal son una de las áreas hidrográficas menos estudiadas y analizadas globalmente en cuanto a la evolución de sus ambientes. Se puede afirmar que más del 80% del río y de su cuenca no se conocen científicamente en relación con la evolución de canales, de zonas de inundación, de barras e islas y de otros ambientes fluviales. Si no existen modelos físicos de los ambientes fluviales, ¿cómo se puede predecir la factibilidad de las obras de intervención de la “ingeniería gris”?

La falta de visión de cuenca ha ocasionado que el río sea analizado por quienes ejecutan obras civiles como un “canal hidráulico” y no como la interacción de diferentes ambientes biológicos, geológicos y sociales. Este sesgo en el conocimiento del río y de su cuenca no ha permitido que proyectos como el actual de navegabilidad involucren en sus análisis de factibilidad estudios sobre la producción de sedimentos, de zonas críticas de aportes sedimentarios, y del impacto de la deforestación y de cambios de uso del suelo en la generación de sedimentos.

El río Magdalena está clasificado entre los diez mayores productores de sedimentos del mundo. Los procesos naturales explican más del 70% de la producción de sedimentos. Esto indica que el Magdalena, un río joven geológicamente, seguirá produciendo gran cantidad de sedimentos, incluso si controláramos la degradación ambiental de su cuenca y/o reforestáramos todas las zonas degradadas. Los escenarios de erosión no son contemplados en las proyecciones futuras de las obras de infraestructura y del dragado de canales. Ante lo anterior, ¿cuáles serían los escenarios del volumen de dragados y sus costos asociados bajo diferentes escenarios de producción de sedimentos desde las partes alta, media y baja de la cuenca del Magdalena? Estas y otras preguntas importantes deberían ser parte de los estudios de navegabilidad e intervención en el río Magdalena.

El deficiente Sistema Nacional Ambiental (Sina), basado en un enfoque de tipo emergencia en las políticas de gestión de desastres, está caracterizado

por la escasa investigación, el atraso en desarrollo tecnológico y la poca o nula participación de la academia colombiana. Con el propósito de lograr la transferencia del conocimiento científico de los sedimentos del Magdalena a los encargados de adoptar políticas y decisiones ambientales en Colombia, se requiere la participación de la academia colombiana para: 1) analizar los factores de mitigación de corto plazo en las subcuencas en estado crítico de degradación de los suelos; 2) revisar las políticas ambientales en el control de la degradación de los suelos y evaluación preliminar de su cumplimiento en las zonas críticas identificadas; 3) definir escenarios de erosión en la cuenca al año 2050 bajo diferentes estados de impacto ambiental en los suelos; 4) generar recomendaciones ambientales para el control de la erosión a mediano y largo plazo; y 5) desarrollar un marco metodológico y organizacional para generar un plan de monitoreo de la erosión en la cuenca del Magdalena.

Las decisiones costo-beneficio de los proyectos de intervención civil en los ríos colombianos se deberían basar en ciencia transdisciplinaria y no solo en proyectos de ingeniería “gris”. La evaluación económica de los servicios ecosistémicos de los diferentes ambientes fluviales debería ser parte de la ecuación de decisión. La excusa “política” del cambio climático ha permeado el Sina y la opinión pública colombiana.

\*\*\*

### Créditos a las entidades que han patrocinado la investigación en el Magdalena

Los estudios sobre las causas de la erosión en la cuenca del río Magdalena han sido financiados por Colciencias (2004-2008), fondos Nasa para la simulación del transporte de sedimentos mediante el proyecto *Inter-disciplinary Research in Earth Science program* (NNH06ZDA001N-IDS) (2009-2010) con la Universidad de Colorado Boulder, y el proyecto Unesco de Ríos Tropicales IGCP 582 (2007-2013). Los resultados presentados en este documento sobre la simulación del aporte de la deforestación en el transporte de sedimentos de la cuenca del Magdalena para el periodo 1980-2010 están financiados por el proyecto actual titulado “La erosión en el río Magdalena debida a la deforestación 1950-2010: tasas históricas y simulación”, financiado por el Fondo para la Investigación de la Ciencia y la Tecnología del Banco de la República (No. 3.276 periodo 2014-2015).

## Referencias

- BONACHEA, J., VIOLA, M., BRUSCHI, M.A., HURTADO, L., FORTE, L.M., DA SILVA, M., ETCHEVERRY, R., CAVALLOTTO, J., MARCILENE, F., DANTAS, O., LÁZARO, V., ZUQUETTE, M. A., BEZERRA, O., REMONDO, J., RIVAS, V., GÓMEZ-AROZAMENA, J., FERNÁNDEZ, G., CENDRERO, A. 2010. “Natural and human forcing in recent geomorphic change; case studies in the Rio de la Plata basin”. *Science of the Total Environment*. 408.
- CARMONA, A. M., POVEDA, G. 2014. “Detection of long-term trends in monthly hydro-climatic series of Colombia through Empirical Mode Decomposition”. *Climate Change*. DOI 10.1007/s/10584-013-1046-3.
- CENDRERO, A., RIVAS, V., REMONDO, J. 2004. “Influencia humana sobre los procesos geológicos superficiales; consecuencias ambientales”. En J. M. Naredo (ed.). *Incidencia de la especie humana sobre la Tierra*. Colección Economía y Naturaleza. Fundación César Manrique. Lanzarote.
- CENDRERO, A., REMONDO, J., BONACHEA, J., RIVAS, V., SOTO, J. 2006. “Sensitivity of landscape evolution and geomorphic processes to direct and indirect human influence”. *Geogr. Fis. Geodin. Cuatern*. 29.
- EJA-ENVIRONMENTAL JUSTICE ATLAS. 2014. <http://ejatlas.org/>
- EPI-ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDEX. 2014. <http://epi.yale.edu/epi>
- FAO. 2010. *State of the World's forests 2009*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Report 117.
- FERRETTI-GALLON, K., BUSCH, J. 2014. “What drives deforestation and what stops it? A meta-analysis of spatially explicit econometric Studies”. *Center for Global Development Working Paper*. 361.
- GEIST, H. J., LAMBIN, E. F. 2002. “Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation”. *Bioscience*. 52.
- GWF-GLOBAL FOREST WATCH. 2014. <http://www.globalforestwatch.org/>
- IDEAM. 2011. *Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional -escala gruesa y fina*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-Ideam. Bogotá.
- KETTNER, A., RESTREPO, J.D., SYVITSKI, J.P.M. 2010. “Simulating spatial variability of sediment fluxes in an Andean drainage basin, the Magdalena River”. *Journal of Geology*. 118.



- RESTREPO, J. D. 2005. *Los sedimentos del río Magdalena: reflejo de la crisis ambiental*. Fondo Editorial Universidad Eafit. Medellín.
- , 2008. "Applicability of LOICZ Catchment-Coast Continuum in a Major Caribbean Basin: The Magdalena River, Colombia". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 77.
- , 2012. "Assessing the effect of sea-level change and human activities on a major delta on the Pacific coast of northern South America: The Patía River". *Geomorphology*. doi:10.1016/j.geomorph.2012.02.004
- , 2013. "The perils of human activity on South American deltas: Lessons from Colombia's experience with soil erosion". En *Deltas: Landforms, Ecosystems and Human Activities*. IAHS Publ. 358.
- RESTREPO, J. D., SYVITSKI, J. P. M. 2006. "Assessing the Effect of Natural Controls and Land Use Change on Sediment Yield in a Major Andean River: The Magdalena Drainage Basin, Colombia". *Ambio: A Journal of the Human Environment*. 35.
- RESTREPO, J. D., KJERFVE, B., RESTREPO, J.C., HERMELIN, M. 2006a. "Factors Controlling Sediment Yield from a Major South American Drainage Basin: The Magdalena River, Colombia". *Journal of Hydrology*. 316.
- RESTREPO, J. D., ZAPATA, P., DÍAZ, J. M., GARZÓN, J., GARCÍA, C. 2006b. "Fluvial Fluxes into the Caribbean Sea and their Impact on Coastal Ecosystems: The Magdalena River, Colombia". *Global and Planetary Change*. 50.
- RESTREPO, J. D., KETTNER, A. 2012. "Human induced discharge diversion in a tropical delta and its environmental implications: The Patía River, Colombia". *Journal of Hydrology*. 424.
- RESTREPO, J., ORTIZ, J. C., PIERINI, J., SCHROTTKE, K., MAZA, M., OTERO, L., AGUIRRE, J. 2014. "Freshwater discharge into the Caribbean Sea from the rivers of Northwestern South America (Colombia): Magnitude, variability and recent changes". *Journal of Hydrology*. 509.
- REVENGA, C., BRUNNER, J., HENNINGER, N., KASSEM, K., PAYNE, R. 2000. "Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems". World Resource Institute. 65. <http://www.wri.org/wr2000>.
- RIVAS, V., CENDRERO, A., HURTADO, M., CABRAL, M., GIMÉNEZ, J., FORTE, L., DEL RÍO, L., CANTÚ, M., BECKER, A. 2006. "Geomorphic consequences of urban development and mining activities; an analysis of study areas in Spain and Argentina". *Geomorphology*. 73.

SÁNCHEZ-TRIANA, E., AHMED, K., AWE, Y. 2007. “Prioridades ambientales para la reducción de la pobreza en Colombia: un análisis ambiental del país para Colombia”. Informe del Banco Mundial, Direcciones para el Desarrollo, medio ambiente y desarrollo sustentable. Report No. 38610, 522.

SYVITSKI, J. P. M., KETTNER, A. J. 2011. “Sediment Flux and the Anthropocene”. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. 369.

SYVITSKI, J. P. M., MILLIMAN, J.D. 2007. “Geology, Geography, and Humans Battle for Dominance over the Delivery of Fluvial Sediment to the Coastal Ocean”. *The Journal of Geology*. 115.

TNC (THE NATURE CONSERVANCY). 2012. “Hacia una gestión integral de la cuenca y planicies inundables del Magdalena-Cauca”. Conferencia Fondo Nacional de Adaptación, Cartagena, octubre de 2012. Cortesía de Thomas Walchsburger.



Foto: Germán Ferro Medina.











