

# obras de rehabilitación del río Magdalena sector Barrancabermeja-La Gloria estudio de impacto ambiental



FONDO VIAL NACIONAL

Ministerio de Obras  
Públicas y Transporte



**fonade**

Fondo Financiero de  
Proyectos de Desarrollo

**Consorcio Carinsa-Incoplán Ltda.**

Santafé de Bogotá, Colombia. Agosto de 1993



### Una canción en el Magdalena

Sobre el duro Magdalena,  
largo proyecto de mar,  
islas de pluma y arena  
graznan a la luz solar.

Y el boga, boga.  
El boga, boga  
preso en su aguda piragua,  
y el remo, rema; interroga  
al agua.

Y el boga, boga.  
Verde negro y verde verde,  
la selva elástica y densa,  
ondula, sueña, se pierde,  
camina y piensa.

Y el boga, boga.  
¡Puertos  
de oscuros brazos abiertos!  
Niños de vientre abultado  
y ojos despiertos.  
Hambre. Petróleo,  
Ganado...

Y el boga, boga.  
Va la gaviota esquemática,  
con ala breve y sintética,  
volando apática...  
Blanca, la garza esquelética.

Y el boga, boga.  
Sol de aceite. Un mico duda  
si saluda o no saluda  
desde su palo, en la alta  
mata donde chilla y salta  
y suda...

Y el boga, boga.  
¡Ay, qué lejos Barranquilla!  
Vela el caimán a la orilla  
del agua, la boca abierta.  
Desde el pez, la escama  
brilla.

Pasa un vaca amarilla  
muerta.  
Y el boga, boga.  
El boga, boga,  
sentado,  
boga.

El boga, boga,  
callado,  
boga...  
El boga, boga,  
cansado,  
boga...  
El boga, boga,  
preso en su aguda piragua,  
y el remo, rema: interroga  
al agua

*(El son entero, 1947)*

**Nicolás Guillén**

# obras de rehabilitación del río Magdalena sector Barrancabermeja-La Gloria estudio de impacto ambiental

Elaborado para el Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo  
y para el Ministerio de Obras Públicas y Transporte

## Consortio Carinsa-Incoplan Ltda.

Ingeniero, José Enrique Rizo Pombo, MSc,  
*director*  
Ingeniero, Fabio Ernesto Villamil Páez, Esp  
*co-director*  
Ingeniero, Santiago Rizo Delgado, MSc,  
*gerente*  
Administradora, Carmenza Vallejo G.  
*gerente administrativa*  
Ingeniero, David Puerta Zuluaga, Dipl.  
*director técnico y editor*  
Ecólogo, Luis Carlos García Lozano, M.Sc.  
*gerente control de calidad y asesor ambiental*  
Biólogo, Químico, Jairo Infante Cely, M.Sc  
*aspectos bióticos*  
Socióloga, Yolanda Zuluaga Torres, Ph. D.  
*aspectos sociales y económicos*

Ingeniero, Eduardo Saavedra, ambiental  
Geólogo, Rodolfo Franco Latorre M.Sc, *geomorfología*  
Ingeniero, Fernando Henao Hoyos, *hidrología*  
Ingeniero, Arturo Torres Conde, *transporte*  
Biólogo, Gabriel Pinilla Agudelo, MsSc, *limnología*  
Abogado, Javier Trillos, *legislación ambiental*  
Biólogo, Otto Reyes García, *profesional*  
Biólogo, Ricardo Olmos Soler, *profesional*  
Bióloga, Hilda Dueñas de Cortés, *profesional*  
Agrónomo, Guillermo Borda Leyva, *profesional*  
Ingeniero, Fabio Perez Cruz, *profesional*

### Interventor MOPT

Ingeniero, Luis Eduardo Saavedra Salazar  
Ingeniero, Augusto Scorcia Vargas

### Comité de supervisión

Ingeniero, Ricardo Salamanca Correa FONADE  
Ingeniero, Oscar Escobar Viatela FONADE  
Ingeniero, Juan Alvarez Martínez MOPT  
Ingeniero, Alejandro García Cadena MOPT  
Ingeniero, Carlos Alba Agudelo INDERENA

El consorcio agradece los valiosos aportes de  
Ingeniero, Juan David Quintero Sagre  
Bióloga, María Teresa Szauer

BANCO MUNDIAL  
INDERENA

diagramación e ilustración: EL DISEÑO  
Santafé de Bogotá, agosto de 1993

<b>Contenido</b>			
introducción	<i>p</i>	13 Lluvia media mensual en La Gloria	26
contexto nacional y regional	6	14 Variación espacial de la temperatura	26
descripción del proyecto	8	15 Balance hídrico mensual	27
metodología	14	16 Superávit hídrico total por estación	27
aspectos legales e institucionales	21	17 Interpretación de imágenes SLAR	29
oferta ambiental	23	18 Excedencias de niveles del río en Barrancabermeja	31
climatología	25	19 Duración niveles en Barrancabermeja	32
geomorfología	26	20 Calibración de caudales-San Pablo	32
hidrología	28	21 Transporte de sedimentos (máximos mensuales multianuales)	33
sedimentología	31	22 Volumen anual de sedimentos	33
dinámica fluvial	33	23 Tamaño de partículas de fondo (1974-76)	34
suelos	35	24 Tamaño de partículas de fondo (1981)	34
calidad de agua y sedimentos	39	25 Muestras de fondo, Maldonado	34
hábitats y organismos	41	26 Tramo km 560-580. Estados en 1992 (arriba) y en 1988 (abajo)	35
sistema antrópico	44	27 Socavación por cambio de niveles	37
demanda ambiental	53	28 Variación inducida en el caudal debido a profundización por dragado	37
balance oferta demanda	58	29 Dispersión de la nube de sedimentos	38
manejo ambiental	62	30 Suelos del valle medio del Magdalena	39
plan general	63	31 Localización de las estaciones de muestreo para evaluación de calidad de aguas y sedimentos	41
plan de divulgación	64	32 Variación longitudinal parámetros limnológicos	42
plan de gestión	76	33 Localización de sitios de muestreo comunidades acuáticas y terrestres	44
plan de contingencia	76	34 Perfil del río para ilustrar los hábitats de las comunidades acuáticas muestradas	45
costos	77	35 Pesquerías de agua dulce en Colombia, 1977-90	48
bibliografía	78	36 Abundancia relativa de especies en muestreos y centros de acopio	48
	79	37 Perfil del río para ilustrar los hábitats de las comunidades terrestres muestradas	50
		38 Procedimiento de evaluación ambiental	58
		39 Plan de manejo medidas de mitigación	63
		40 Actividades y procesos del proyecto incorporando el plan de manejo ambiental	65
		41 Organigrama de la supervisión ambiental (SA)	66
		42 Proceso de decisión sobre uso benéfico de material de dragado	70
		43 Plan de acción recomendado para defensa de orillas	74
		44 Distribución esquemática de especies en protección de orillares	74

<b>Índice de figuras</b>			
<i>Nº</i>	<i>p</i>		
1 Localización del tramo de estudio	6		
2 Río Magdalena entre Barrancabermeja y La Gloria	6		
3 El proyecto de mejoramiento de la navegación en el río Magdalena en el contexto nacional	9		
4 Movimiento portuario del río Magdalena, período 1980-1991	10		
5 Red de transporte en el corredor del Magdalena	11		
6 Proyecciones de volúmenes de carga del Magdalena en los escenarios con y sin proyecto	12		
7 Zona de influencia de los beneficios socio-económicos	13		
8 Actividades y procesos del proyecto	17		
9 Convoy típico	20		
10 Lluvia media anual	26		
11 Variación espacial de las lluvias	26		
12 Lluvia media mensual en Yarigués	26		

**Índice de tablas**

<i>Nº</i>	<i>p</i>	<i>Nº</i>	<i>p</i>
1 Navegabilidad del río Magdalena. Navegación mayor, sector Barranquilla-Puerto Salgar	8	29 Características de las comunidades acuáticas	46
2 Volúmenes de carga en Tm movilizada en el corredor centro-costa norte por los diferentes modos de transporte en 1990	10	30 Algunas características de las especies del sistema Magdalena	47
3 Proyección de volúmenes futuros de graneles sólidos, en miles de Tm, movilizadas por los centros de transferencia	12	31 Tipos fisiológicos de comunidades vegetales	49
4 Estudios de navegabilidad en el río Magdalena	15	32 Efectos del proyecto sobre las comunidades bióticas	52
5 Sectorización por dificultad de navegación	16	33 Especies de interés ecológico asociadas a los hábitats acuáticos	52
6 Zonas críticas para navegación, Tipo 1. Sector Barrancabermeja-La Gloria	16	34 Municipios de la región del proyecto	53
7 Cierre de brazos secundarios (Proyecto UEF-BEX - Situación de noviembre 1992)	19	35 Zonas de influencia de dragados tipo I	53
8 Resumen de cantidades de obra primer año del proyecto	20	36 Zonas de influencia de dragados tipo II	54
9 Planos del proyecto de ingeniería	20	37 Tipos de tenencia (%)	54
10 Reuniones interdisciplinarias	21	38 Actividades o procesos susceptibles de causar efectos ambientales	58
11 Metodología de información de campo	22	39 Elementos ambientales y descripción de efectos potenciales	59
12 Aspectos jurídicos e institucionales	24	40 Identificación de interacciones ambientales (actividades vs. elementos)	60
13 Zonas de influencia del proyecto	25	41 Atributos de la función de deterioro	60
14 Registros meteorológicos	26	42 Calificación de efectos ambientales	61
15 Sectorización geomorfológica por tramos	28	43 Jerarquización de efectos ambientales	61
16 Tipos de orillares	28	44 Jerarquización de los valores de la función de deterioro	62
17 Orillas en proceso de erosión (Marzo de 1993)	30	45 Medidas de mitigación	64
18 Registros hidrológicos	31	46 Condicionantes ambientales previos	64
19 Hoya hidrográfica y caudales	31	47 Actividades y procesos adicionales (APA)	66
20 Pendientes tramo Barranca-La Gloria	32	48 Observaciones sobre localización de algunos cierres de brazos	69
21 Registros de sedimentología	31	49 Sitios de monitoría	69
22 Tamaño de sedimentos, distribución en la vertical, Maldonado:26.5.81	34	50 Plan de seguimiento y monitoría. Actividades	70
23 Formas del terreno	39	51 Normas de manejo ambiental	71
24 Tipos de suelos	40	52 Diseños recomendados para el largo plazo	73
25 Catálogo de estaciones y parámetros evaluados	41	53 Emisión de cuñas radiales, periodicidad y emisoras	75
26 Caracterización del río	41	54 Gestión institucional	77
27 Caracterización de los sistemas asociados al río Magdalena	43	55 Equipo mínimo para manejo de contingencias	78
28 Estaciones de muestreo de comunidades acuáticas y terrestres	45	56 Areas sensibles del proyecto	78
		57 Costos de manejo ambiental	78

El río Magdalena, la vía fluvial más importante de Colombia, presenta problemas de navegabilidad en el tramo Barrancabermeja - La Gloria (kilómetros 631 a 435 respectivamente, Mapas 1. y 2.). El proyecto de mejoramiento hace parte del Plan Maestro Nacional del Transporte, elaborado por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT) como soporte fundamental de la apertura económica.

El proyecto contempla obras de dragados y de cierre de brazos secundarios en sitios específicos para inducir la formación de un canal estable, apropiado y permanente, que permita la navegación de convoyes para grandes volúmenes de carga por el corredor central entre la costa atlántica y el interior del país durante todo el año. El valor total, que será financiado con recursos del



Figura 1. Localización del tramo de estudio

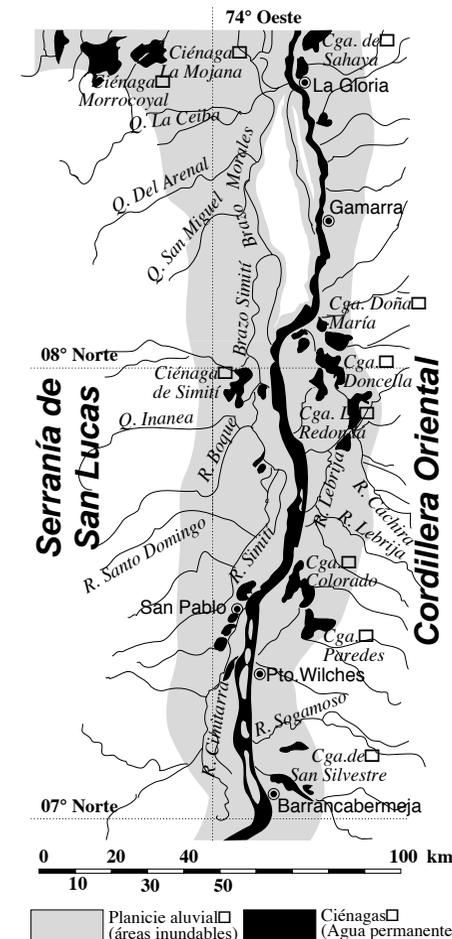


Figura 2. Río Magdalena entre Barrancabermeja y la Gloria

Banco Mundial, asciende a US\$ 26,6 millones, para un plazo de ejecución de 2 años. No quedan contemplados dentro del proyecto, los dragados de mantenimiento ni las obras complementarias para los años subsiguientes.

La región del Magdalena Medio donde se desarrollará el proyecto presenta características particulares de dinámicas muy fuertes y activas,

que producen un delicado equilibrio inestable en las interacciones ambientales, entre los diversos elementos bióticos y abióticos. Esta situación se ve influida además por un proceso de incremento gradual de intervención humana en la zona, que ha modificado notoriamente los ecosistemas tropicales, mediante acciones como:

- Asentamientos dentro del cauce mayor y en las islas del río, con invasión de las planicies inundables.
- Deforestación de las zonas de orilla y transformación en potreros para ganadería extensiva y cultivos de pancoger, de magro resultado económico.
- Reducción regional y aún extinción de especies de plantas y animales nativos (maderas finas, manatí, caimán, babilla, paujil y otras).
- Deseccación de ciénagas y pantanos, construcción de diques y jarillones para manejo de inundaciones con entorpecimiento de los flujos naturales.

En razón de tan especiales circunstancias se considera que la zona del proyecto es de alta susceptibilidad ambiental y por consiguiente, el MOPT consideró necesario adelantar el estudio de impacto ambiental que se presenta en este informe. El proyecto de ingeniería fue elaborado por la Dirección de Navegación y Puertos del MOPT a través de la Unidad de Estudios Fluviales - Buque Explorador (UEF - BEX). El estudio de impacto ambiental fue contratado por el MOPT- FONADE con el Consorcio Carinsa-Incoplán Ltda., con base en términos de referencia recomendados por INDERENA y

complementados según recomendaciones del Banco Mundial. La interventoría estuvo a cargo de la Unidad Ambiental del MOPT y la supervisión fue realizada por un comité con representantes de FONADE, INDERENA y MOPT.

El aspecto fundamental del proyecto es el alto grado de incertidumbre asociado a la dinámica de los procesos fluviales, que hace variar en cada estación climática la ubicación del canal navegable y la posición de los brazos secundarios y las islas dentro del cauce, por lo cual resulta imposible determinar con antelación de meses o años la localización precisa de las obras. Por esta razón, los sitios de dragado, de disposición de los materiales y de las estructuras de cierre de brazos secundarios tendrán que ser definidos dentro de un corto tiempo previo al momento mismo de la iniciación de las obras. Más que un diseño estricto, el proyecto de UEF-BEX es una conceptualización acerca de cómo deben adelantarse los trabajos cuando llegue el momento de su realización. Por este

motivo el estudio de impacto ambiental no puede considerarse como la calificación ambiental de una obra puntual de ingeniería que se desarrollará en un tiempo y un espacio determinados, sino como la formulación de un plan de manejo ambiental integral del programa total de mejoramiento de las condiciones de navegabilidad en el río. Este programa posiblemente se extenderá en el tiempo, trascenderá la financiación solicitada actualmente al Banco Mundial, deberá refinar y optimizar las técnicas y los métodos a medida que se obtenga la experiencia real, además tendrá que ajustarse a la dinámica natural y social en el ámbito de la zona de influencia del proyecto.

El presente informe comprende el diagnóstico y análisis de los elementos físicos, bióticos y sociales que conforman la oferta ambiental de la zona de influencia; la descripción de las actividades de ingeniería y complementarias que constituyen la demanda ambiental; la evaluación de sus interacciones según una metodología diseñada *ad-*

*hoc* para el estudio; la jerarquización de las consecuencias ambientales previsibles; la selección y determinación de los efectos ambientales de mayor relevancia dentro del desarrollo del proyecto; por último, el diseño de las estrategias de manejo para la minimización y amortiguación de los efectos negativos y potenciación de los positivos. El capítulo II del informe presenta la importancia del proyecto en el contexto nacional y regional, como parte integrante del Plan Maestro Nacional del Transporte, dentro del marco de la apertura económica; en el capítulo III, se describe en detalle el proyecto, sus criterios básicos y el alcance de las soluciones propuestas; el capítulo IV detalla la metodología seguida para cada tópico del estudio; en el capítulo V se presenta una recopilación del marco jurídico e institucional en que se inscribe el proyecto; el capítulo VI resume la oferta ambiental, con sus componentes de clima, hidrología, sedimentología, geología, geomorfología, dinámica fluvial, suelos, calidad de aguas, organismos, hábitats y el sistema

antrópico; en el capítulo VII, la demanda ambiental cubre la definición y análisis de las actividades del proyecto, los indicadores ambientales, la identificación de efectos y la función de deterioro a ellos asociada.

El balance entre la oferta y la demanda ambientales es el tema del capítulo VIII. Por su parte, el IX se dedica al Manejo Ambiental recomendado, con los planes de manejo, de contingencia, de seguimiento y monitoría, de gestión institucional; plan de divulgación; las guías para el establecimiento de la supervisión ambiental y, como un aspecto novedoso del estudio, la auditoría del desarrollo del proyecto por parte de la comunidad. Por último se incluye la bibliografía de referencia y los anexos correspondientes a las matrices de distribución de organismos, diagramas de perfiles para diferentes tipos de vegetación, características fisicoquímicas de aguas y aspectos varios de divulgación.

En Colombia, los centros principales de producción y consumo se encuentran en el interior geográfico, lejos de los puertos marítimos pero conectados con ellos por los ríos. Hasta hace medio siglo, el río Magdalena constituía el hilo conductor de la vida económica del país. Luego, con la construcción de las vías férreas y carreteras, así como con el auge del modo aéreo, el río fue paulatinamente perdiendo su importancia hasta quedar prácticamente abandonado a su suerte. Aún así todavía se movilizan anualmente por él cerca de dos millones de toneladas.

La utilización actual de los ríos colombianos es muy baja en relación con su capacidad. En 1989, de los aproximadamente 100 millones de toneladas movilizadas por el sector transporte a nivel nacional, el modo fluvial sólo participó con el 2%, pese a que es el más económico para transporte de grandes volúmenes a largas distancias, en términos energéticos. Mientras una tractomula requiere un motor de 350 HP para movilizar 40 Tm de carga por carretera (0,11Tm / HP), en el río se transportan 5.200 Tm con un remolcador de 1.440 HP (3,6 Tm/HP).

El Magdalena es navegable desde los puertos de Cartagena y Barranquilla hasta La Dorada/Salgar (888 km). La tabla 1. indica las distancias, tiempos de navegación y calados naturales entre los puertos principales en ese tramo.

En el río existen grandes inversiones, tanto del Estado como del sector privado, en instalaciones portuarias, equipos para mantenimiento de los canales navegables, astilleros y la flota de transporte. Pero se encuentran ociosas en un buen grado, porque la

**Tabla 1. Navegabilidad del río Magdalena. Navegación mayor, sector Barranquilla-Puerto Salgar**

Procedencia	Destino	Distancia km	km acumulado	Tiempos <sup>3</sup>		Calados <sup>2</sup> m	
				Horas Subiendo	Horas Bajando	Aguas altas (IV-VI, X-XII)	Aguas bajas (I-III, VII-IX)
Pasacaballos	Calamar <sup>1</sup>	114	114	24	20	3,6	2,4
Barranquilla	Calamar	91	91	18	9	4,8	3,6
Calamar	Magangué	147	38	30	15	4,8	3,6
Magangué	El Banco	141	379	27	12	4,8	3,6
El Banco	La Gloria	56	435	12	8	4,2	3,0
La Gloria	Gamarra	37	473	5	4	2,4	1,8
Gamarra	San Pablo	109	582	24	12	2,4	1,3
San Pablo	Puerto Wilches	15	597	0,5	0,5	2,4	1,7
Puerto Wilches	Galán	32	629	3	2	2,4	1,7
Galán	Barrancabermeja	2,5	631	0,5	0,5	2,4	1,8
Barrancabermeja	Puerto Berrío	98	729	24	12	1,5	0,9
Puerto Berrío	Puerto Boyacá	95	825	18	8	1,5	0,9
Puerto Boyacá	Puerto Salgar	62	887	18	10	1,5	0,9
Total		887	887	180	93		

<sup>1</sup> En el total no está incluida la distancia del Canal del Dique.

<sup>2</sup> Sin dragados

<sup>3</sup> Tiempos de navegación tomados en época de aguas altas en un remolcador con capacidad de 5.800 a 6.500 Tm,

con 6 botes de 1.000 a 1.200 Tm de capacidad cada uno

Fuente : Manual de ríos navegables. MOPT, 1989

carga se ha transferido a otros modos de transporte más costosos, en detrimento de la economía nacional.

El comercio internacional y la economía interna presentan radicales cambios que exigen seguridad, rapidez y cumplimiento en la entrega de las mercancías. Una mayor utilización del modo fluvial depende de la existencia de instalaciones portuarias especializadas, de accesos viales y férreos a los terminales fluviales, de esquemas simples para solucionar problemas aduaneros, sanitarios, de seguros y demás aspectos documentales, así como de la

actividad de operadores con capacidad técnica, administrativa y económica para realizar con eficacia el transporte multimodal de carga.

El Plan Maestro Nacional del Transporte se ha propuesto la modernización e integración nacional de los diversos modos (aéreo, marítimo, fluvial, carretero, férreo). Dentro de ese gran marco general, ha incluido el proyecto específico de rehabilitación del río Magdalena para racionalizar el uso de esta importante vía, articularlo con los demás sistemas y adecuarlo para que se constituya en un eje principal de la apertura económica y

en polo de desarrollo en su área de influencia (ver figura 3.). No puede olvidarse que el Magdalena alberga en su cuenca hidrográfica el 90% de la población colombiana.

**La navegación por el río Magdalena**

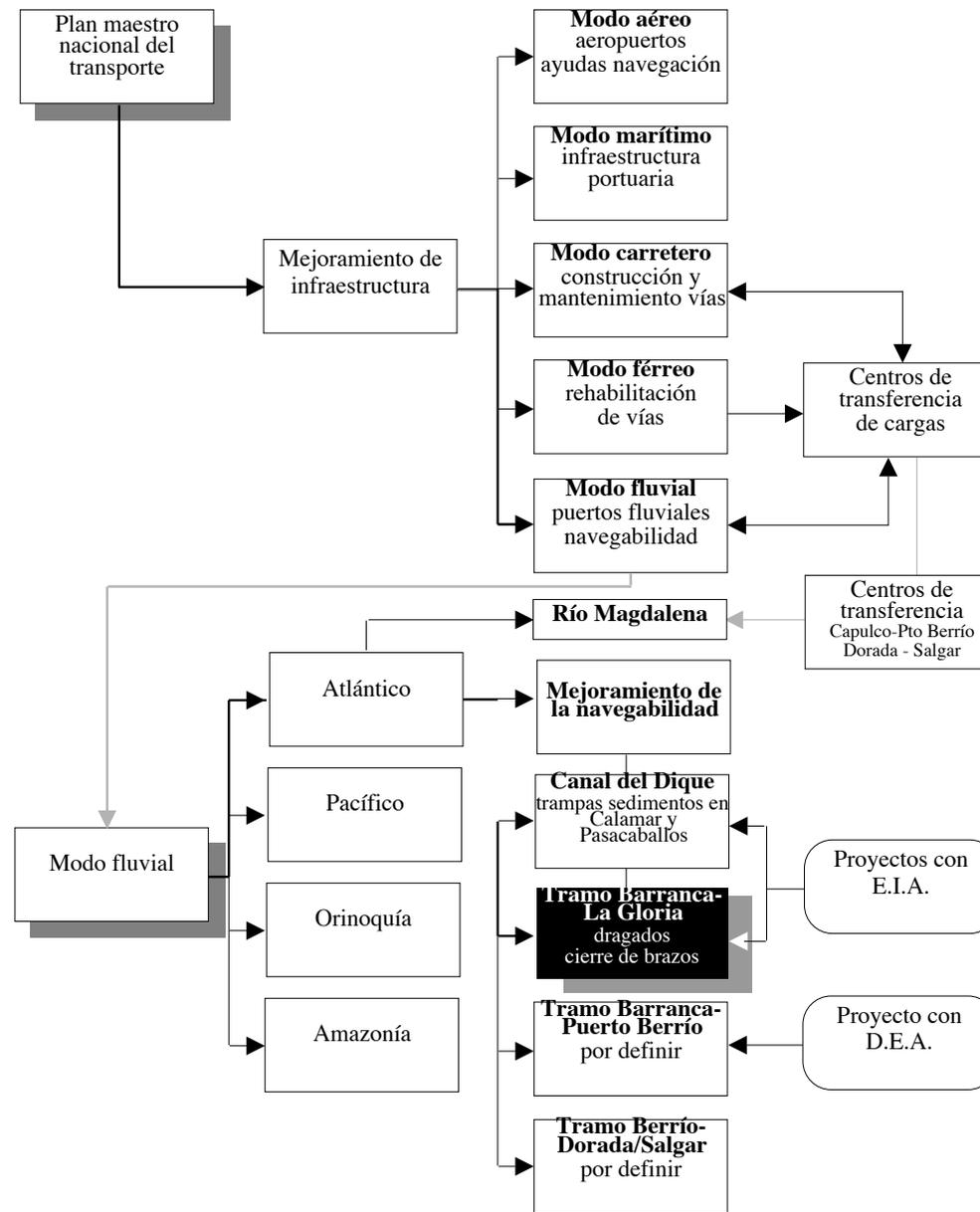
Durante la época colonial, el viaje en champanes de la costa al interior tomaba 3 meses. La navegación comercial a vapor quedó establecida en 1847, con tiempos de navegación de Dorada hasta Barranquilla de 4 días bajando y 5 días subiendo para los barcos de pasajeros y el doble del tiempo para los de carga.

Hacia finales del siglo diecinueve se empezó la construcción de los ferrocarriles entre los principales puertos fluviales de la época (Wilches, Berrio, Salgar/Dorada), y las más importantes ciudades del interior (Bogotá, Medellín y Bucaramanga).

Ya en el siglo veinte, la navegación mayor se consolidó a partir de Honda, el terminal fluvial más importante del país. Hacia los años 30 existían 112 unidades entre remolques, planchones y botes, con 35.280 Tm de capacidad total de transporte.

La embarcación típica tenía impulsión mediante rueda de popa, capacidad de 300 Tm y eslora de 50 m. El buque más grande era el *Zapatoca*, con 352 Tm de capacidad de transporte y 850 Tm de capacidad remolcadora.

En 1950 se iniciaron las obras del ferrocarril del Atlántico y se estableció el transporte carretero entre el interior y la costa norte. En consecuencia cambiaron radicalmente las condiciones de transporte en el corredor del



Atlántico, con los 3 modos compitiendo entre sí.

Con la llegada de los motores diesel, los últimos vapores desaparecieron en el año de 1.961.

El transporte de carga por el río Magdalena alcanzó su punto máximo en el año de 1976, con un movimiento de 2.944.000 Tm. El actual nivel de unos 2 millones de toneladas, resulta semejante al que se movilizaba hace 38 años.

El cambio más profundo en el transporte por el río fue el tráfico de hidrocarburos a partir del año de 1961, el cual tuvo su mayor auge en el período 1965-1982. En la actualidad representa el 72% del tráfico fluvial.

El decenio 80-89 presentó un movimiento anual promedio de 3,8 millones de Tm, correspondiente al 82% del total nacional de carga fluvial. La figura 4. presenta las cifras del movimiento portuario del período 1980-1991 para hidrocarburos, carga general, pasajeros y ganado. En 1989 llegaron por el río a La Dorada 23.659 toneladas de carga, lo cual justifica contemplar la rehabilitación del río hasta dicho terminal.

La carga seca a granel ha incrementado últimamente, por la exportación de los carbones del Cesar que llegan al río por Tamalameque, para iniciar su viaje fluvial hasta Cartagena y Barranquilla. La carga general ha venido disminuyendo lentamente, durante los últimos 30 años, pasando de 368.000 toneladas en 1970, a 265.000 toneladas en 1991.

Figura 3. El proyecto de mejoramiento de la navegación en el río Magdalena en el contexto nacional

**Condiciones actuales**

**Cargas**

El movimiento de carga en el corredor centro - costa atlántica representa el 19.2% de la carga de comercio internacional. La Tabla 2. muestra los volúmenes movilizados en el corredor por los diversos modos de transporte para el año 1990. Se destaca la importancia del río con un 29 % del total. Los principales productos transportados por este medio son, en orden de importancia, hidrocarburos, carbón, abonos, chatarra y cargas generales de otros tipos, como ganado vacuno, sal, cemento, bebidas.

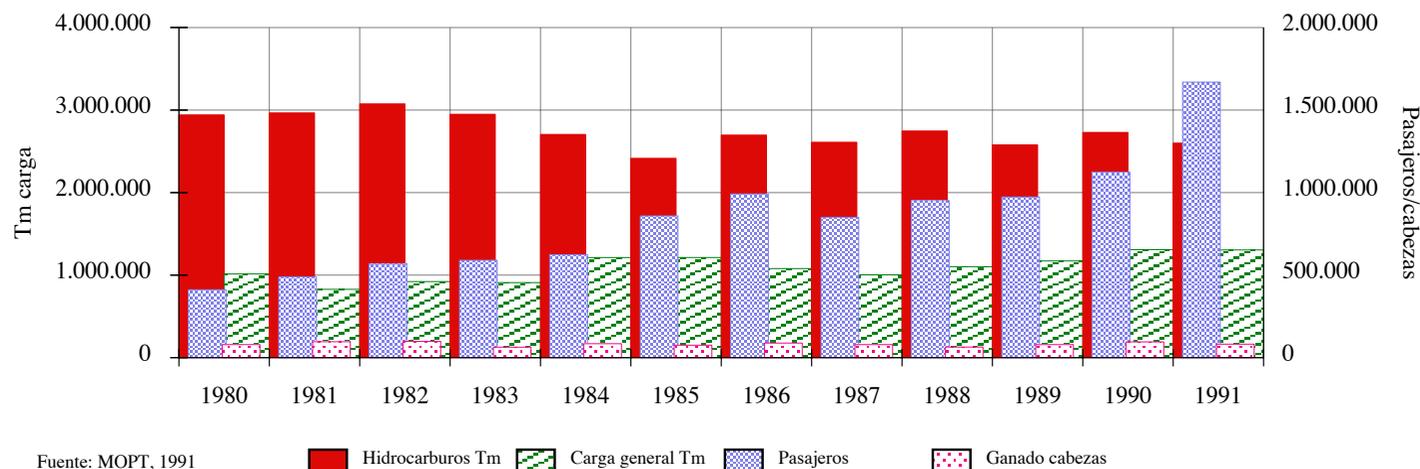
En Barrancabermeja se generan los grandes movimientos de productos derivados del petróleo (principalmente fuel-oil) hasta la refinería de Mamonal en Cartagena. A partir de Tamalameque se inicia un creciente movimiento de carbón de exportación, hasta Barranquilla y Cartagena.

Actualmente los principales problemas del transporte fluvial radican en el desbalance de tráfico en los dos sentidos, por la falta de carga de compensación que origina viajes de regreso vacíos; en los largos tiempos de espera, por falta de calado en el canal navegable en épocas de aguas bajas; en la inseguridad por la situación de orden público y la piratería común.

**Flota transportadora**

La flota para el transporte de carga en el río Magdalena posee 109 remolcadores con capacidad remolcadora de 203.455 toneladas, y 482 botes con capacidad transportadora de a 196.895 toneladas.

La conformación de los convoyes típicos es la siguiente, por tramo:



Fuente: MOPT, 1991

Figura 4. Movimiento portuario del río Magdalena, período 1980-1991

tramo	remolcador hp	botes #	capacidad t
costa-Barranca	1440	6	5200
Barranca-Berrío	800	2	1500
Berrío-Dorada	400	2	800

La flota está casi toda dedicada al transporte de hidrocarburos. El movimiento de minerales utiliza el mismo equipo, que solamente ha

cambiado de dueño. La edad promedio de la flota está por encima de los cuarenta (40) años. La política del sector privado consiste en mejorar y reparar los remolcadores viejos cuantas veces sea necesario, adaptándoles motores modernos de mayor potencia.

**Puertos.**

La infraestructura portuaria consta de muelles de importancia regional

en Barranquilla, Cartagena, El Banco, Ciénaga, Magangué, Tamalameque, Gamarra, Capulco, Puerto Wilches, Barrancabermeja, Puerto Berrío, La Dorada, Puerto Salgar y Honda, todos ellos propicios para el transbordo de carga entre los diversos modos carretero, fluvial y férreo. En 1990, 949.013 toneladas realizaron transbordo de un modo a otro. Estos fueron: carbón con transferencia en carretera/río en Tamalameque; abonos, con transferencia río/ferrocarril en Capulco y chatarra, con transferencia río/carretera en Gamarra.

Los terminales de Capulco, Berrío y Salgar, se clasifican como centros de transferencia. Sus actuales instalaciones son:

	muelle m	patio m <sup>2</sup>	bodega m <sup>2</sup>
Capulco	200	2.500	1.250
Berrío	755	6.800	8.690
Salgar	536	20.000	4.480

**Tabla 2. Volúmenes de carga en Tm movilizada en el corredor centro-costa norte por los diferentes modos de transporte en 1990**

producto	carretera	ferrocarril <sup>2</sup>	río	ducto	movimiento total en el corredor <sup>1</sup>	volumen real movilizado
Abono	346.819	404.569	199.935		951.323	616532
Cebada	23.800	100.000			123.800	123.800
Malta	53.309				53	53.309
Café	106.794	217.555			324.349	324.349
Chatarra	63.438	2.739	25.112		91.289	66.177
Carbón	816.823	759.576	581.310		2.157.709	1.576.399
Sal	35.600	44.400	7.800		87.800	80.000
Combustible			1.270.000	2.164.300	3.434.300	3.434.300
Total	1.446.583	1.528.839	2.084.157	2.164.300	7.223.879	6.274.866
Participación %	20,02	21,16	28,85	29,96	100	

<sup>1</sup> Incluye la carga que hace transferencia intermodal y queda doblemente contabilizada

<sup>2</sup> Incluye los volúmenes de carbones del Cesar movilizados en ferrocarril privado.

Fuente: CIC, 1992

Entre los puertos de interés local se destacan Calamar, Mompo, La Gloria, Morales, Wilches, San Pablo y Puerto Boyacá. Existen además 27 puertos privados, con una longitud de muelles de 2.600 m y 29.900 m<sup>2</sup> de bodegas, que en conjunto representan el 75% de la infraestructura portuaria fluvial privada del país.

**Tráfico fluvial**

El promedio diario del tráfico entre Cartagena y Barrancabermeja es de 3 convoyes de carga mayor por día (1,5 diario en un solo sentido). Entre Magangué y Calamar y el Canal del Dique, circulan 9 convoyes diarios en cualquier sentido. En Barrancabermeja se mueven además unas 50 embarcaciones menores diarias.

**Articulación intermodal**

La integración entre los diversos modos de transporte dentro del corredor del Magdalena se muestra en la figura 5.

En 1993 entrará en operación la carretera Troncal del Magdalena Medio, entre Puerto Boyacá (Boyacá) y San Alberto (Cesar) y a corto plazo se construirán Transversales en la misma región.

Estas vías mejorarán la comunicación de los centros de transferencia de Capulco, Puerto Berrío con la Troncal Occidental (que va desde los límites con el Ecuador hasta Cartagena) y la Troncal Oriental (de Florencia a Santa Marta), con lo cual se integrará totalmente el sistema del río con el modo carretero nacional.

La red férrea, paralela al río Magdalena, comunica a Bogotá, Tunja, Medellín y Bucaramanga con el terminal marítimo de Santa Marta y también se toca con el río en los

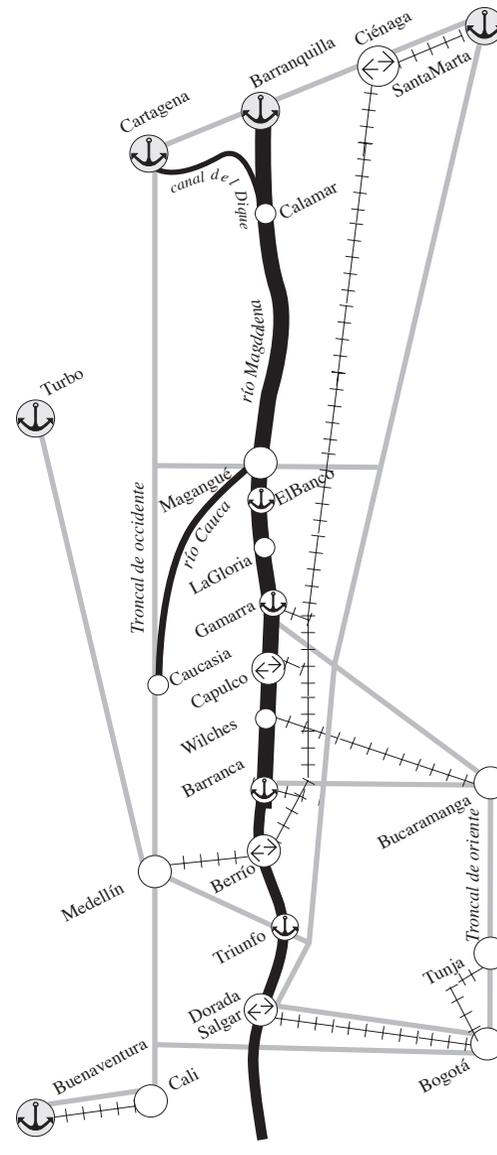


Figura 5. Red de transporte en el corredor del Magdalena

centros de transferencia. En la actualidad está en proceso de rehabilitación y de reactivación operativa.

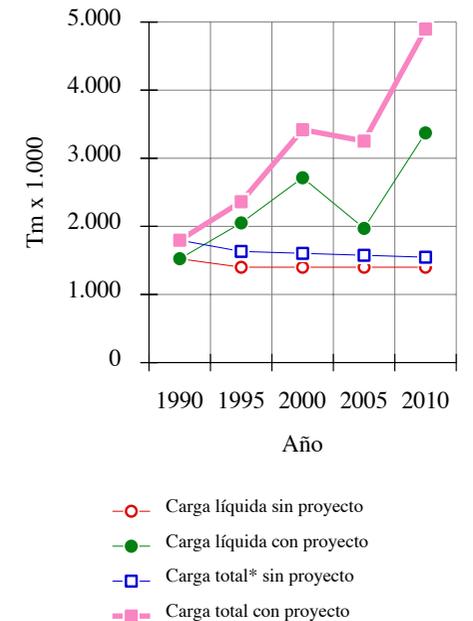
Existe además en el corredor, una red de oleoductos, para el transporte de derivados del petróleo que conecta los campos petroleros del oriente y suroriente del país con Barrancabermeja y a ésta con la refinera de Mamonal en Cartagena.

**Proyecciones de carga futura**

Para pronosticar los movimientos futuros de carga en el río, con el proyecto y sin él, el MOPT elaboró en 1991 un estudio de evaluación económica para la rehabilitación del río Magdalena.

Para el año 2010, en el escenario sin proyecto el río movilizará 1,5 millones de toneladas anuales, es decir que habrá perdido 250.000 toneladas de carga anuales, con relación a lo movilizado en 1990.

En el caso de realizarse la inversión para el mejoramiento del canal navegable y construcción de los centros de transferencia, el río estará movilizandopara el horizonte del año 2010 unos 4,9 millones de Tm, o sea 3 millones adicionales en relación con 1990 (figura 6.).



\*Carga total incluye carga general, cebada, chatarra y fertilizantes Fuente: MOPT, 1991

Figura 6. Proyecciones de volúmenes de carga del Magdalena en los escenarios con y sin proyecto

Para ese mismo horizonte, a través de los centros de transferencia se movilizarán 2,3 millones de toneladas (aproximadamente el 50% de la carga total). De este valor, la mitad llegará hasta Puerto Salgar, con destino final Bogotá; un 45% irá a Puerto Berrío donde será transferida hacia Medellín y el restante 5% se movilizará a través de Capulco (tabla 3.).

La variación en el tráfico fluvial consistirá en que, de no realizarse el proyecto, para el año 2010 disminuirá en un 10% el número de convoyes petroleros y en un 56% el de embarcaciones de cargas generales. Con el proyecto, en cambio, el tráfico de convoyes petroleros pasará a ser de 3 diarios por sentido de viaje, mientras el número de convoyes para secos y graneles pasará a ser 5 veces mayor que el actual. La embarcaciones menores aumentarán en un 30% sobre el número actual.

### Costos y beneficios

El objeto del presente estudio de impacto ambiental sólo se refiere a las obras de mejoramiento de la navegación entre Barrancabermeja y La Gloria. Pero como esta obra se inscribe dentro del plan general de rehabilitación del río Magdalena, para las evaluaciones económicas es necesario considerar los costos y beneficios derivados del programa integral. Con ese criterio se elaboró para el MOPT el estudio de los centros de transferencia (CIC, 1992), cuyo análisis incluyó los aspectos globales señalados. De ese estudio se extractan y resumen los aspectos principales comentados a continuación.

### Costos

Dentro de los costos se incluyeron todos los relacionados con la rehabilitación del canal navegable (desde La Gloria hasta Puerto Berrío más el Canal del Dique), la infraestructura portuaria, la construcción de accesos carreteros y férreos faltantes y la ingeniería de seguimiento (Buque Explorador).

### Beneficios

Resulta muy difícil (e inoficioso) cuantificar los beneficios particulares locales que se presentarán en cada uno de los sitios del tramo a raíz de la realización del proyecto. La evaluación socioeconómica se ha hecho teniendo presente los alcances nacional y regional, así (CIC, 1992):

### Generación de empleo

Al facilitarse el transporte de los productos agrícolas, se espera el aumento de las áreas cultivadas hasta en un 32%, lo cual traerá mayores ingresos y podrá inducir incrementos en los bienes y servicios para la población asentada en el área del proyecto. Para el año 2010, los salarios totales derivados de la mayor producción agrícola habrán pasado de \$7.859 millones

en 1992, a \$ 10.577 millones (valor presente). A su vez, la producción agrícola pasará de \$ 157 millones en 1992, a \$ 2.718 millones en el 2010.

### Otros beneficios

- Ahorro en los costos de transporte frente al caso sin proyecto. Para el año 2010, el ahorro anual por este concepto estará en el orden de los \$ 640 millones/año.

- Beneficios sociales del proyecto para su área de influencia, por mejoramiento de los actuales factores críticos que obstaculizan el proceso de desarrollo del Medio Magdalena, por condiciones de pobreza, violencia y delincuencia común, asociadas principalmente, al difícil acceso y participación de la gran mayoría de la población a la actividad económica regional.

Incluyendo los beneficios sociales, el proyecto de rehabilitación del río Magdalena tiene una tasa interna de retorno de 28.33 % y un valor presente neto de \$ 25.349 millones.

Los anteriores análisis indican que el proyecto presenta una tasa interna de rentabilidad suficientemente atractiva desde la perspectiva financiera y que dicha inversión es de vital importancia para el

desarrollo económico del Magdalena Medio y Bajo y la supervivencia del río, como alternativa de transporte.

Existen suficientes razones socioeconómicas y financieras para impulsar un proceso de incremento sustancial de la navegación mayor por el río Magdalena entre los puertos marítimos de Cartagena y Barranquilla y el puerto fluvial de Barrancabermeja (kilómetro 631), así como para restaurar la navegación de volumen medio hasta Puerto Berrío y luego hasta La Dorada/Puerto Salgar. De esta manera se obtendrá un apreciable beneficio económico, por los menores costos del transporte fluvial y la utilización más racional de otros medios como el carretero, al disminuirse los flujos de carga de larga distancia por los corredores viales principales.

Además, se inducirá en la zona de influencia, figura 7., un proceso de desarrollo económico y social por el aumento y la mayor facilidad de manejo de productos agrícolas, por la generación de empleo y las inversiones de tipo social en infraestructura y servicios que se originarán alrededor del proyecto.

**Tabla 3. Proyección de volúmenes futuros, de graneles sólidos<sup>1</sup>, en miles de Tm, movilizables por los centros de transferencia**

Centro de transferencia	Tipo de transferencia	1990	1995	2000	2005	2010
Capulco	Ferrocarril-río	5.000	5.750	6.620	7.620	8.770
	Ferrocarril-río	27.420	40.780	50.920	63.610	79.490
Berrío	Ferrocarril-carretera	960	1.080	1.220	1.390	1.570
	Carretera-río	8.580	14.220	17.670	21.980	27.390
Salgar	Ferrocarril-carretera	50.070	64.740	72.970	97.180	119.280
Total		92.030	126.570	155.700	191.780	236.500

<sup>1</sup> Graneles sólidos: abonos, cebada, malta, café, chatarra y sal

Fuente: C.I.C. 1992

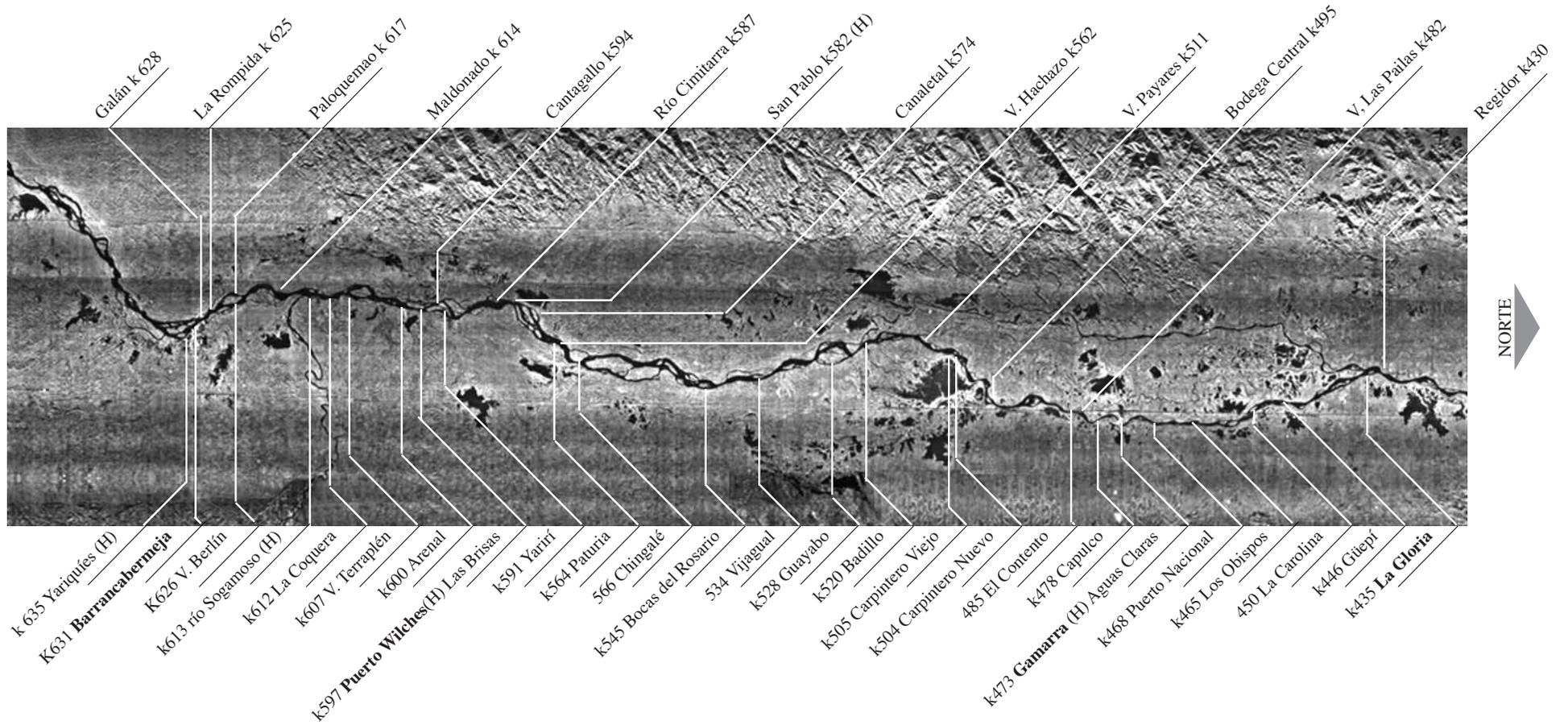


Figura 7. Zona de influencia de los beneficios socio-económicos

## descripción del proyecto

### Problema por solucionar

Entre Barrancabermeja (km 631) y La Gloria (km 435), existe un problema para la navegabilidad de los convoyes que transportan grandes cargas por el río Magdalena. Pese a los altos caudales, la exagerada anchura del cauce mayor en la zona de patrón trezado hace que la corriente de aguas bajas se reparta entre un canal principal y múltiples brazos secundarios. Al perder capacidad de arrastre, se forman barras de sedimentos, que constituyen obstáculos para las embarcaciones de gran calado, y se torna inestable la localización del canal principal, que alterna su posición entre los diversos brazos en forma impredecible y estacional.

En tales condiciones la navegación resulta muy difícil, especialmente en épocas de aguas bajas. El convoy típico que transporta hidrocarburos desde la refinería de Barrancabermeja hasta la planta de Mamonal en Cartagena, está compuesto por un remolcador y seis botes de 1.000 toneladas cada uno. Debido a las escasas profundidades, los transportadores se ven obligados a adoptar medidas de emergencia que aumentan los tiempos de viaje, reducen la eficiencia del sistema y redundan en pérdidas económicas muy altas. Una de tales medidas es fraccionar los convoyes, para que el remolcador empuje de a uno o dos botes durante un corto tramo, se devuelva por los otros y continúe reiterando el proceso con lo cual, por cada viaje sencillamente de los botes, el remolcador recorre varias veces la distancia. Así, el tiempo de viaje que normalmente toma cuatro días

entre Barrancabermeja y Cartagena, llega a requerir tres o cuatro semanas. En otras ocasiones se recurre a cargar los botes muy por debajo de la capacidad de transporte para que tengan menor calado. Y ello, cuando no hay que suspender totalmente las operaciones durante largos períodos, por la crítica situación del estado de aguas, como sucedió durante cuarenta días en febrero y marzo del año 1992.

### Antecedentes del proyecto

#### Estudios

El presente proyecto es la síntesis y condensación de un largo proceso de conceptualización, fruto de una serie de estudios que se han adelantado a partir de 1921 (Ver tabla 4.) y recoge y capitaliza la experiencia directa del MOPT en la construcción de obras análogas o similares a las planteadas.

Muchas de las obras recomendadas a lo largo del siglo no han sido ejecutadas sino en forma muy parcial, por causas tales como falta de planeación adecuada, indecisión en la asignación oportuna de los recursos necesarios, carencia de una política nacional de integración entre los diversos modos del transporte, entre otras.

En enero de 1972 inició labores la Dirección General de Navegación y Puertos del MOPT. Esta dependencia, a través del Laboratorio de Ensayos Hidráulicos (LEH-MOPT) y la Unidad de Estudios Fluviales - Buque Explorador (UEF-BEX), ha tenido a su cargo el estudio de los problemas del río y la formulación de las

soluciones.

El seguimiento de la evolución de los fondos del río y la localización del canal navegable se han realizado mediante campañas de mediciones con periodicidad estacional (24 campañas hasta la abril de 1993). En cada campaña se hace el levantamiento batimétrico longitudinal y secciones transversales en los sitios de interés. Con los datos obtenidos se calculan los volúmenes necesarios de dragado para lograr la sección geométrica necesaria en el canal para el convoy típico.

Los resultados correspondientes se consignan en planos de planta-perfil que sirven a su vez como base para el diseño y cuantificación de las obras recomendadas.

En 1978 el LEH-MOPT preparó un plan de dragados en el sector correspondiente a La Dorada - Gamarra, actualizado en 1980 y 1985. Finalmente la UEF-BEX con base en los sondeos longitudinales de 1992 y 1993, definió los sitios críticos y estimó el volumen por dragar entre Barrancabermeja y La Gloria y en el Canal del Dique.

### Obras previas

En muchas ocasiones han trabajado las dragas del Ministerio en sectores diversos del río. Una de ellas -la DHC 4- fue especialmente diseñada como barredora de succión, para atender emergencias en los pasos malos del tramo Barrancabermeja - La Gloria. Actualmente esta draga está trabajando sólo como cortadora y en tal función ha realizado algunos dragados recientes en el sitio de La Rompida y frente al muelle de

Tabla 4. Estudios de navegabilidad en el río Magdalena

Año	Consultor	Tramo estudiado	Recomendaciones del estudio	Observaciones
1921-1924	Julius Berger Konsortium	Neiva-Barranquilla	1. Obras de encauzamiento (fijas, permeables). 2. Dragados en sitios específicos. 3. Obras de regularización. 4. Convoy típico óptimo, mejoras portuarias.	Obras no ejecutadas
1928-1930	Sir Alexander Gibb & Partners	Barranquilla-La Dorada	1. Obras de regularización: muros de encauzamiento en piedra, cierre de brazos secundarios, protección de orillas. 2. Dragados (adquisición de dragas) 3. Mejoras en puertos (accesos a Puerto Wilches y Pto. Berrío, Canal del Dique).	Alternativas 1 y 2 excluyentes. Obras no ejecutadas.
1950-1952	R. J. Tipton Associated Engineers	Bocas del Rosario-La Dorada	1. Dragados de emergencia, de mantenimiento y correctivos. 2. Regularización con obras permeables de retardo del flujo, de defensa y cierre de brazos. 3. Ayudas a la navegación. 4. Adquisición de equipos (dragas, botes de limpia, remolcadores).	Adquisición parcial de equipos. Cumplimiento parcial de dragados.
1965-1967	Apron y Duque Ingenieros Consultores	Río Nuevo-Badillo	1. Obras corto plazo: dragado, cierre de brazos, adecuación de acceso a puertos; regularización canal en tramo Carmelitas-Barrancabermeja. 2. Largo plazo: desarrollo integral de la hoya, reforestación, embalses propósito múltiple, esclusas.	Obras no ejecutadas.
1971-1973	Misión Técnica Colombo Holandesa (MITCH)	La Dorada-Gamarra y Canal del Dique	1. Estudios de hidráulica fluvial 2. Mediciones misceláneas (sondeos, líneas de flujo, etc). 3. Conservación del río: ayudas a la navegación, dragados, obras permanentes en puertos, encauzamiento.	Informe completo sobre caracterización hidráulica y sedimentológica del río. Cumplido en lo referente a estudios (Buque Explorador). Obras parciales.
1975-1976	Gama Ltda. Ingenieros Consultores	Barranca sector Peñas Blancas- río Sogamoso	1. Regulación del cauce con cierre de brazos. 2. Espolones de encauzamiento 3. Dragados	Obras no ejecutadas
1978-1980-1982-1985	Laboratorio de ensayos hidráulicos (LEH-MOPT)	Barranca-La Gloria y Canal del Dique	Informes de actualización de estados del río, con gradual mejoramiento del proyecto de ingeniería e incorporación de condicionantes ambientales.	Obras por desarrollar en el proyecto.
1993	Unidad de estudios fluviales-Buque Explorador (UEF-BEX)		Dragados, cierres de brazos secundarios con estructuras de retardo. Recomendación de revestimientos en orillas afectadas por erosión.	

Ecopetrol en Barrancabermeja. Otras dragas localizadas en Cantagallo, Puerto Wilches y Regidor, permanecen ociosas la mayor parte del tiempo por deficiencias operativas y administrativas.

En general, puede afirmarse que desde 1968 no se efectúa un mantenimiento integral del canal navegable del tramo Barrancabermeja -La Gloria.

En años anteriores el MOPT contrató algunos cierres de brazos con estructuras retardadoras de madera en forma de pirámide y anclajes en bloques de concreto. Los resultados no fueron totalmente satisfactorios por problemas institucionales del MOPT (ineficiencia en el sistema de contratación, iniciación tardía de las obras respecto a las épocas de estiaje, deficiente asignación de recursos para ejecutar obras completas), o por problemas del contratista como inadecuados sistemas de programación y prefabricación de los elementos y demoras hasta de varios años en la construcción.

Entre 1990 y 1993 se han construido en brazos secundarios de la zona del brazo Berlín, cinco estructuras de cierre de carácter experimental similares a las proyectadas. Sus resultados se han aprovechado para la formulación de los criterios básicos del presente proyecto.

#### Sectorización de los pasos de difícil navegación

En cuanto se refiere al dragado y dependiendo de la recurrencia de aparición de pasos malos en las diversas campañas, puede sectorizarse el tramo Barrancabermeja - La Gloria en tres tipos de zonas, tal

como aparece en la tabla 5., p. 16, donde se muestra además la longitud de cada tipo de zona en km y el porcentaje relativo a la longitud total del tramo (196 kms).

Las zonas de mayor interés para el proyecto son las de tipo 1. Los nueve tramos identificados se describen en la tabla 6., p. 16, junto con los volúmenes de dragado calculados para la situación de noviembre de 1992.

#### Alternativas estudiadas

Desde el punto de vista de la ingeniería, las dos alternativas básicas planteadas en todos los estudios realizados consisten en:

- establecer un canal fijo, bien sea por la construcción de un canal nuevo o por la fijación del canal principal mediante obras de encauzamiento y control o
- por la implantación de un programa de mejoras graduales al canal natural.

La primera alternativa resulta incosteable. El diseño y la construcción de un canal nuevo o de una serie de obras tales como espolones, diques de confinamiento, esclusas, sistemas de desarenadores, etc, no parece posible, no solamente por el altísimo costo inicial, sino por el escaso conocimiento que se tiene del comportamiento hidráulico de dichas estructuras en condiciones reales, lo cual supone un gran factor de inseguridad en cuanto a la efectividad de una solución totalizante.

La segunda alternativa es la solución más viable a corto y mediano plazos. El proceso de inducir el mejoramiento del canal actual mediante obras de aplicación

**Tabla 5. Sectorización por dificultad de navegación**

Zona tipo	Descripción	Longitud km	% del tramo
1	Tramos con alta probabilidad de barras de sedimentación, bajas profundidades y problemas de navegación. Representan sitios donde muy posiblemente habrá necesidad de efectuar dragados, sea cual fuere la época de contratación.	32,5	16,6
2	Tramos de probabilidad de dificultad de navegación media a baja. Son los sitios donde pueden requerirse o no dragados en un momento determinado.	115,5	59,0
3	Tramos de escasa o nula probabilidad de dragado. Corresponden a aquellos tramos donde casi nunca se han detectado problemas de navegabilidad.	48,0	24,4

**Tabla 6. Zonas críticas para navegación, Tipo 1. Sector Barrancabermeja-La Gloria**

Zona	Localización	Descripción	Volúmen dragado m <sup>3</sup>	Densidad de dragado m <sup>3</sup> /km
1	km 627- 622	Difluencia Brazo La Rompida y Brazo Berlín. Cauce muy trezado, presenta problema para la definición del cauce principal. Se quiere favorecer la navegación por el Brazo Berlín	195.000	39.000
2	km 618,5-617	Entre Paloquemao y Rabón. Continúa erosión en margen izquierda. Bajas profundidades por barras centrales	126.000	84.000
3	km 614-610	Desembocadura Río Sogamoso. Considerable descarga sólida de este afluente, formación de islas y barras	700.000	175.000
4	km 609- 607	Aguas arriba de Las Peñas. Canal recto e inestable	77.000	38.500
5	km 598- 590	Puerto Wilches-Cantagallo. Cauce mayor muy ancho (5 Km). Continua aparición y desaparición de islas y barras	210.000	26.250
6	km 587- 583	Aguas arriba confluencia Río Cimitarra. Río muy trezado	197.000	49.250
7	km 564 - 561	Aguas abajo de Paturia. Cruce del río en tendencia meándrica	330.000	110.000
8	km 512- 509	Antes de difluencia de Brazo Morales, frente a Payares	148.000	49.333
9	km 506 - 504	Carpintero Viejo. Cruces del río originan bajas profundidades y playones	116.000	58.000

paulatina, permite la optimización de los diseños, estructuras y métodos adoptados, a partir de las respuestas del río y de las tendencias observadas, y minimiza simultáneamente los riesgos de causar daños irreparables al sistema fluvial o al entorno ambiental.

### Definición del proyecto final

Dada la intensa e impredecible actividad en la dinámica fluvial, que altera con gran facilidad la localización del canal principal, los brazos secundarios y las islas del río, no es posible determinar los sitios precisos en que se desarrollarán las obras del proyecto con la antelación de varios meses que suponen los procesos de licitación, contratación y alistamiento para iniciación de los trabajos.

Para definir esos sitios precisos de dragado, de cierre de brazos o de disposición del material, así como las características particulares de las obras en cada sitio (cotas de fondo, volúmenes de excavación, lugar y distancia de vertimiento final del material, número y longitud de los cierres de brazos), será necesario que previamente a la iniciación de las obras se realice un levantamiento batimétrico completo, mediante sondeos longitudinales y transversales, en todo el tramo Barrancabermeja - La Gloria (Figura 8.)

En vista de esta circunstancia, el proyecto no es ni puede interpretarse como el ordenamiento estricto e inmodificable de un

número y una localización determinada de las obras por ejecutar, sino como una indicación conceptual general del tipo de obras y las especificaciones que deben ser aplicadas en cada momento y en cada caso particular, según la condición en que se encuentre el río en el momento de iniciar el contrato de construcción.

### Condicionantes ambientales previos (CAPS) del proyecto

Teniendo en consideración la altísima sensibilidad del ecosistema del río y la impredecibilidad del comportamiento final de muchos de los factores y variables que intervienen, así como la experiencia adquirida en los estudios y trabajos realizados directamente en el tramo considerado desde hace veinte años, la UEF-BEX incorporó para la elaboración del proyecto final los siguientes condicionantes de carácter ambiental:

**Ciénagas y humedales.** No se tocará ni se modificará bajo ningún concepto el ecosistema conformado por el río y las ciénagas y humedales vecinos. Con este criterio, se dispuso que no se dragará ni se dispondrá material dragado dentro de las ciénagas o humedales, ni en los terrenos aledaños a ellos, ni en sus caños de mutua interconexión o de conexión con el río.

Esta norma tiene excepción en los tres casos específicos de las ciénagas en Puerto Wilches, Cantagallo y Gamarra, que en la actualidad se encuentran dentro del

casco urbano, están totalmente contaminadas e intervenidas, se han convertido en focos infecciosos y botaderos de basuras y, por lo tanto, resulta conveniente terminar de rellenarlas para beneficio general de esas poblaciones.

**Orillares.** No se utilizarán las orillas para colocación de materiales dragados, salvo expresa petición y acuerdo previo con las comunidades locales y con objeto de cumplir usos benéficos de dicho material, tales como rellenos sanitarios, adecuación de terrenos deportivos, uso como material de construcción o para diques de defensa contra inundaciones, realces de vías, jarillones, etc.

**Cierre de brazos.** Sólo se cerrarán brazos secundarios que funcionen como tales dentro del cauce del río durante épocas de aguas bajas; es decir, no se colocarán estructuras dentro del canal principal, ni se cerrarán brazos que conecten el río con ciénagas o centros poblados, o por donde circule el flujo principal de aguas altas, o que sirvan de comunicación entre comunidades ribereñas, o que de alguna manera se identifiquen como de importancia económica o social para los pobladores vecinos.

**Seguridad.** Se obligará a todas las personas y entidades que intervengan en el proyecto a cumplir y respetar las normas de seguridad fluvial y los reglamentos de señalización y balizaje dictados por el MOPT.

**Planicie inundable.** No se construirán diques a lo largo de las orillas en forma tal que obstruyan el proceso normal de inundaciones estacionales, para no interferir con las interacciones ecológicas de

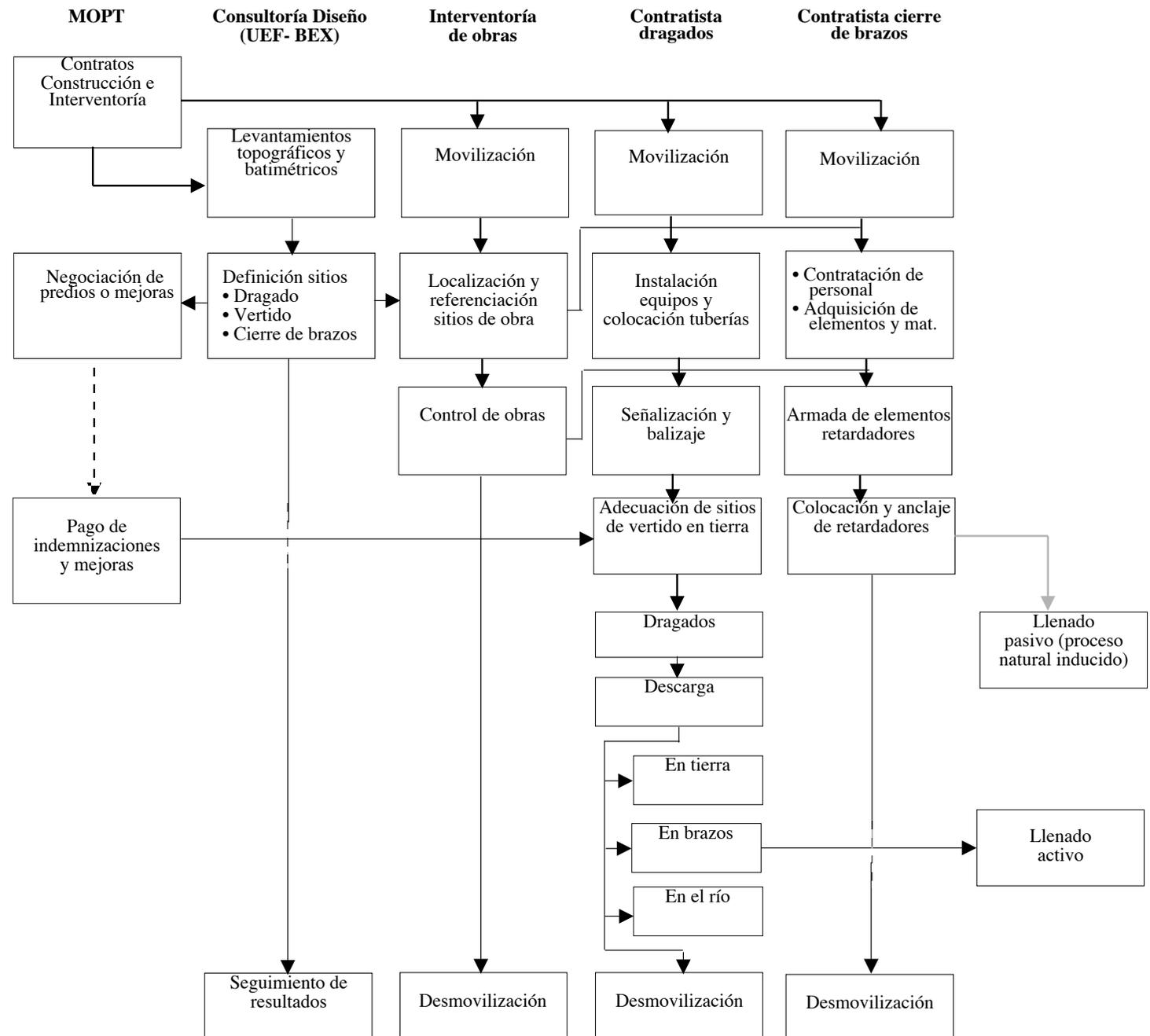


Figura 8. Actividades y procesos del proyecto

fertilización del valle.

**Flujo de aguas altas.** Las estructuras de cierre con retardadores tendrán una dimensión tal que permita obstruir el flujo durante épocas de aguas bajas, pero sin que se constituyan en obstáculo importante para el tránsito de crecientes. De esta manera, durante las épocas de aguas altas no habrá interferencias importantes al flujo del río.

**Confinamiento del material dragado.** Dentro de los planos de licitación se han incorporado diseños típicos para el manejo y confinamiento del material dragado que deba ser vertido en tierra. Los diseños incluyen alternativas para diques en tierra o barreras en geotextiles, con detalles completos de vertederos del efluente, protección de canales de desagüe, drenajes internos, etc.

**Protección de orillas.** Se ha incorporado al informe la recomendación de iniciar un proceso de protección de las orillas que conformen el cauce final del canal principal, una vez se defina su localización mediante la ingeniería previa a la iniciación de las obras propuestas. Los detalles de protección serán determinados según las características particulares en cada sitio, a partir de los resultados del proyecto.

#### Obras propuestas para mejoramiento de la navegación

El objetivo principal de las obras de mejoramiento consiste en tratar de inducir la formación a mediano plazo de un canal navegable estable y permanente, con dimensiones geométricas aptas y profundidades suficientes en todo tiempo para

garantizar el tránsito de embarcaciones y convoyes de gran capacidad de carga.

Las obras propuestas consisten fundamentalmente en la combinación de dragados del lecho del río en los sitios de especial dificultad para la navegación, complementados por el cierre de brazos secundarios mediante retardadores de flujo, para buscar la estabilización del canal principal.

**Dragados.** Se han proyectado en aquellos sectores del canal principal que durante épocas de aguas bajas presentan profundidades menores de 2,40 metros (a partir del nivel de reducción, definido como el nivel de aguas que es superado el 95% del tiempo).

Las características del canal navegable se determinan por sus dimensiones geométricas así:

- Ancho mínimo a nivel de reducción: 91,00 m
- Ancho mínimo en el fondo: 65,00 m
- Profundidad mínima a nivel de reducción: 2,40 m
- Talud aproximado : 1 V: 2,5 H

El orden de magnitud de las obras por ejecutar, se ha determinado con la hipótesis de que los volúmenes necesarios serán similares a los calculados por el LEH-BEX con base en los levantamientos batimétricos de abril de 1992 (Tabla 6., p. 16).

**Cierre de brazos secundarios.** Se efectuará mediante estructuras de retardadores metálicos, que al obstruir el paso de la corriente por el atrapamiento de basuras, escombros, troncos y cuerpos flotantes, originan la disminución de la velocidad de la corriente en el sitio. Así se induce la decantación de materiales

suspendidos, con lo cual se disminuye el área de la sección transversal, se aumenta su rugosidad y mengua el caudal que puede pasar por el sitio. El propósito es favorecer que la corriente busque su evacuación por el canal principal.

Los retardadores consisten en unos elementos formados por el entrecruzamiento de 3 ángulos en hierro de 2' x 3/16", de 3,00 m de longitud cada uno, atornillados entre sí en ángulo recto, por los puntos centrales y sujetos mediante alambre de púas. Los elementos tridimensionales de seis brazos así formados, se colocan a espaciamentos de unos 2,00 m, uniéndolos mediante cables de acero que, a su vez, van anclados al fondo y a las orillas del cauce por cerrar, mediante bolsacretos de geotextil relleno con concreto de cemento, en número suficiente para evitar el desplazamiento de la estructura. Según el ancho del cauce por cerrar y su importancia respecto al caudal original, puede ser necesario usar dos o tres filas de elementos, separadas 10 m entre sí en el sentido de la corriente, para concentrar el efecto retardador (Ver foto).

El proyecto de UEF-BEX, para la condición de noviembre de 1992 recomienda el cierre de los brazos secundarios indicados en la Tabla 7.

#### Disposición del material dragado

Para obtener la mayor eficiencia del dragado, se considera que el material deberá ser colocado a una distancia no superior a 1.500 m del sitio de excavación. Para distancias mayores se hace necesario disponer de sistemas de rebombes o perder eficiencia en la operación, con los consiguientes aumentos en los precios unitarios. Según experiencias del MOPT, en las estructuras retardadoras prototipo

construidas cerca de Barrancabermeja (Berlín), el llenado de los brazos secundarios puede lograrse en el término de uno o varios períodos estacionales, con duración de varios meses o años. Este tipo de proceso, debido a su lentitud, se ha definido como cierre pasivo.

Si se acelera el llenado mediante la utilización de los brazos secundarios como zonas de depósito y colocación del material extraído por las dragas, se tratará de un cierre activo, pues el taponamiento del brazo se logrará en el término de algunas horas o días.

#### Cantidades de obra y plazo de ejecución

Las cantidades de obra por ejecutar para el primer año, según estado de noviembre de 1992, se resumen en la Tabla 8. El volumen de 3,6 millones de m<sup>3</sup> de dragado puede ser realizado por 5 dragas en los cuatro meses del período de aguas bajas. El cierre de brazos requerirá la apertura de por lo menos 20 frentes de trabajo para cumplir las cantidades de obra en un lapso de seis meses.

#### Presentación del proyecto.

El proyecto está contenido en un juego de planos que serán actualizados por UEF-BEX previo a la iniciación de los trabajos. La discriminación de planos se muestra en la Tabla 9. El convoy típico de diseño en la Figura 9.



Vista lateral de elemento retardador colocado en la isla Cuatro Bocas en 1991.

**Tabla 7. Cierre de brazos secundarios (Proyecto UEF-BEX - Situación Nov 1992)**

Cierre	Localización	Sitio	Observaciones
1 a 6	km 627 a 621	En isla Cuatro Bocas	Dar estabilidad a brazo Berlín y a brazo Principal
7 a 11	km 616 a 616	Agua arriba de la confluencia del río Sogamoso	Para taponamiento de rompederos indeseados
12 a 19	km 611 a 602	Entre río Sogamoso y Puerto Wilches	Para definir un solo canal
20 a 30	km 600 a 588	En Puerto Wilches	Agrupamiento islas centrales define dos brazos: Derecho y Cantagallo
31 a 36	km 587 a 583	Agua abajo de Puerto Wilches hasta San Pablo	Conforman un solo canal recostado a la margen derecha
37 a 44	km 579 a 573	Frente a Ciénaga Canaletal	Estabilización de brazo Canaletal
45 a 69	km 573 a 557	Entre Canaletal y difluencia de brazo El Hachón	Agrupación islas centrales define brazos Canaletal, Paturia y Chingalé
70 a 80	km 555 a 543	Entre brazo El Hachón y arriba de Sitio Nuevo	Integración islas con margen derecha estabiliza canal en la curva
81 a 84	km 540 a 538	Agua abajo de Sitio Nuevo	Cierre de canal izquierdo
85 a 89	km 537 a 535	Agua arriba de Vijagual	Agrupación islas en margen derecha, queda único canal izquierdo
90 a 95	km 534 a 530	Entre Vijagual y la isla Bolívar	Cierre canal izquierdo
96 a 98	km 526 a 523	En islas Las Margaritas y El Guayabo	Busca unir estas dos islas, definiendo los canales Garzal y El Guayabo
99 a 106	km 517 a 511	Agua abajo de Badillo	Definición de canal central, une isla a margen izquierda y derecha
107 a 112	km 506 a 502	En Carpintero Viejo	Unión de islas a las orillas, recostando el canal a la margen derecha
113 a 115	km 498 a 494	Agua arriba de Bodega Central	Canal se recuesta a margen derecha, debido a cierres margen contraria
116 a 119	km 489 a 487	Agua arriba de El Contento	Definición de dos brazos
120 a 122	km 461 a 456	Entre Gaviotas y Arriba de Caimital	Integra islas a las orillas
123 a 127	km 453 a 449	Junto a Isla Compae Chiquito	Conforman una sola isla recostando el canal a la margen derecha
128 a 132	km 443 a 441	Frente a Ciénaga Puerto Viejo	Conforman una isla central bordeada por dos canales
133 a 136	km 440 a 437	Arriba de la confluencia del brazo Morales	Estabilizan canal central

Tabla 9. Planos del proyecto de ingeniería

Planos	Contenido	Escala
1	Localización general Barranca- La Gloria	1: 200.000
2	Hidrología en la zona	Varias
3	Sitios de dragado	1: 100.000
4 a 15	Planta perfil por tramos del río	1: 20.000
16 a 25	Secciones transversales - Estado abril 1992	Varias
26	Detalle estructuras de retetardo para cierres	Varias
27 a 29	Demarcación del canal navegable	Varias
30 a 37	Batimetrías locales detalladas	1: 5.000
38 a 43	Canal del Dique - Pasacaballos y Calamar	Varias
44	Zonas de confinamiento - Diques en tierra y barreras en geotextil	Varias

Tabla 8. Resumen de cantidades de obra primer año del proyecto

Descripción	Unidad	Cantidad
Dragados	Metros cúbicos	3.600.000
Frentes de obra simultáneos dragados	Número	5
Adecuación de vertimientos	Número posible	5
Plazo de ejecución	Meses (verano)	4
Cierre de brazos	Número	136
Longitud de retardadores	Metros lineales	12,2
No. Elementos retardadores	Unidades	39
Bolsacretos de anclaje	Unidades	10,5
Cables de amarre	Metros lineales	100.000
Frentes de obra simultáneos cierres	Número	20
Plazo de ejecución	Meses	6

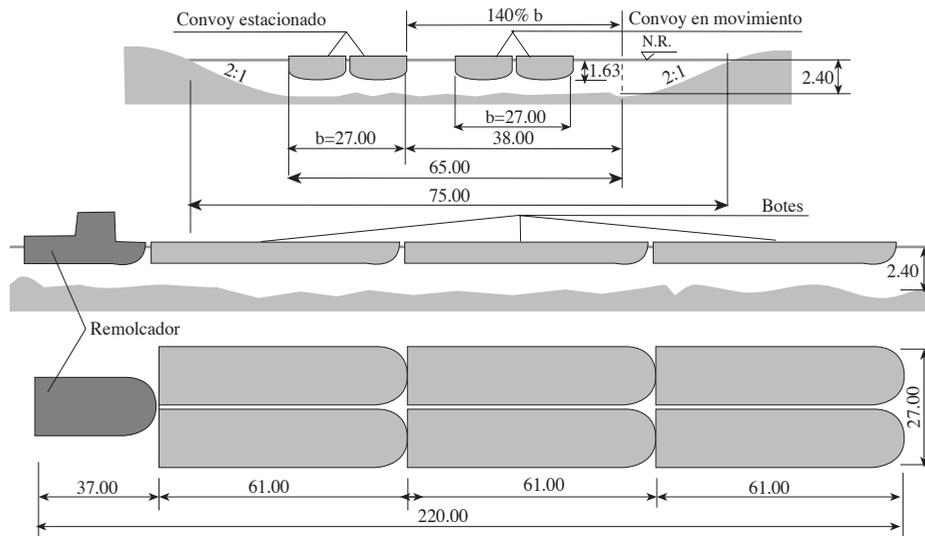


Figura 9. Convoy típico



Draga en operación cerca de Barrancabermeja

El estudio de impacto ambiental consiste básicamente en la confrontación de un estado actual del medio físico, biótico y antrópico en la zona de influencia del proyecto (oferta ambiental), con las afectaciones originadas por el proyecto (demanda ambiental), para determinar el grado de importancia de las interacciones resultantes (balance demanda vs. oferta) y definir las acciones necesarias para mitigar los efectos negativos y potenciar los positivos (plan de manejo). Para la determinación de la oferta ambiental se utilizó información de tres

tipos:

- **Documental.** Estudios, mapas, informes, estadísticas y otros documentos (publicados e inéditos) sobre diversos aspectos del río Magdalena y su entorno físico, biótico, cultural, legal e institucional, sobre el proyecto de rehabilitación de la navegabilidad y su contexto dentro de la estructura del transporte nacional y sobre las experiencias e implicaciones de esta clase de actividades en otras regiones y países. Los documentos

consultados se mencionan en la bibliografía con referencia completa; los de mención necesaria con autor y fecha dentro del texto del informe.

- **Reuniones de interacción institucional.** Reuniones de discusión y conceptualización de aspectos técnicos y ambientales del consorcio consultor, con funcionarios del MOPT (Unidad Ambiental, Dirección de Navegación y Puertos, Planeación, Crédito Externo), Unidad de Estudios Fluviales - Buque

**Tabla 10. Reuniones interdisciplinarias**

Fecha	Lugar y Organizaciones Participantes	Aspectos Tratados
18.01.93	<b>Bogotá.</b> UEF-BEX	Información preliminar sobre el proyecto
01.02.93	<b>Bogotá.</b> MOPT. UEF-BEX. FONADE	Terminos de referencia Inderena y Banco Mundial. Criterios basicos de las obras propuestas. Aspectos legales. Criterios para divulgación del proyecto
23.02.93	<b>Bogotá.</b> MOPT. UEF-BEX. FONADE. INDERENA	Alcance de los estudios. Proyecto definitivo de obras (planos de licitación)
01.03.93 02.03.93	<b>Barrancabermeja- Cartagena.</b> MOPT, UEF-BEX, FONADE, INDERENA	Visita a zona de proyecto
16.03.93	<b>Bogotá.</b> UVEF-BEX	Aspectos hidrológicos e hidráulicos del proyecto
24.03.93	<b>Bogotá.</b> MOP. UEF-BEX. FONADE. INDERENA	Alcance definitivo de los estudios. Proyecto de dragado.
29.03.93 31.03.93	<b>Barrancabermeja-La Gloria.</b> MOPT (Unidad Ambiental, Inspección Fluvial Barrancabermeja)	Inspeccion interventoria a zona de proyecto, tramo Barrancabermeja-La Gloria. Aspectos de transporte fluvial. Revisión comisiones de campo
02.04.93	<b>Bogotá.</b> MOPT	Presentación proyecto ante seminario MOPT de manejo ambiental
28.04.93 29.04.93	<b>Cartagena.</b> Banco Mundial, MOPT, INDERENA, FONADE.	viaje a la zona del proyecto. Discusión de requerimiento y guías ambientales del Banco Mundial y de Inderena
04.05.93	<b>Bogotá.</b> MOPT (Planeación)	Discusión sobre significación del proyecto en el Plan Maestro Nacional del Transporte
28.05.93	<b>Bogotá.</b> FONADE, MOPT, INDERENA, Corporación Río Magdalena, Fundación Alma, Findeter, Gobernación de Antioquia (Proyectos especiales), Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA)	Presentación general del proyecto de ingeniería, el estudio de impacto ambiental. Aportes y comentarios de las ONG'S y demás organizaciones
01.06.93 y 09.06.93	<b>Bogotá.</b> MOPT, Unidad Ambiental	Revisión estado de avance del estudio. Observaciones y sugerencias de interventoría. Criterios para presentación estudio en seminario de Cartagena ante Banco Mundial
13.06.93 a 18.06.93	<b>Cartagena.</b> Banco Mundial, MOPT (Dirección Navegación Puertos, Unidad Ambiental, Planeación, Crédito Externo, Secretaría Técnica), Universidad de Cartagena, Universidad Militar, INDERENA (Subgerencia Técnica y Regional Bolívar), CIOH, DIMAR, Planeación Nacional	Presentación general del proyecto, del estudio de impacto ambiental. Información del Banco Mundial sobre guías procedimientos, especificaciones, requisitos y presentación de informes sobre aspectos ambientales en los proyectos financiados por esa cantidad. Observaciones, sugerencias de INDERENA. Aportes, comentarios de los demás asistentes
26.08.93	<b>Barrancabermeja.</b> MOPT, Alcaldes, Jefes de Planeación, ONG's, Inderena, Ecopetrol, INPA y organizaciones de municipios cercanos a Barrancabermeja.	Presentación general del proyecto ante un auditorio de más de 100 personas. Aportes y comentarios de las entidades y organizaciones invitadas

Explorador, INDERENA, FONADE, Banco Mundial y algunas ONG's. La cronología, instituciones y aspectos tratados se resumen en la Tabla 10.

• *Información de campo.* Recolección y análisis de datos de campo para los aspectos físicos, bióticos y antrópicos. Los detalles metodológicos se presentan en la Tabla 2.

La metodología seguida para los pasos subsecuentes (demanda, balance y plan de manejo ambientales), se detalla en los capítulos correspondientes.

Tabla 11. Metodología de información de campo

Sistema	Componente	Obtención de información	Análisis de resultados
Abiótico	Suelo	<b>Erosión en orillas.</b> Levantamiento visual y fotográfico de orillas en estado activo de alteración. Localización en planos 1:20.000 <b>Caracterización de suelos.</b>	Comparación con estudios antecedentes (p.ej. CIAF 1983) y correlación con sitios de posible dragado. Elaboración de listado para uso en plan de manejo Se utilizó información secundaria. y comprobación de campo
	Agua	<b>Niveles Río Magdalena.</b> Lectura de miras HIMAT y MOPT instaladas en el tramo Barranca - La Gloria durante la campaña (Marzo - abril/93). <b>Dinámica fluvial.</b> Estructuras de cierre de brazos. Inspección a retardadores construídos por UEF-BEX en brazos secundarios sector La Rompida-Berlín. Toma de fotografías. Entrevista con vecinos a la obra. <b>Calidad de aguas y sedimentos.</b> Muestras refrigeradas/empacadas en sitios recomendados por UEF-BEX. Los datos de pH, OD, turbidez y temperatura se tomaron in situ con equipos de precisión adecuada y previamente calibrados. Se obtuvo información secundaria de reportes sobre presencia de tóxicos y otras sustancias.	Correlación de niveles con muestreos biológicos y físico-químicos. Cálculo de pendientes Revisión criterios técnicos/ambientales según problemas in-situ (colocación, anclaje, prefabricación, localización de retardadores...) Detección de proble-mas sociales asociados a tipo obra (vigilancia, pago jornales, expectativas...) Metales pesados en base húmeda por espectrofotometría a la llama; tipos de sólidos por evaporación, filtración y gravimetría; turbidez con equipo nefelo-métrico; coliformes por incubación y control en NMP; materia orgánica por combustión sobre base húmeda. Comparación cualitativa de sitios, confrontación con datos previos y normas (decretos 2105/83, 1594/84, OMS y CEG)
Biótico	Acuático	<b>Fitoplancton.</b> En ciénagas, sendas muestras por encima y por debajo de pro-fundidad Sechi con botella Alpha horizontal, preservación con solución Transeau. Reconocimiento, conteo e identificación con celda tipo Sedgewick-Rafter, microscopio binocular y claves de Bicudo y Bicudo (1970), Fernández (1982) y Parra (1989).	Se utilizó estadística descriptiva, promedios, varianzas y distribuciones de datos (dendrogramas).
		<b>Perifiton Litoral.</b> Muestras agregadas de área conocida en diferentes sustra-tos (rocas, maderas, vegetación litoral) preservación con solución Transeau	Se utilizaron metodologías estadísticas multivariadas, procesamiento de matrices de tipo cuantitativo
		<b>Bentos Litoral.</b> Núcleos de sedimento por medio de tubos corazonadores. Elutriación con tamíz (250 micras), preservación con formol- 4%. Deter-minación con estereoscopio binocular y claves de Roldán, 1988	Se utilizó estadística descriptiva, varianzas y promedios
		<b>Macrófitas Acuáticas.</b> Registro de especies presentes. Ejemplares desconocidos preservados en alcohol-70%. Determinación con ayuda de colección del Herbario Nacional Colombiano	Se utilizaron metodologías estadísticas cualitativas. Clasificación biotipológica, matrices de presencia - ausencia y análisis de componentes principales.
		<b>Invertebrados Asociados a Macrófitas.</b> Colección con jamas (500 $\mu$ m). Preservación en alcohol-70%. Determinación con claves de Pennak, 1978; Roldan, 1988; Leech y Sanderson, 1988.	Se empleó la estadística multivariada, procesamiento de matrices de tipo cuantitativo.
		<b>Peces.</b> Pesca con atarraya/redes, registros de pesca local y centros de acopio. Conteo, medición y peso de ejemplares capturados; especies desconocidas preservadas en formol-10%. Identificación según: Eigenmann, 1924; Miles, 1974; Granados, 1975; Géry, 1977; Valderrama et al., 1983; Arboleda et al., 1984; Fischer y Hureau, 1988; Anzola y Contreras, 1989; INPA-194, s.f.	Contrastación de la información primaria con los reportes de literatura existentes de la zona.
	Terrestre	<b>Vertebrados Superiores.</b> Observaciones sobre presencia de reptiles, aves, mamíferos en río y otros hábitats. Complementación con información testimo-nial. Información secundaria de especies sensibles o en peligro de extinción. <b>Vegetación.</b> Fotointerpretación de tipos de vegetación. Transectos y perfiles descriptivos. Colección representativa preservada con alcohol-70 %; determinación con ayuda de colección del Herbario Nacional Colombiano	Contrastación de la información primaria con los reportes de literatura existentes de la zona. Se utilizó un análisis cualitativo . Determinación fisonómico-estructural.
Antrópico	Social, económico y cultural	<b>Entrevistas con:</b> • autoridades locales (alcaldes, inspectores de policía, concejales) • con individuos de la comunidad: maestros, campesinos, pescadores, comerciantes; • con los líderes comunitarios: juntas de acción comunal, comité de pescadores, comité de desempleados.	Confrontación de información obtenida con literatura existente sobre el tema y obtención de resultados específicos.

## aspectos legales e institucionales

En Colombia, la legislación vigente sobre el manejo de los recursos y del medio ambiente se distribuye en leyes, decretos y resoluciones de distinta procedencia y diversos grados de modernidad. De igual manera, el manejo y control de estos asuntos está repartido y yuxtapuesto entre diversas instituciones.

La Constitución Política de 1991, al consagrar principios y derechos fundamentales sobre la protección de los recursos naturales y los ecosistemas y sobre el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano, sentó las bases para un proceso de renovación en el tratamiento jurídico e institucional del tema. Respetando la vigencia de los principios fundamentales, se ha iniciado una redistribución de funciones entre las diversas instituciones involucradas.

Por lo anterior, es posible que en el momento de iniciar las obras de dragados y cierre de brazos en el río, las entidades encargadas de la supervisión de los aspectos ambientales sean otras diferentes a las actuales, o que sus

funciones hayan sido reformadas. Por ejemplo, en el momento de redactar este informe (julio de 1993), cursa en el Congreso de la República el proyecto de ley que creará el Ministerio del Ambiente, con lo cual seguramente se modificarán las funciones y atribuciones del actual Inderena. Así mismo, el Congreso trabaja en la reglamentación y organización de la Corporación del Río Magdalena, creada por la Constitución de 1991 para encargarse del manejo específico del río. El Ministerio de Obras Públicas y Transporte se encuentra a su vez en estado de reorganización y se ignora la suerte que finalmente correrá la Dirección de Navegación y Puertos, como dependencia encargada del manejo del río como vía de transporte.

De todas maneras, hay aspectos jurídicos pertinentes al proyecto que no cambiarán en el futuro cercano. Por ejemplo, seguirá vigente la legislación en materia de bienes, que determina que pertenecen al Estado (en forma inalienable e imprescriptible) las islas formadas en lagos y ríos

cuya capacidad de navegabilidad es apta para embarcaciones mayores de 50 toneladas, el álveo o cauce natural de las corrientes, el lecho de los depósitos naturales de agua, las playas marítimas, fluviales y lacustres, así como una faja de 30 metros de ancho en las riberas paralelas a la línea del cauce permanente.

Con estas aclaraciones, en la Tabla 12. se presenta la normatividad general y específica vigente sobre el tema, de interés para el proyecto de rehabilitación de la navegación en el río Magdalena.

Tabla 12. Aspectos jurídicos e institucionales

	Temática	Legislación
Constitucional	Principios de protección al medio ambiente	Constitución 1991
	El saneamiento ambiental como servicio público	§ 49
	Derecho a un ambiente sano	§ 79
	Planificación de recursos naturales a cargo del Estado	§ 80
	Protección del espacio público a cargo del Estado	§ 82
	Garantía a la propiedad privada	§ 58
Bienes	Ríos y aguas que corren por cauces naturales son bienes de la Unión	§ 677 Código Civil
	Aumento de ribera de río, y formación de islas por <i>aluvión</i>	§ 719, 726 CC
	Modo de adquirir propiedad llamado <i>accesión</i> , requisitos	§ 713, 720 CC
	Bienes que integran la Hacienda Nacional	Código Fiscal.
	Islas de ríos navegables por buques de más de 50 Tm son baldíos	§ 44 y 45 CF
	Trámite para recuperar dominio de tierras ocupadas indebidamente	§ 3 y ss D.1265/1977
	Competencia del Incora para trámite de recuperación de tierras	L. 136/61, L. 30/88
Ambiental	Intervención de Procuraduría Agraria en recuperación de tierras	§ 13 L. 135/1961
	Franja de terreno que debe permanecer intacta en predio riberano	§ 83 D 2811/74
	Facultad para expedir Código de Recursos Naturales Renovables	L. 23/1973
	Creación del Inderena como máxima autoridad ambiental del país	D 2460/1968
	Código de Recursos Naturales Renovables, Principios Generales	D.2811/1974,CRNR
	El ambiente se constituye en patrimonio común	§ 1 CRNR
	Derecho a gozar de un medio ambiente sano	§ 7 CRNR
	Código Sanitario, para el desarrollo del ambiente sano	L. 9 de 1979
	Obliga a Mineducación promover educación sobre medio ambiente	D.1337/1978
	Creo la comisión conjunta para asuntos ambientales	D.1415/1978
Tutela	Normas sobre explotación y exploración de petróleo y gas	D.1895/1973
	Desarrollo del Decreto 1895/73	Código de Petróleos
	Código de Minas derogó L. 1 de 1984	Código de Minas
	Cláusula ecológica en contratos de exploración/explotación de RN	D.2782/89
Navegación fluvial	Acción de tutela	§ 86 Constitución/91
	Derechos que protege la acción de tutela; Derechos Fundamentales	§ 11-41 Const/91
	Ampliación del campo de acción de tutela	D.2591/91
	Regulación General	Código de Comercio
	Regulación Especial	D.2689/1988
	Obligaciones del Capitán de la Embarcación	§ 258 D.2689/1988
Recurso agua	Especificaciones y adaptaciones técnicas de embarcaciones	§ 273 D.2689/1988
	Marcaje de mercancías: peligro, aislamiento, fragilidad, etc.	§ 275 D.2689/1988
	Presupuesto para cubrir factores ambientales en toda obra pública	§ 26 CRNR
	Protección a los recursos hidrobiológicos	L. 13 de 1990
	Permiso para adelantar Obra Pública	§ 99 CRNR
Recurso agua	Clases de aguas que regula el CRNR	§ 77 a 99
	Dominio de aguas y cauces	§ 80 a 85
	Adquisición del derecho al uso de aguas. Concesiones	§ 86 a 97
	Otros modos de adquirir derechos al uso de aguas	§ 98
	Explotación/ocupación de cauces	§ 99 a 105
	Obras Hidráulicas	§ 119 -131
	Uso/Conservación/Preservación aguas. Ccontrol contaminación	§ 132 -145
	Administración de aguas y cauces	§ 155 -157
	Sanciones por el mal uso de las aguas	§ 163

Tabla 12. Aspectos jurídicos e institucionales (continuación)

	Temática	Legislación
Recurso Agua	Residuos líquidos y potabilización del agua	§ 2,31,36-78 CSN
	Normas relacionadas con el recurso agua	D. 1541/1978
	Suministro de agua	D. 2105/1983
Flora y Fauna	Reglamento para usos del agua y residuos líquidos	D. 1594/1984
	Reglamenta concesión de aguas	D. 2314/1986
	Tratamiento químico de aguas de consumo humano	D. 2314/86
	Manejo de aguas según técnicas ecológicas, económicas y sociales	D. 1681/1978
	Funciones de INDERENA en flora y fauna	§ 247 D.1608/1978
	Flora terrestre, conservación y defensa	§ 194 a 198 CRNR
	Administración y manejo de flora silvestre	§ 201 CRNR
	Bosques	§ 202 a 205 CRNR
	Area de reserva forestal	§ 206 a 210 CRNR
	Aprovechamientos forestales	§ 211 a 224 CRNR
Uso del suelo	Reforestación	§ 229 a 235 CRNR
	Fauna silvestre terrestre. Definiciones	§ 247 y 257 CRNR
	Facultades administrativas sobre caza y fauna. Prohibiciones	§ 258 a 265 CRNR
	Fauna y flora acuáticas y pesca. Definición y clasificaciones	§ 266 a 273 CRNR
	Facultades administrativas sobre recursos hidrobiológicos	§ 274 CRNR
	Protección sanitaria de flora y fauna	§ 289 a 301 CRNR
	Clasificación de bosques, zonas forestales protectoras	D. 2278/1953
	Economía forestal y conservación de recursos naturales renovables	L. 2ª/1959
	INDERENA, Estatuto Forestal	Acuerdo 29/1975
	Area de reserva forestal protectora	D. 877/1976
Aire	Sistemas de parques nacionales	D. 622/1977
	Funciones comité nacional de pesca	D. 2647/1980
	Concesiones y permisos del recurso forestal	D. 1014/1981
	Protección de los animales	L. 84/1989
Paisaje	Plan nacional de desarrollo forestal, bases	L. 37/1989
	Tierra y suelos. Facultades administrativas	§ 178 a 181 CRNR
	Uso y conservación de suelos	§ 182 a 186 CRNR
Ruido	Areas de manejo especial	D. 1741/1978
	Vegetación protectora	D. 1449/1977
Ruido	Cuencas hidrográficas	D. 2857/1981
	Zonas de reserva agrícola, protección del paisaje	L. 12 de 1982
	Prohibición disponer sin autorización desechos que afecten los suelos	§ 34 a 38 de CRNR
	Estado debe garantizar calidad del aire	§ 73 a 76 CRNR
	Emisiones atmosféricas	§ 41 a 49 CSN
	Análisis calidad del aire: S02	D. 2206/83 1962/85
	Análisis calidad del aire: Partículas totales en suspensión	D. 02308/1986
	Derecho de la comunidad a disfrutar de paisajes urbanos y rurales	§ 302 a 304 CRNR
	Conservación del paisaje	L. 154/1976
	Protección del paisaje	D. 1715/1978
Ruido	Normas sobre ruido en planeamiento de desarrollo urbano.	§ 192 CRNR
	Protección contra emisión de ruidos	§ 202 CSN,
	Normas adicionales	Res.321/83 MinSalud

El concepto de oferta ambiental hace referencia al conjunto de características estructurales y funcionales de los componentes del medio natural - cultural que determinan la susceptibilidad particular de un área a los cambios inducidos ya sean originados por procesos naturales o antrópicos.

Para el proyecto de rehabilitación de la navegabilidad del río los elementos ambientales considerados fueron los siguientes:

#### **Elementos abióticos**

Clima, hidrología y calidad del agua, sedimentos, dinámica fluvial y suelos.

#### **Elementos bióticos**

Status de hábitats y diversidad de organismos del río y sus ecosistemas asociados y relaciones funcionales con la dinámica física y antrópica.

#### **Elementos antrópicos**

Población asentada en las orillas e islas del río, recursos naturales utilizados, condiciones sociales, económicas y culturales y procesos determinantes de éstas.

Estos diferentes elementos muestran heterogeneidad espacial (a lo largo del valle) y temporal (inter e intra anual), que si bien son tipificables como se verá más adelante en este capítulo, están sujetas a un alto grado de incertidumbre, en parte

como consecuencia de la magnitud de las interacciones entre las dinámicas natural y cultural, en parte por la diferencia en la cantidad y calidad de la información documental previa disponible.

Lo anterior sumado a las características espaciales y temporales propias del proyecto (confinado a las márgenes del río y a las épocas de estiaje), determinan Zonas de Influencia (ZI) diferenciales según el tipo de interacciones ambiente - proyecto (Tabla 13.).

Como se explicará más adelante el status actual de los elementos ambientales y el previsible hacia el futuro (sin proyecto) se sintetizan en una oferta ambiental baja y en franco proceso de deterioro.

En el tramo Barranca - La Gloria los procesos dominantes de colonización de islas y orillares, talas de bosques, cacería y pesquerías de subsistencia con técnicas depredadoras, ganadería

extensiva, desecación de ciénagas y pantanos, contaminación con desechos domésticos e industriales, etc., ocurren dentro de un marco nacional de desprecio por el río, sus recursos y sus probabilidades. Es interesante sugerir que en cierto sentido el proyecto de rehabilitación de la navegación puede generar la consecuencia favorable determinante de hacer volver los ojos del país sobre su más importante recurso natural y cultural.

**Tabla 13. Zonas de influencia del proyecto**

<b>Efectos</b>	<b>Zonas de influencia</b>
<i>Negativos de las obras</i>	
• Sistemas abiótico y biótico	Local: cauce del río, islas y orillas Regional: poblaciones y asentamientos ribereños y en islas
• Sistema antrópico	
<i>Beneficios socioeconómicos del proyecto</i>	Local y regional (sin cuantificar), nacional (ver capítulo contexto)

## climatología

### Registros históricos disponibles

Los datos meteorológicos fueron suministrados por HIMAT, para las siguientes estaciones (Tabla 14.):

- Yarigués, en el aeropuerto de Barrancabermeja, Santander;
- San Pablo, Bolívar;
- Las Brisas (sobre el ponteadero del ferrocarril en el río Sogamoso, municipio de Puerto Wilches, Santander);
- Aguas Claras, en el municipio de Aguachica, Cesar.
- La Gloria, Cesar.

Se estudiaron: número de días con lluvia, totales mensuales de precipitación, máximos mensuales de precipitación en 24 horas, temperatura media mensual, máximos y mínimos mensuales de temperatura y evaporación en tanque estándar.

### Régimen de Lluvias

El régimen pluvial se caracterizó mediante gráficas para cada una de

Tabla 14. Registros meteorológicos

Estación	Años registrados	Total años
Yarigués	1970-1992	23
San Pablo	1974-1988	15
Las Brisas	1973-1988	13
Aguas Claras	1973-1988	16
La Gloria	1983-1988	5

las estaciones. La distribución espacial de las lluvias se presenta en las figuras 10. y 11.

Las figuras 12. y 13. muestran el comportamiento mensual para Yarigués y La Gloria, sitios extremos del proyecto. Se observa la tendencia bimodal típica de la región andina colombiana, originada por el doble paso de la Zona de

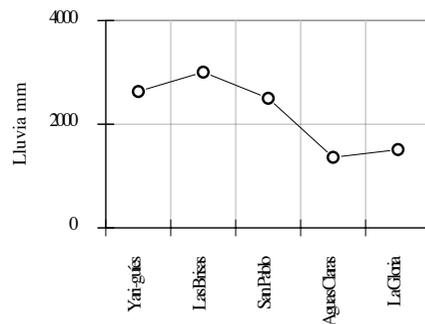
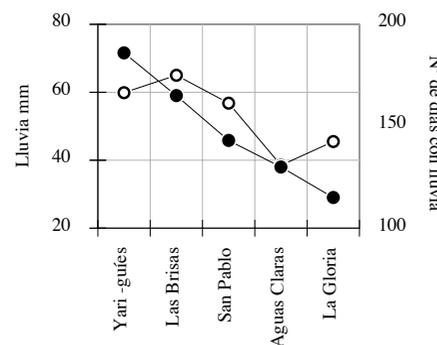


Figura 10. Lluvia media anual



○ Lluvia en 24 horas ● Días lluviosos/año

Figura 11. Variación espacial de las lluvias

Confluencia Intertropical por el territorio del país. Se presentan dos períodos de lluvias fuertes: de abril a junio y de septiembre a noviembre, y dos períodos de menor intensidad de lluvias: de diciembre a marzo y de julio a agosto.

Además, la comparación de este parámetro en las diversas estaciones permite distinguir dos zonas de pluviosidad:

- El sector sur, entre Barrancabermeja y Bocas del Rosario, con altas precipitaciones medias anuales (más de 2.500 mm), considerable número de días con lluvia (más de 160 al año) y régimen bimodal

atenuado en el período seco de mitad del año.

- El sector norte, entre Bocas del Rosario y La Gloria, con un régimen más seco (lluvias menores de 1.500 mm al año), menor número de días con lluvia (menos de 140 días en el año) y verano de junio-julio más marcado, pero notoriamente más lluvioso y más corto que el período de verano diciembre-marzo.

La lluvia máxima en 24 horas presenta un decrecimiento uniforme

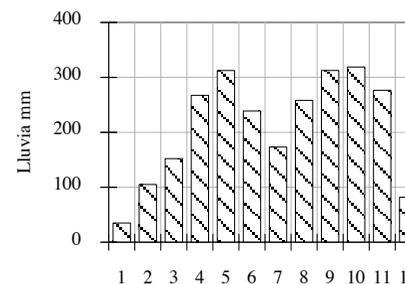


Figura 12. Lluvia media mensual en Yarigués

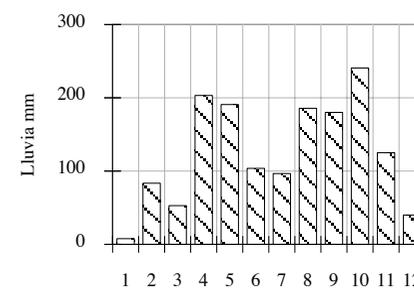


Figura 13. Lluvia media mensual en La Gloria

a medida que la estación se localiza más al norte, siguiendo la tendencia de disminución de la pluviosidad.

### Temperatura

La temperatura es uniforme en toda la zona, con un promedio de 28°C y prácticamente constante a lo largo

del año. Aumenta en la época seca y decrece ligeramente en la época de lluvias. El contraste día-noche es más notorio que el estacional. El rango entre mínimas y máximas (20 a 35°C), también es uniforme en toda la zona, con la excepción de la estación Las Brisas, donde la diferencia es ligeramente mayor que en las otras estaciones, posiblemente por estar situada más cerca al pie de monte de la cordillera Oriental. (Figura 14)

### Evaporación

El comportamiento de este fenómeno sigue la tendencia de la variación de las temperaturas, pero con diferencias un poco más marcadas entre máximos y mínimos.

En Yarigués y Aguas Claras, la evaporación calculada resulta consistentemente menor que la observada. Ello parece estar de acuerdo con el hecho real de que la evaporación en superficie libre es mayor que la evapotranspiración en terreno firme. Por este motivo, para efectos del cálculo del balance hídrico, se usó la evapotranspiración

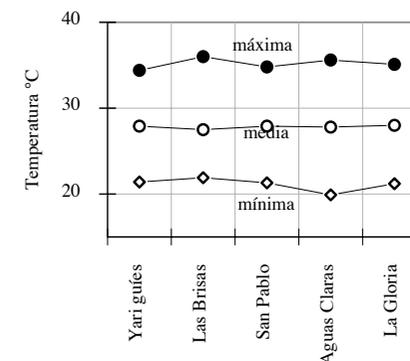


Figura 14. Variación espacial de la temperatura

calculada por la fórmula de Turc.

### Balance hídrico

Se calculó el balance hídrico anual para cada una de las estaciones, mediante la fórmula de Thornthwaite, que establece que la cantidad de lluvia más la cantidad de agua que llega por infiltración es igual a la cantidad que se pierde por evapotranspiración, más la que sale por infiltración, más la que sale por escorrentía, más o menos el cambio en el almacenamiento. El análisis de estos componentes permite las siguientes conclusiones:

**Infiltración:** Dadas las características de permeabilidad media a alta del terreno superficial en el valle medio del río Magdalena, hay una constante interacción de las aguas del nivel freático, que llegan a la superficie del terreno en épocas de saturación por inundaciones, y se deprimen hasta el nivel de aguas bajas del río en los estiajes, pero siempre dentro del rango de niveles extremos y sin llegar a secarse totalmente. De otra parte, los estratos que contienen agua subterránea a nivel profundo se encuentran separados de los estratos aluviales de superficie, sin que existan conexiones entre dichos estratos, al menos en la zona en estudio.

Por tanto puede suponerse, en razón de los grandes volúmenes involucrados, que el nivel infiltrado en el ciclo hidrológico resulta de orden similar al exfiltrado, por lo cual tiende a compensar sus valores negativo y positivo dentro de la ecuación hídrica.

La evaporación ocurre a expensas de la precipitación y el almacenamiento, hasta copar el

límite de la evapotranspiración potencial. El exceso de lluvia sobre este límite, constituye el superávit y se considera que este exceso fluye la mitad en el mes considerado y el resto en el mes siguiente.

El superávit del balance hídrico estará representado en dos parámetros: las aguas que acrecentarán los caudales de las corrientes de la zona (escorrentía superficial) y las aguas que entrarán a formar parte de las ciénagas o lagunas.

Los resultados finales se ilustran en las figuras 15. y 16.

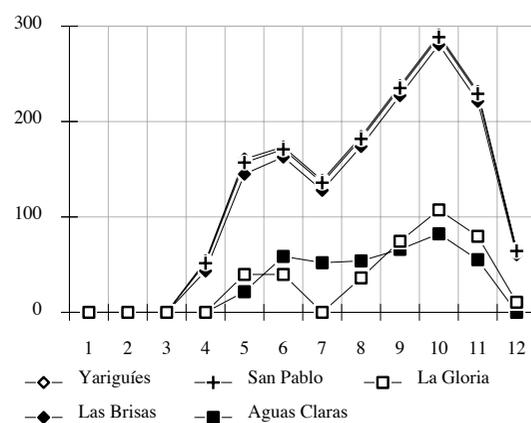


Figura 15. Balance hídrico mensual

Con estos análisis se corrobora la existencia de dos zonas climáticas en la zona de estudio, así:

- La zona sur (estaciones de Yariguíes, San Pablo y Las Brisas), en la cual hay déficit de escorrentía de enero a marzo y excesos crecientes en los restantes meses, hasta el máximo en octubre, con valor cercano a los 300 mm.
- La zona norte (estaciones de Aguas Claras y La Gloria), mucho más seca,

presenta escorrentía solamente durante 7 meses del año, con máximo también en octubre pero con valores cercanos a 100 mm solamente. Entre estas dos estaciones se presenta, además, una disfunción en los meses de julio y diciembre, que resultan secos, el primero en La Gloria, separando el régimen de escorrentía en dos bloques, y el segundo en Aguas Claras, alargando el período seco a cinco meses consecutivos.

El balance hídrico muestra también que en la región estudiada hay un superávit de aguas en el ciclo climatológico anual, generando caudales de escorrentía o almacenamiento propios de la cuenca. Esto

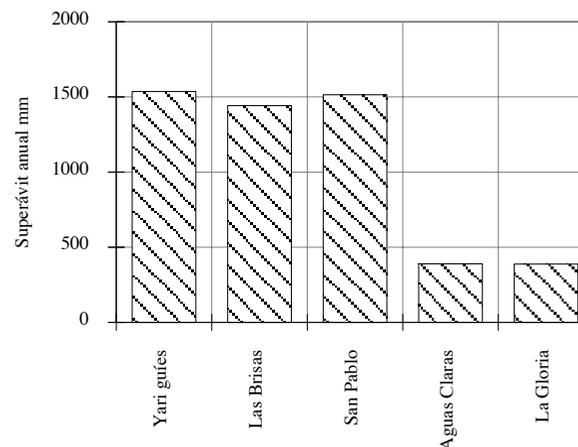


Figura 16. Superávit hídrico total por estación

significa que independientemente de las aguas provenientes del sector del Alto Magdalena y de los ríos afluentes en el sector Barrancabermeja - La Gloria (ríos Sogamoso, Lebrija, Cimitarra), hay excesos que se convierten en escorrentía y aportes a las ciénagas durante los períodos de invierno que se conjugan e incorporan al fenómeno de inundaciones.

## geología y geomorfología

### Generalidades

Desde el punto de vista tectónico global la zona corresponde a una fosa tectónica de tipo zeugogeosinclinal, o sea una cubeta dentro de un orógeno ortotectónico limitado por fallas regionales, en la cual la desintegración de los escarpes ha generado una gigantesca acumulación de tipo molásico (continental consolidado) que van desde el fin del Terciario hasta el Holoceno (Dewey y Bird, 1970).

La zona está limitada entre la serranía de San Lucas por el flanco occidental y un gran glasis de acumulación y sedimentos plegados del Terciario hacia el oriente, que presenta un estrechamiento a la altura de la localidad de San Pablo.

A partir de Barrancabermeja el río toma un rumbo S-N controlado posiblemente por reactivación tectónica del lineamiento que controla regionalmente el tramo entre Puerto Berrío y Barrancabermeja. Este alineamiento cruza el río por Galán y parece ser el responsable

del meandro más conspicuo del río Sogamoso antes de su desembocadura en el Magdalena.

Agua abajo de Galán el río muestra un patrón de tramos trenzados con algunos controles que se alinean con fallas paralelas al rumbo de la falla de Cimitarra cartografiada por Irving (1971) y deja un patrón paralelo en el borde oriental de la cordillera de San Lucas a manera de

Tabla 15. Sectorización geomorfológica por tramos

Tramo	Localización	Características
1	Galán - Las Peñas (K 628-K 607)	Entre dos estrechos, el río pierde pendiente y se forman varias islas. La difluencia La Rompida sale del ramal izquierdo y va hasta el río Cimitarra. Entrada del río Sogamoso con aporte de gran volumen de sedimentos.
2	Las Peñas - San Pablo (K 607-K 582)	Patrón semejante al anterior, con formación de islas. Entre Puerto Wilches y San Pablo, el lineamiento de falla controla al río Cimitarra y su patrón de cubetas de inundación en la margen izquierda del Magdalena.
3	San Pablo - Vijagual (K582 -K 534)	Fallas en los dos extremos. Patrón trenzado muy acentuado. Canal navegable muy divagante. Baja pendiente acentuada por neotectonismo
4	Vijagual - Difluencia Brazo Morales (K 534 -K512)	Subsistencia del bloque general, indicada por presencia de ciénaga Simití, desembocadura río Lebrija y difluencia del brazo Simití. Islas de formación reciente en la parte baja del sector.
5	Difluencia - Brazo Morales - La Gloria (K 512-K 435)	Influencia tectónica de un gran bloque con pequeños escalonamientos que salen de la serranía de San Lucas. Drenaje mal integrado. Falla N-S con desplazamientos E-W favorece la formación de cubetas. En la margen derecha aparecen depósitos distales de sistemas de abanicos de la cordillera oriental, con sedimentos aluviales de gravas y arenas, con alta permeabilidad forman acuíferos libres con nivel freático alto.

bloques que se reflejan en el valle actual.

En la Tabla 15. se hace una descripción de cada uno de los bloques o zonas que se han logrado separar mediante la interpretación de imágenes SLAR (figura 17., p. 29).

### Orillas.

Las características de las orillas en el tramo mencionado y el comportamiento general frente a los procesos erosivos fueron detalladamente descritos por Robertson et al. para el CIAF en 1983. Durante la campaña de mediciones realizada en abril de 1993 para el presente estudio, se realizó un levantamiento de todas

las orillas que se encontraban en proceso erosivo y se verificó que las tendencias indicadas en dicho estudio continúan siendo válidas.

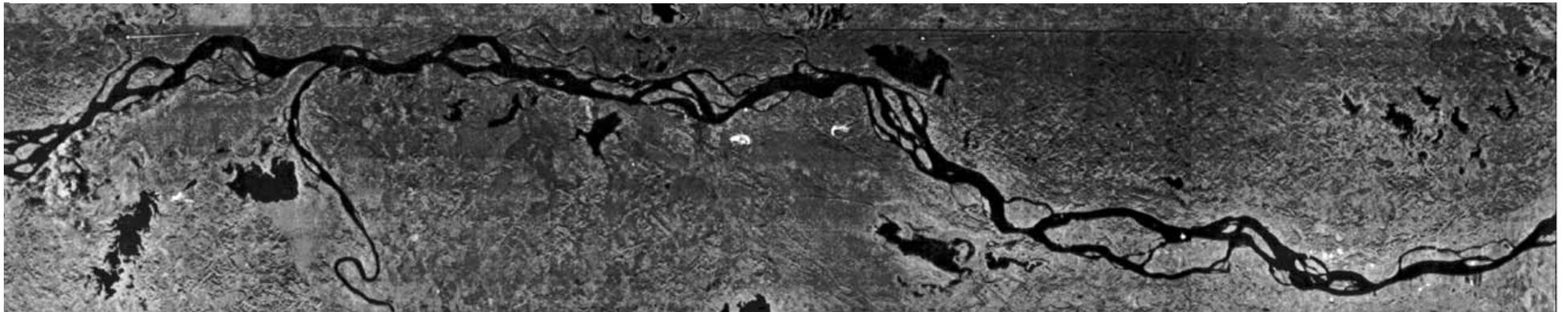
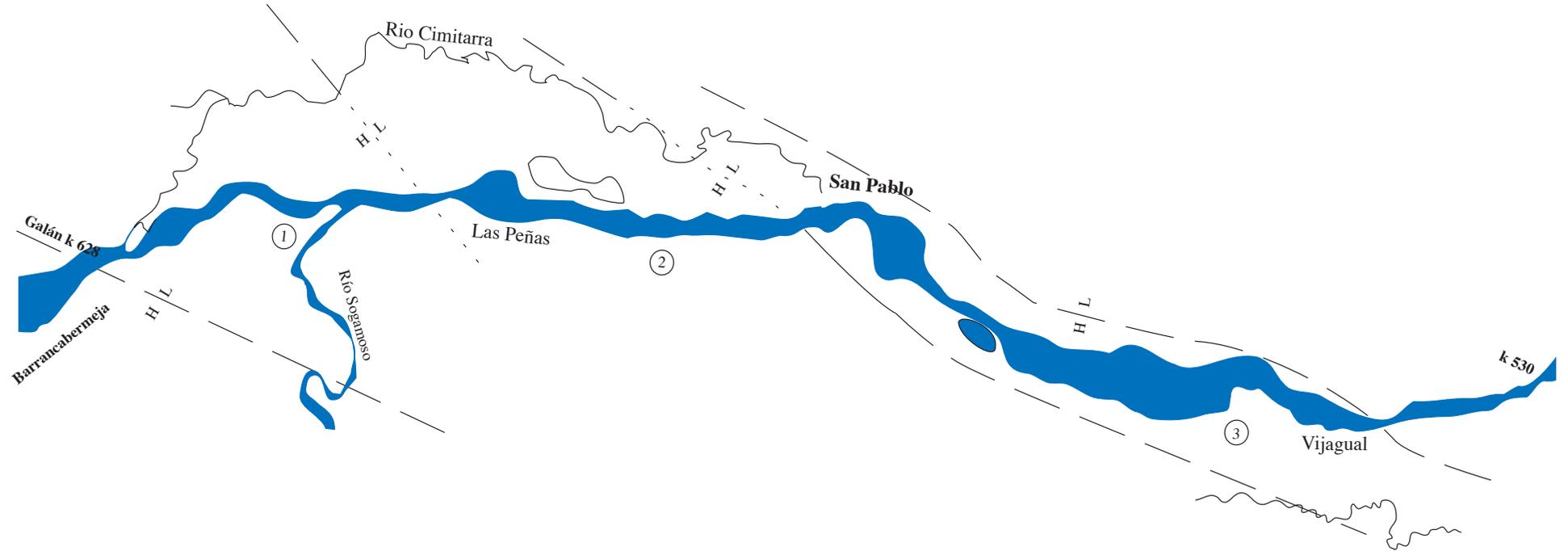
Según Robertson et al. (CIAF 1983), se observan cuatro categorías distintas de sedimentos en el tramo, según su origen genético. Cada una de estas categorías supone una composición litológica diferente, con la consiguiente variación en el grado de resistencia a la erosión, la morfología de los taludes y la estabilidad de las orillas. Según estos criterios, el CIAF (1983) clasificó cuatro grados de resistencia, tal como se observa en la Tabla 16.

La mayor longitud dentro del tramo considerado corresponde a orillas de formación aluvial o aluvio-lacustre, con resistencia baja a media.

Como existe la posibilidad de realizar trabajos en zonas donde se presentan orillares de resistencia baja a la erosión, en los planos preparados por UEF-BEX para la licitación (1993) están dibujadas las características de resistencia de las márgenes del río, con base en el informe CIAF (1983).

Tabla 16. Tipos de orillares

Categorías	Descripción	Grado de resistencia	Localización principal
1	Sedimentos aluviales recientes del río Magdalena.	Baja	Margen izquierda del río
2	Sedimentos aluvio-lacustres de la zona de desbordamiento periódico.	Media	Margen derecha de Galán a río Sogamoso; río Lebrija-Gamarra.
3	Sedimentos conglomeráticos y arcillas antiguas.	Media-alta	La Coquera-Puerto Wilches; Vijagual
4	Materiales rocosos fuerte a moderadamente consolidados.	Alta	Afluencia río Cimitarra



**Convenciones**

f Falla regional

--- Lineamientos de posibles fallas

--- Lineamiento de falla sepultado

H / L H= Bloque hundido L= Bloque levantado

④ Bloques controlados por tectónica

Figura 17. Interpretación de imágenes SLAR, sector sur

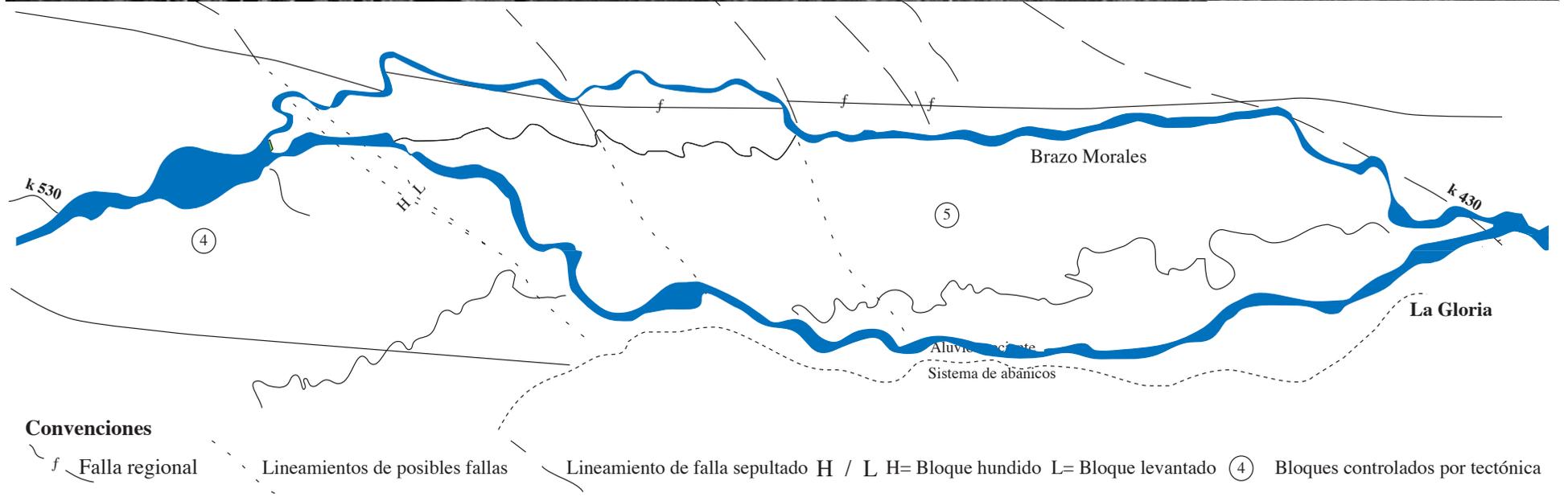
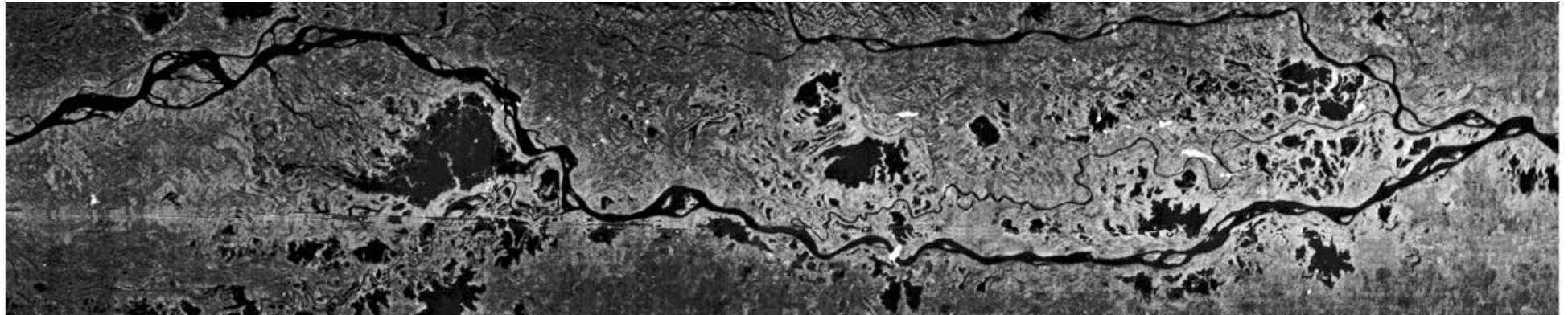


Figura 17. Interpretación de imágenes SLAR, sector norte

En la Tabla 17. se da un listado de las orillas que presentan erosión activa actual, según se encontraron en la campaña de marzo de 1993 para el presente estudio.

#### Conclusiones

- El río está desarrollado en una cubeta de tipo zeugoesinclinal.
- Los sedimentos de las orillas son principalmente gravas y arenas del Holoceno, que han sufrido basculamientos.
- El tramo Barrancabermeja - La Gloria consta de 5 bloques basculados que cortan diagonalmente el río a causa de la reactivación de las fallas que afectan la Serranía de San Lucas.
- El bloque más conspicuo es el correspondiente al tramo entre Badillo y La Gloria donde se presenta una diversificación del cauce y un drenaje mal integrado.

**Tabla 17. Orillas en proceso de erosión (Marzo de 1993)**

Orilla izquierda km a km	Longitud (km)	Orilla derecha km a km	Longitud (km)	Islas km a km	Longitud (km)
626,0 a 625,0	1	627,2 a 624,5	2,7	627,0 a 625,5	1,5
624,0 a 623,5	0,5	623,5 a 622,5	1	622,2 a 621,5	0,7
621,7 a 619,5	2,2	613,0 a 611,0	2	540,0 a 538,0	2
618,7 a 617,7	1	606,5 a 605,3	1,2	527,7 a 526,0	1,7
617,2 a 617,0	0,2	602,8 a 602,2	0,6	525,7 a 524,0	1,7
616,5 a 614,5	2	601,8 a 600,5	1,3	523,5 a 522,5	1
612,3 a 612,0	0,3	596,0 a 595,7	0,3	522,0 a 521,0	1
611,0 a 610,7	0,3	593,0 a 592,2	0,8	516,7 a 515,8	0,9
600,0 a 599,5	0,5	587,8 a 586,5	1,3	515,8 a 513,7	2,1
597,0 a 595,5	1,5	584,6 a 584,2	0,4	516,0 a 515,0	1
592,8 a 590,2	2,6	583,2 a 580,0	3,2	511,0 a 510,0	1
589,2 a 587,8	1,4	534,0 a 533,0	1	509,8 a 507,5	2,3
581,0 a 579,0	2	531,2 a 530,2	1	504,7 a 503,7	1
574,0 a 573,0	1	528,5 a 527,5	1	488,7 a 487,5	1,2
569,0 a 567,0	2	522,0 a 521,5	0,5	480,0 a 479,7	0,3
563,5 a 562,7	0,8	521,2 a 520,0	1,2	453,0 a 452,5	0,5
561,5 a 561,0	0,5	520,0 a 518,5	1,5	452,2 a 451,8	0,4
560,6 a 560,2	0,4	513,0 a 511,0	2	450,5 a 450,0	0,5
557,5 a 555,0	2,5	506,2 a 503,5	2,7	442,5 a 441,2	1,3
539,0 a 538,3	0,7	458,5 a 457,0	1,5	437,2 a 436,2	1
533,7 a 530,8	2,9	454,0 a 453,5	0,5		
519,0 a 517,5	1,5	446,0 a 445,2	0,8		
515,4 a 509,5	5,9	444,7 a 444,2	0,5		
502,2 a 501,3	0,9	439,7 a 439,0	0,7		
500,0 a 498,0	2	438,7 a 438,3	0,4		
497,5 a 496,7	0,8				
490,6 a 489,7	0,9				
469,0 a 467,0	2				
462,5 a 461,5	1				
451,2 a 450,7	0,5				
448,6 a 447,0	1,6				
445,3 a 444,5	0,8				
443,6 a 440,5	3,1				
438,4 a 437,0	1,4				

- En la margen derecha del valle existe una unidad de abanicos aluviales coalescentes con buenas posibilidades de albergar aguas subterráneas.
- En general las orillas presentan cuatro grados de resistencia a la erosión, variando de baja hasta alta, dependiendo de la conformación y el origen genético del talud. Para los proyectos de ingeniería es necesario tener en cuenta la posibilidad de acelerar antrópicamente los procesos erosivos naturales en orillas de resistencia baja a media.

## hidrología

### Registros históricos disponibles.

El río Magdalena en el sector Barrancabermeja - La Gloria, ha sido ampliamente estudiada por HIMAT y por la Unidad de Estudios Fluviales - Buque Explorador (UEF - BEX) del MOPT. Los registros hidrométricos de dichas entidades usados en este estudio, consisten en niveles del río, aforos líquidos y registros de transportes sólidos en las estaciones de registro localizadas en el sector. (Tabla 18.).

### Hoya Hidrográfica

Desde su nacimiento en el Macizo

**Tabla 18. Registros hidrológicos**

Niveles en el río Magdalena		
Estación	Período	Total
Barancabermeja	1922-1992	65
Maldonado	1979-1990	12
PuertoWilches	1934-1992	59
San Pablo	1977-1990	14
Sitio Nuevo	978-1992	15
El Contento	1975-1990	16
Gamarra	1934-1992	25
Regidor	1973-1992	20
El Banco	1922-1992	44

**Aforos líquidos en el río Magdalena**

Estación	Períodos aforos	aforos
Maldonado	76.01.16 A 92.08.18	73
San Pablo	77.07.08 A 92.08.10	80
Sitio Nuevo	78.11.18 A 92.08.11	73
El Contento	75.01.29 A 92.08.12	104

Colombiano hasta su paso por Barrancabermeja, el río Magdalena recoge una hoya hidrográfica de 89.640 km<sup>2</sup>, comprendida entre las cuchillas de las cordilleras Central y

Occidental, departamentos de Huila, Tolima, Caldas, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia y Santander. En La Gloria (Cesar) el área se incrementa a casi 135.000 km<sup>2</sup> con los aportes de los ríos Sogamoso, Cimitarra y Lebrija, más el área propia aferente. Para un rendimiento promedio anual de las cuencas en la región andina colombiana del orden de 42 l/s/km<sup>2</sup> (Ingeominas, 1989), los caudales promedios anuales en los dos extremos del proyecto estarán en el orden de 3.800 m<sup>3</sup>/s en Barrancabermeja y 5.700 m<sup>3</sup>/s para el conjunto del río y el Brazo Morales a la altura de La Gloria (Tabla 19.).

### Curva de excedencias de niveles.

Con la distribución de frecuencias de los niveles del río para cada fecha durante el período de registros, se muestran las curvas del

**Tabla 19. Hoya hidrográfica y caudales**

Tramo	Área cuenca km <sup>2</sup>	Caudal medio anual m <sup>3</sup> /s
Magdalena: nacimiento a Barrancabermeja	89.640	3.765
Área propia tramo	7.800	328
Afluentes: Sogamoso (Suárez-Chicamocha)	23.408	983
Río Lebrija	10.496	441
Río Cimitarra	3366	141
Totales	134.710	5658

10%, 25%, 50%, 75% y 90% de probabilidad de que, en determinada fecha, el nivel del río sea igual o mayor al representado en la curva.

Las gráficas obtenidas muestran el comportamiento estacional del río y su régimen bimodal con dos períodos de aguas altas y dos de

aguas bajas a lo largo del año.

El primer período de aguas altas es consecuencia de la época invernal marzo-junio de la zona andina del país. El río comienza a aumentar sus niveles en marzo y presenta un máximo en mayo o junio. El segundo período empieza a finales de septiembre y su pico máximo, ligeramente mayor que el anterior, ocurre en noviembre o principios de diciembre.

Las aguas bajas se presentan de diciembre a marzo y de junio a septiembre. Este último período tiende a ser menos prolongado y de mayores niveles que el primero.

Las fechas de ocurrencia de los niveles extremos se van retardando a medida que la estación hidrométrica se localiza hacia aguas abajo, abarcando una cuenca hidrográfica mas extensa. Este retardo es producido por la existencia de zonas bajas cenagosas, que sirven de almacenamiento de grandes volúmenes de agua, amortiguan los picos de crecientes y prolongan los niveles altos por la

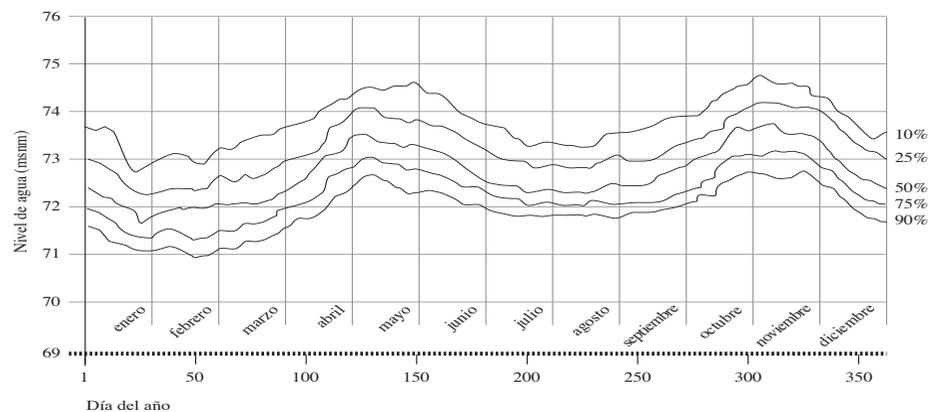


Figura 18. Excedencias de niveles del río en Barrancabermeja

devolución de caudales en la época de aguas decrecientes.

La Figura 18. es un ejemplo típico que ilustra las excedencias de niveles del Río Magdalena en Barrancabermeja.

### Curva de duración de niveles.

Esta curva se elabora con todos los datos disponibles, ordenados en secuencia decreciente, dándoles un valor de frecuencia. Indica la probabilidad de que determinado nivel en el río sea igualado o sobrepasado, independientemente de la época del año.

La gráfica sirve para determinar los tiempos de aguas bajas con problemas de navegación por bajas profundidades en los tramos críticos del río, para definir los niveles de dragado o para escoger los períodos de posibilidad de construcción de estructuras.

La selección de niveles para navegación, está determinada por la fijación del nivel de reducción, que es el nivel mínimo aceptable de aguas en el río. A partir de los estudios de la MITCH (1973), se determinó como el estado de aguas

que es superado el 95% del tiempo, o sea que durante el 5% del tiempo (18 días al año, en promedio), puede presentar dificultades de navegación.

Es imposible garantizar la navegación para los niveles que quedan excedidos un 100% del tiempo, ya que esta última cifra representa la situación de río totalmente seco.

La utilidad de la curva de duración de niveles para determinar períodos de construcción puede ejemplificarse, en el supuesto de programar un plazo de construcción de una obra ribereña para cuatro meses.

En la curva de duración se lee el nivel que es igualado o sobre-pasado el 66% del tiempo (2/3 del año) y por debajo de este nivel se espera que no ocurran inundaciones en la obra.

La Figura 19. muestra, como ejemplo típico, la curva de duración de niveles para Barrancabermeja.

**Curva de calibración de caudales.**

Con los aforos realizados para una sección determinada del río, se elabora una curva de caudal vs. nivel, que permite traducir las lecturas de mira en cm, a caudales en m<sup>3</sup> por segundo.

Los puntos experimentales de esta curva presentan cierta dispersión debido a que el caudal no es solamente función del nivel del agua, sino que también depende de la pendiente hidráulica, la cual, a su vez varía con el estado del régimen: para un mismo nivel de aguas, pueden darse diversos valores de caudal, según que la creciente se encuentre en fase de acrecimiento o decrecimiento. Este fenómeno se denomina reología.

La Figura 20. muestra, como ejemplo típico, la curva de calibración de caudales en San Pablo. Con la serie de

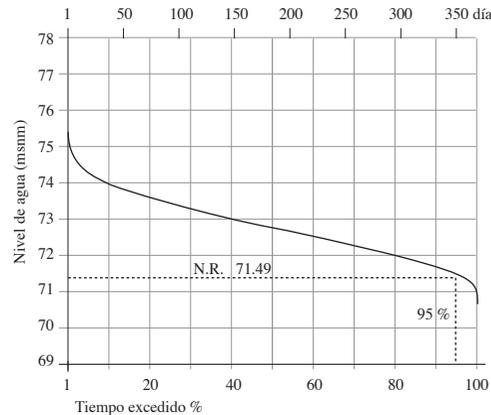


Figura 19. Duración niveles en Barrancabermeja

aforos realizados, mediante una regresión exponencial por mínimos cuadrados, se determina una ecuación que unifica los datos en una curva.

El término  $H_0$  ajusta la curva exponencial a la serie real. Con esta ecuación se puede encontrar el caudal del río para cualquier nivel dentro del rango de los aforos.

Las curvas de calibración no resultan muy confiables en los niveles extremos, pues en tales casos los caudales mínimos o máximos pueden estar influidos por fenómenos (como piscinas y rápidos o llanuras de inundación respectivamente) no tenidos en cuenta en las medidas de los caudales intermedios.

**Pendientes del río**

Durante el período entre marzo 14 y abril 2 de 1993, se realizó la campaña de toma de información primaria en el tramo Barrancabermeja-La Gloria. Para establecer las posibles correlaciones de los factores ambientales medidos en terreno con los estados de niveles en el río, se leyeron las miras instaladas

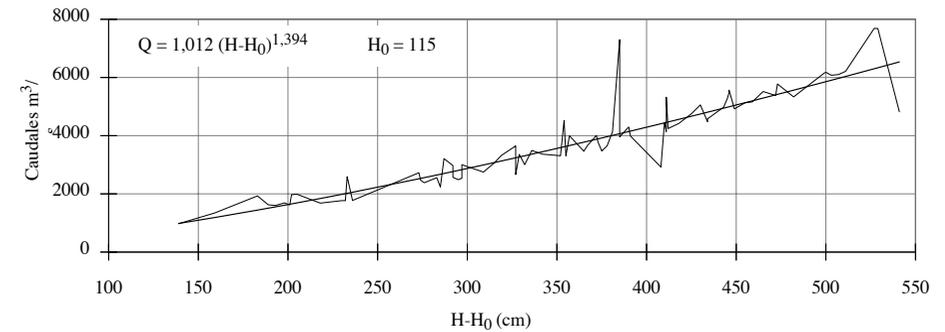


Figura 20. Calibración de caudales-San Pablo

en las estaciones cercanas a los sitios de muestreo, para cada una de las comisiones. El período de observaciones de campo se realizó en un estado general de aguas bajas a medias, con niveles crecientes con el transcurso del mes de marzo, lo cual resulta congruente con el comportamiento histórico del río.

Mediante las correlaciones entre las lecturas de mira para el 25 de marzo en Barranca, San Pablo, Badillo y La Gloria, se calcularon las pendientes promedios para tres tramos parciales representativos y para toda la longitud del sector Barrancabermeja-La Gloria (Tabla 20.).

**Tabla 20. Pendientes tramo Barranca-bermeja-La Gloria**

Tramo	Distancia km	Diferencia cota m	Pendiente cm/km
Barranca-San Pablo	49,8	13,38	26,87
San Pablo - Badillo	61,6	11,22	18,21
Badillo - La Gloria	84,3	12,03	14,27
Totales del tramo	195,7	36,63	18,72

## sedimentología

### Registros históricos disponibles

Existen cuantiosos registros sobre la caracterización de los materiales transportados por el Magdalena en el sector Barrancabermeja-La Gloria. El HIMAT, -buque de estudios *Jairo Murillo-* y UEF- BEX del MOPT, han adelantado campañas periódicas de medición de este parámetro. Para el presente estudio se seleccionó la información reseñada en la Tabla 21.

### Transporte de sedimentos

Los valores máximos mensuales multianuales se tomaron directamente de los datos de HIMAT para el período 1981-1991, cuando se presenta la mejor congruencia en los órdenes de

magnitud (Figura 21.). Puede observarse la variación estacional coincidente con las épocas de mayores caudales líquidos y con picos marcados para todas las estaciones de aforo, en los períodos abril-junio y septiembre-noviembre. Se muestra en las curvas, además, el retardo debido a las aguas decrecientes.

Si se tuviera en cuenta sólo este parámetro, los mejores períodos para efectuar dragados serían los meses de enero-marzo, y junio-agosto, cuando la capacidad de transporte disminuye a valores del orden de 50.000 a 100.000 Tm de sedimentos/día.

La Figura 22. presenta los valores calculados para los volúmenes de sedimentos transportados anualmente, en millones de Tm, a partir de la suma de los máximos mensuales multianuales, según HIMAT. Los valores decrecen en dirección aguas abajo, desde 55,8 millones en Maldonado, hasta 25,3 millones de Tm/año en El Contento.

Los 30 millones de Tm/año<sup>1</sup> que constituyen la diferencia calculada entre las dos estaciones de aforo extremas son el aporte de sedimentos que el Magdalena y sus afluentes llevan a la zona del proyecto y que son repartidos entre las barras de fondo del cauce, la formación de nuevas islas, los depósitos en las partes convexas de las curvas, la acreción general de los bancos de los fondos y la colmatación de las ciénagas alledañas. Esos altísimos volúmenes de sedimentos originan las dificultades en la navegación y obligan al río a modificar continuamente la sección transversal, atacan y erosionan las orillas, tapanon los caños de conexión con

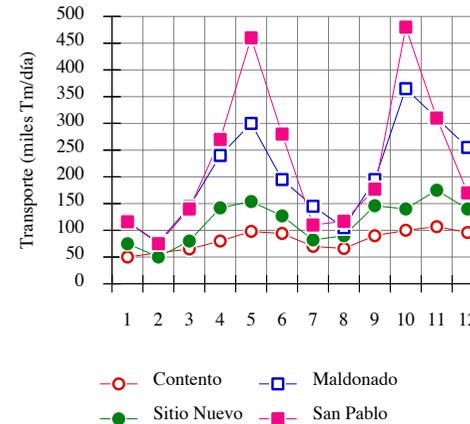


Figura 21. Transporte de sedimentos (máximos mensuales multianuales)

las ciénagas y el sistema de humedales y hacen que el valle se vea sometido cada vez a inundaciones más severas por la pérdida de capacidad del cauce para evacuar los volúmenes líquidos y sólidos.

### Distribución vertical de sedimentos

Los sedimentos se reparten desde la superficie hasta el fondo de una determinada vertical del cauce, en relación directa con su tamaño y su peso. En la superficie van suspendidos entre la corriente, los sedimentos de menor tamaño (arenas finas, limos, arcillas y coloides). Algunos, arenas y limos, podrán ser depositados en ciénagas o remansos en tramos inferiores del río; otros, arcillas y coloides, continuarán en suspensión hasta la desembocadura en el mar. Son éstos últimos los que confieren al agua la turbidez y el color terroso característicos del sector

1. La cantidad total de sedimentos movilizadoss por año en el tramo ha sido calculada por diversos autores con resultados muy diferentes, según el método y las fórmulas utilizadas. Los órdenes de magnitud varían desde 40 millones (MITCH, 1973) hasta 145 millones m<sup>3</sup> (Ruiz, J.E., 1991)

considerado.

En los sedimentos del fondo, se distinguen tres clases de situación: los de saltación de fondo, que no se estabilizan en el fondo del cauce, sino que van saltando a medida que la fuerza ascensional de la corriente vence la inercia propia de la partícula; los de arrastre, son los sedimentos que no alcanzan a saltar pero tampoco se estabilizan en un sitio, sino que son arrastrados por las corrientes de fondo y forman las dunas, bancos y barras divagantes en el cauce; y los de fondo propiamente dicho, que por su tamaño y su peso, se decantan y quedan sepultados bajo el material de arrastre, para una determinada situación del río. Cada una de estas situaciones es medida de modo diferente, los registros de UEF-BEX contienen las descripciones cualitativa y cuantitativa.

Como un ejemplo típico de la repartición de tamaños, se ha seleccionado el promedio de los datos correspondientes a dos secciones en la estación de Maldonado, para el día 25 de junio de 1985, situación de aguas medias decrecientes (Tabla 22.). Se observa la distribución general en la vertical

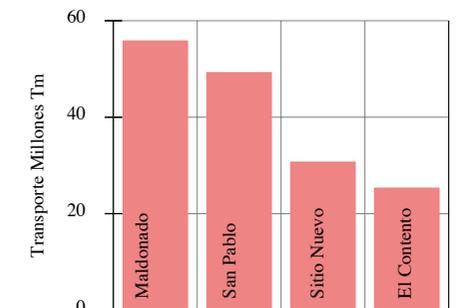


Figura 22. Volumen anual de sedimentos

Tabla 21. Registros de sedimentología

Transporte de sedimentos <sup>1</sup>		
Estación	Período	Observaciones
Maldonado	1984-1991	Registro completo
San Pablo	1981-1991	Incompleto 1988 y ss
Sitio Nuevo	1981-1991	Registro completo
El Contento	1975-1991	Incompleto 1989 y ss
Características de sedimentos <sup>2</sup>		
Estación	Período	Observaciones
Maldonado	1974-198	2 campañas
r. Sogamoso	1974-198	2 campañas
La Coquera	1974-197	4 campañas
San Pablo	1976-198	2 campañas
Vijagual	1974-	1 campaña
Sitio Nuevo	1975-1981	2 campañas
El Contento	1974-1981	2 campañas
Galán	Abril /93	3 muestras fondo
Brazo Berlín	Abril /93	3 muestras fondo
Brazo Centro	Abril /93	3 muestras fondo
Maldonado	Abril /93	3 muestras fondo

1. Fuente: HIMAT

2. Fuente: LEH, UEF, BEX

entre dos valores extremos. El tamaño de  $68 \mu\text{m}$ , correspondiente al diámetro que pasa por el 10% de la muestra para el material en suspensión, incluye limos, arcillas y coloides. En el fondo, el material que pasa el 90% (de  $355 \mu\text{m}$ ) consta de arenas finas y medias.

**Tamaño de las partículas de fondo**

Puesto que el dragado será efectuado primordialmente sobre las partículas de arrastre y de fondo, son los sedimentos correspondientes a esta situación los que interesan particularmente para el presente estudio sedimentológico.

En la Figuras 23. y 24. se han representado los valores promedios de tamaños de sedimentos de fondo, según muestras tomadas por LEH-MOPT en los años 1974/76 y 1981, respectivamente, para las estaciones de aforo Maldonado, Bocas del Sogamoso, Coquera, San Pablo, Sitio Nuevo y El Contento. En la Figura 25, se presentan los resultados de las muestras tomadas en Maldonado por el Buque Explorador (UEF-BEX) el 6 de abril de 1993.

El tamaño de las partículas de fondo varía, en general, con la estación hidrológica en que se encuentre el río, así como con la localización de los sitios de muestras. Los tamaños resultantes son mayores mientras más altos sean los niveles del río, pues la fuerza tractiva de la corriente tiene mayor poder erosivo en tales circunstancias; por esta misma razón, son mayores en el centro del cauce que en las orillas, en el canal principal que en los brazos secundarios. De igual

manera, hay mayor probabilidad de encontrar tamaños grandes en las desembo-caduras de afluentes con cuencas erosionadas, como es el caso de los ríos Sogamoso o Cimitarra.

Una importante modificación se ha venido observando en el comportamiento de las gradaciones de materiales de fondo en las diversas estaciones de aforo: en los años más recientes los tamaños se muestran notoriamente mayores que los de años anteriores. Esto puede deberse a uno o varios de los siguientes factores:

- Que el río, en sus cambios imprevistos de curso en el canal principal, está horadando estratos de material grueso que antes subyacían a estratos más finos;
- Que se ha aumentado notoriamente la producción de materiales gruesos de arrastre, por acción antrópica en la minería en afluentes tales como el Cimitarra, el Nare, el Cocorná, etc;
- Que la deforestación de las cuencas propias del río y sus

**Tabla 22. Tamaño de sedimentos**

Distribución en la vertical, Maldonado:26.5.81

Tipo de sedimento	Tamaño partículas $\mu\text{m}$		
	d10	d50	d90
Suspensiónsuperficie	68	98	110
Saltación de fondo	78	110	175
Arrastre	126	190	308
Fondo	147	239	355

(Fuente: UEF-BEX)

afluentes se ha incrementado al punto de estar movilizandohacia el río cargas de lavado de mayores tamaños que los registrados anteriormente.

Para efectos del dragado, esta circunstancia de tamaños mayores por excavar significa una baja ostensible en los rendimientos de las dragas, aunada a un mayor deterioro en las tuberías de impulsión y a una menor posibilidad de disponer el material dragado a largas distancias.

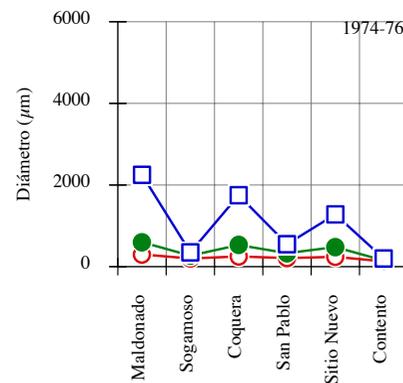


Figura 23. Tamaño de partículas de fondo

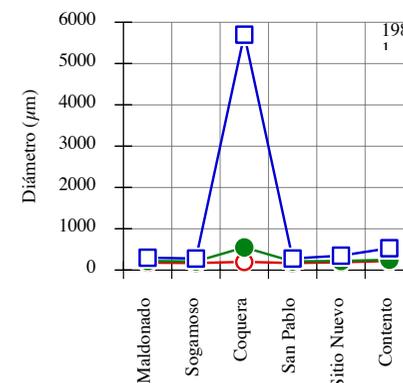


Figura 24. Tamaño de partículas de fondo

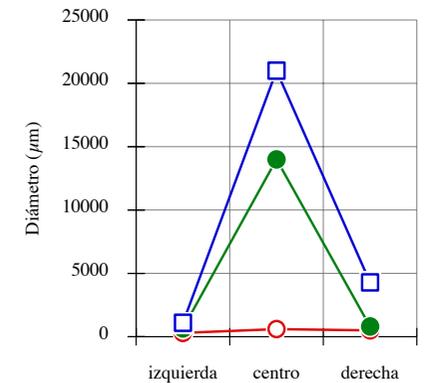


Figura 25. Muestras de fondo, Maldonado

## dinámica fluvial

En el este subcapítulo se describen los fenómenos asociados con la dinámica del río Magdalena en el sector Barrancabermeja-La Gloria (tipo de patrones de cauce, interacción entre el río y las ciénagas, socavación natural debida a cambios de nivel entre estados bajos y altos de las aguas). Además, por tratarse de un proyecto tan específico de ingeniería hidráulica, se analizan las modificaciones que pueden llegar a generarse por los trabajos de dragado y cierre de brazos secundarios, en lo relacionado con las variaciones en profundidad y caudal en la sección transversal y la dispersión de la nube de sedimentos producidos por las obras de dragado.

El aspecto fundamental de este análisis es la incertidumbre de los pronósticos, debida a distintos factores:

- La naturaleza impredecible y la gran magnitud del problema, asociadas con la fuerza erosiva y las variaciones en el curso de la corriente del río, que impiden precisar los sitios donde se necesitan obras de mejoramiento y obligan a realizar levantamientos detallados cada vez que se requiera adelantarlas. Como ejemplo de esta inestabilidad, se presentan sendos mapas de un mismo tramo del río —entre Canaletal y Paturia en 1988 y 1992— según planos elaborados por UEF-BEX. Se observa allí la manera como las islas aparecen y desaparecen, se unen y separan con el paso del tiempo (Figura 26.).

- El insuficiente estado de conocimiento técnico para manejar el problema. Nunca se ha realizado un modelo hidráulico del sector; cada uno de los estudios efectuados hasta la fecha ha ofrecido diferentes soluciones. Cada uno de los autores

produce, con los mismos datos, resultados numéricos distintos. Así sucede, por ejemplo, con las magnitudes de los volúmenes de sedimentos que transporta el río y en los estimativos de dragado de mantenimiento.

- El gradual incremento de la intervención antrópica en la cuenca, que año por año modifica los parámetros de interrelación

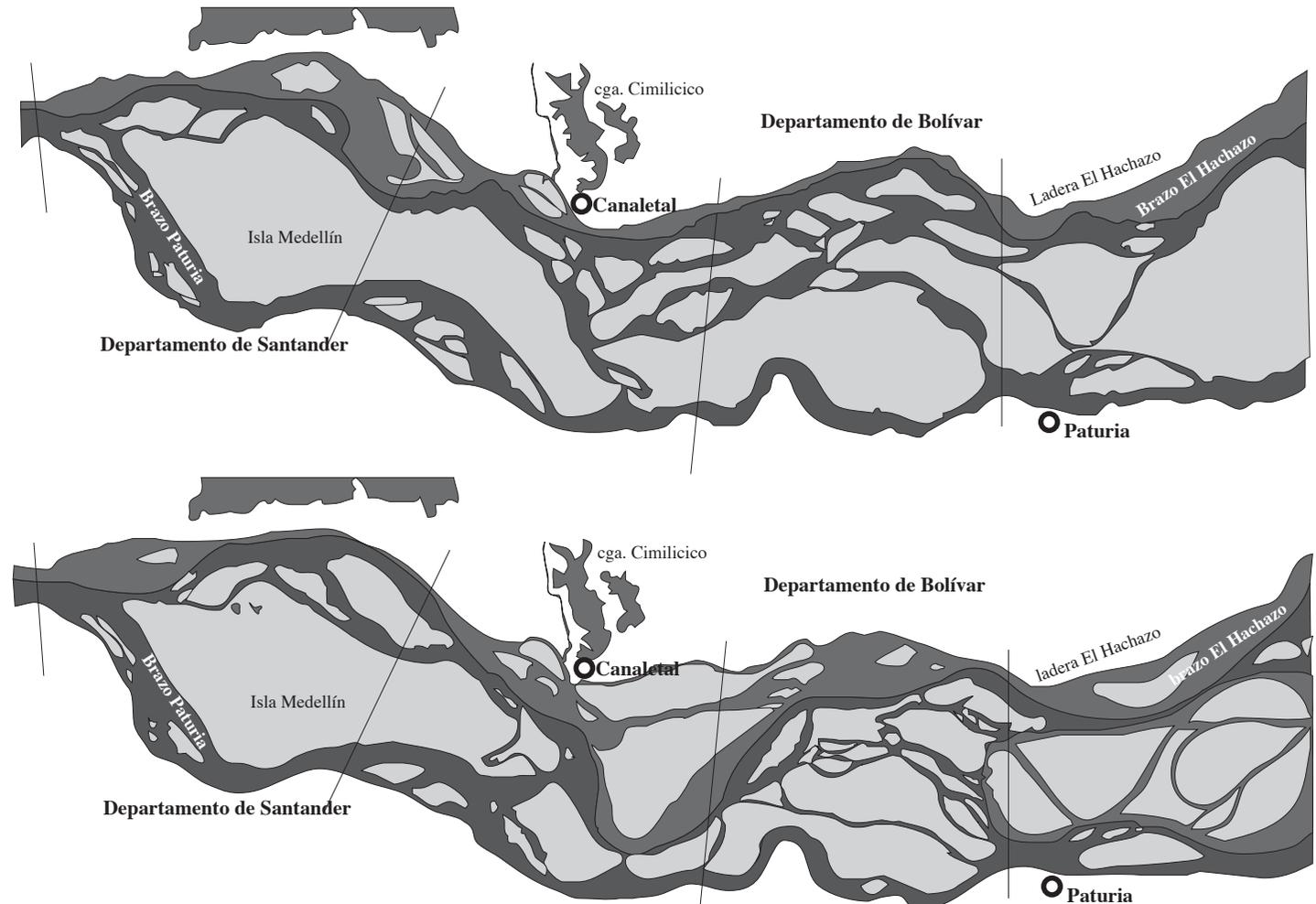
hidrográfica: aumenta las áreas deforestadas, los caudales de aguas residuales, la ocupación de terrenos bajos, la desecación de ciénagas y humedales.

Con estas limitaciones, el estudio del comportamiento dinámico del río tiene más un carácter cualitativo que cuantitativo.

### Tipos de patrones de cauce.

En general el Río Magdalena presenta en el sector Barrancabermeja-La Gloria, dos patrones principales de cauce, con sus respectivas transiciones: el trezado, entre Barrancabermeja y Bodega Central; el meándrico, de Bodega Central a La Gloria.

- **Cauce trezado.** Se caracteriza por su estabilidad relativa baja, con una alta relación de carga de fondo a



Figuras 26. Tramo km 560-580. Estados en 1992 (arriba) y en 1988 (abajo)

carga total (>11%), tamaño grande de sedimentos, alta velocidad de flujo y alto poder erosivo de la corriente.

El río trezado presenta una amplísima anchura en relación con el caudal promedio, posee varios canales y brazos, que se entrelazan y separan dentro del cauce principal. Presenta cambios en las pendientes longitudinales y transversales, aumentos bruscos de las cargas aluviales durante las crecientes y pérdida de la capacidad de arrastre al disminuir la pendiente o el caudal. Por ello los materiales gruesos se acumulan en bancos o barras que actúan como obstáculos para el flujo, ocasionando desviaciones de la corriente hacia brazos laterales o secundarios, taponamientos del cauce principal e inundaciones sobre las vegas orillares. Las barras de sedimentos dentro del cauce, con el tiempo llegan a conformar islas estables o permanentes.

Las características de la dinámica fluvial y la evolución de orillas del río Magdalena entre 1923 y 1981 fueron documentadas por Khobzi (1985).

Las obras de dragado y de cierre de brazos en este tipo de patrón de flujo, inducirán la conformación de un canal principal, mucho más importante en su caudal y profundidad, que los demás brazos secundarios. De esta manera se pretende aminorar en lo posible el patrón trezado y buscar la conformación de un patrón meándrico, el cual ofrece menores dificultades para la navegación.

• **Cauce meándrico.** Este tipo de cauce tiene mediana relación entre ancho y profundidad, baja pendiente longitudinal, carga de sedimentos

repartida entre material de suspensión y material de fondo, estabilidad relativa media a baja, relación de carga de fondo a carga total entre 3% y 11%. Se caracteriza además por el desplazamiento de los meandros o sinuosidades, mediante la erosión en el extradós y acreción o depósito en el intradós de las curvas, con lo cual produce estrangulamientos en las curvas muy extendidas y corte de rápidas, con lo cual se inicia nuevamente el proceso. Puede llegar a formar uno o dos canales principales dentro del cauce, pero no presenta otros brazos secundarios. La línea de mayores profundidades va siguiendo la orilla externa de las curvas, lo cual origina puntos de menor profundidad en los sitios de cruce, que se constituyen en obstáculos para la navegación.

Con las obras propuestas, se busca que el mayor caudal del río vaya por el canal principal, con objeto de que la línea de navegación (eje principal de la corriente) se oriente por los brazos de mayores curvaturas y profundidades. Las obras en estos tramos no ejercerán acción sobre el tipo de patrón de cauce.

**Interacción río - ciénagas.**

Desde hace millones de años ha existido un proceso de llenado con material aluvial y acreción de niveles del valle del Magdalena. Debido a las cargas de lavado, producto de la erosión en las cuencas del río y sus afluentes, cuando el río pierde la pendiente y la velocidad en el sector medio, deposita una gran cantidad de sedimentos. En las épocas de aguas bajas, dichos sedimentos son de tamaños finos a gruesos, y se quedan confinados dentro del cauce, por lo cual forman islas, barras, dunas y bancos de localización variable según las estaciones.

En la época de aguas altas, los materiales muy finos como limos, arcillas y coloides, rebasan las orillas con las inundaciones y llegan hasta las ciénagas donde, por efecto del aquietamiento de las corrientes, se van depositando. Con ello producen una alta fertilidad por la cantidad de nutrientes aportados, pero a la vez los fondos se van haciendo cada vez menos profundos. El efecto general es la gradual elevación de los niveles de los terrenos, las ciénagas y las orillas, con la consiguiente elevación de cotas en todo el valle. En la época de aguas bajas, las aguas de las ciénagas empiezan a retornar al río, ayudando al mantenimiento de un caudal de base, pero bajando notoriamente los niveles en los espejos de agua y humedales adyacentes al cauce principal.

El efecto hidrológico principal de esta interacción, es el del almacenamiento de aguas durante las épocas húmedas, que amortigua y disminuye los caudales del río en los picos de creciente y retorna las aguas al cauce en los periodos de estiaje, creando un pulso estacional de importantes repercusiones en el comportamiento biológico asociado.

Como los dragados se realizan preferencialmente en época de aguas bajas, no tendrán efecto directo sobre la interacción del río con las ciénagas, siempre y cuando se tenga el cuidado de no taponar con los sedimentos removidos los canales de conexión.

**Socavación producida por cambio de niveles en el río.**

Debido a los grandes caudales y velocidades que deben transitar por el cauce en épocas de aguas altas, por el sólo hecho del cambio de niveles de agua se producen socavaciones en

el lecho del río. En otras palabras, para un mismo sitio las aguas bajas tienen fondos altos, las aguas altas tienen fondos más profundos.

Para calcular este efecto, se escogió una sección transversal representativa de los estados más críticos en aguas bajas: la ST 29, localizada en el km 609,8 –aguas abajo de La Coquera (Figura 27). En esta sección el ancho total del río es de 1540 metros, repartidos en un canal principal y dos brazos, así:

Ancho del canal principal(sección):	475 m
Ancho de playón:	520 m
Ancho de brazo secundario menor:	45 m
Ancho de isla permanente:	400 m
Ancho de brazo secundario mayor:	100 m

El análisis de socavación se efectúa para un estado de aguas altas, medido en noviembre de 1992 por UEF-BEX, con una cota de 67.55 para el nivel de aguas. Se compararán con los fondos obtenidos en la misma sección para el estado de aguas bajas de abril/92 (nivel de aguas 66.08). Para ese estado, el caudal total en el río es del orden de 4580 m<sup>3</sup>/seg; el caudal que pasa por la sección ST29 es de 1575 m<sup>3</sup>/seg. Aplicando las fórmulas de Maza (1968) para lechos homogéneos, no cohesivos, para diversas profundidades iniciales correspondientes a los fondos iniciales de predragado, se obtienen los siguientes valores:

Orilla izq.	Eje Canal	Orilla der.	
Profundidad inicial	4.20	3.50	4.20
Profundidad final	5.46	4.40	5.46
Socavación	1.26	0.90	1.26
Cota fondo teórico	62.09	63.15	62.09

Para dar una idea de la magnitud del fenómeno natural respecto a los fenómenos antropogénicos, resulta interesante verificar que las profundidades de socavación calculadas para el aumento en los niveles para aguas

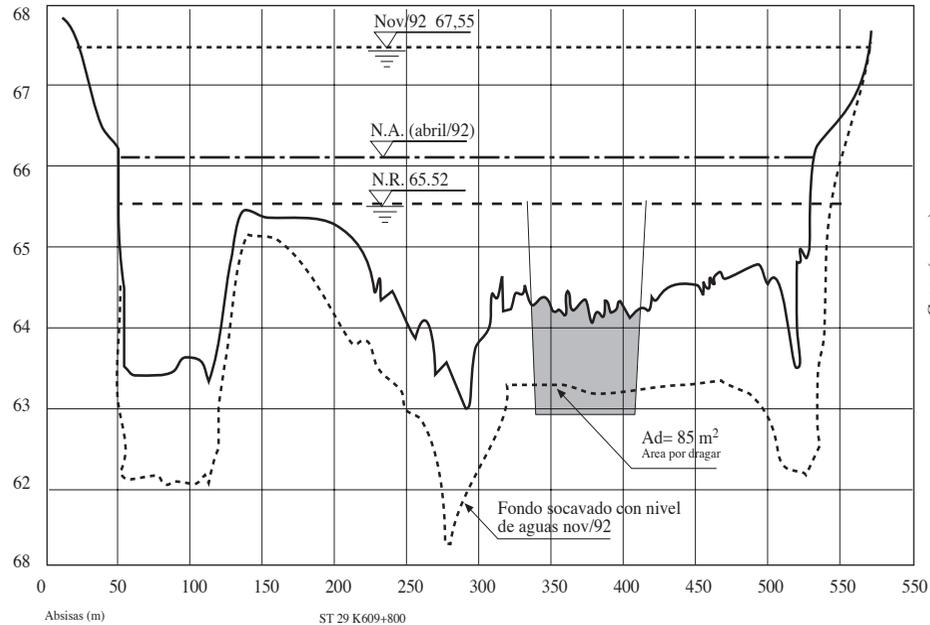


Figura 27 . Socavación por cambio de niveles

máximas, son mucho mayores que las requeridas para el dragado (cota de fondo 62,92, equivalente a 2,60 m. bajo el nivel de reducción). El área por dragar en la sección es de 85 m<sup>2</sup>; el área removida por socavación natural es de 582 m<sup>2</sup>. Estos valores en una sección crítica permiten esperar que con el dragado propuesto no se producirán alteraciones sustanciales respecto al comportamiento natural de la dinámica del río en este aspecto.

#### Variación en caudales por sección dragada

En este punto se cuantifica la variación en caudales, debida a la mayor sección transversal obtenida por el dragado.

Para una determinada sección transversal del río, el régimen hidráulico se expresa generalmente mediante la ecuación de Manning (Featherstone y

Nalluri, 1988), que define el caudal en función de factores asociados con la rugosidad del lecho y las orillas, las características geométricas de la sección (área y radio hidráulico, definido como la relación entre el área y el perímetro mojado) y la pendiente longitudinal en el tramo considerado.

Cuando el ancho del río es muy grande en relación con la profundidad media, el radio hidráulico tiende a igualarse a la profundidad; para valores determinados de los demás parámetros, el caudal dependerá finalmente del valor de la profundidad media elevada a la potencia 5/3.

Lo anterior significa que cuando se efectúa un dragado para incrementar la profundidad, se induce por la nueva sección dragada un aumento

de caudal que varía en determinada relación con la profundidad promedio de la nueva sección transversal considerada. Esta variación se muestra en la Figura 28.

Como la condición más crítica para la navegación se presenta en los niveles bajos del río, el efecto que se debe considerar es el de aumento de caudales por dragado en el estado de aguas correspondiente al Nivel de Reducción.

El caudal inicial que pasa por la sección del brazo por dragar en la sección ST29 es de 407 m<sup>3</sup>/seg, equivalentes al 31% del caudal total en el río. Después del dragado, el brazo principal tomará 518 m<sup>3</sup>/seg, o sea el 39% del total. La profundidad media inicial, de 1.16 m, pasa a ser 1.34 m. Para un incremento del 16% en la profundidad media de la sección, se presenta un aumento en el caudal del 27%.

Puesto que la sección ST29 es considerada como crítica, los valores resultantes indican que por razón de la variación de caudales debida al dragado no se introducirán alteraciones importantes en el río, con mayor

razón si se tiene en cuenta la lentitud con que se realizan dichos trabajos.

#### Dispersión de la nube de sedimentos

Un punto importante relacionado con los dragados, es la posibilidad de que se presente una nube de sedimentos introducidos a la corriente principal, bien sea de manera involuntaria o accidental por deficiencias o ineficiencias en el proceso de dragados, o de manera deliberada por vertimiento libre para disposición del material dragado dentro de la misma corriente, aguas abajo del sitio del dragado.

Puesto que el dragado se realiza sobre el material de fondo, los tamaños de partículas que tienen interés particular para este efecto, son los correspondientes a los materiales de saltación, arrastre y fijación de fondo. De acuerdo con los resultados de las pruebas sedimentológicas, esta variación está comprendida en un rango variable entre 50 micras (0.05 mm) para el d10 del material de saltación y más de 21.000 micras (21 mm) para el d90 del material de fondo. Como es lógico, las partículas muy grandes se depositan muy

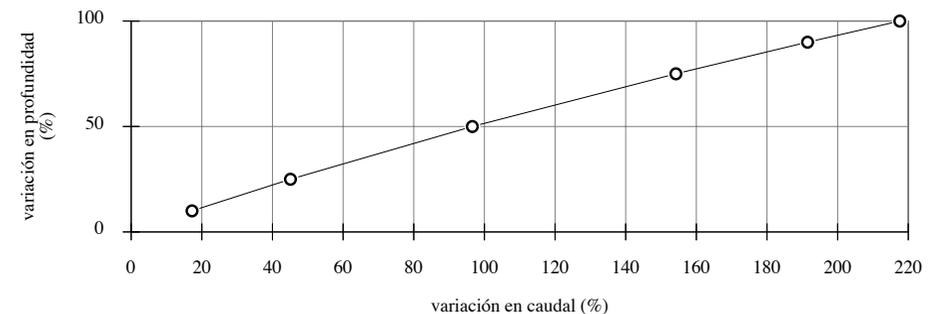


Figura 28. Variación inducida en el caudal debido a profundización por dragado

rápida y caen al fondo nuevamente dentro de una distancia muy corta al sitio de introducción a la corriente.

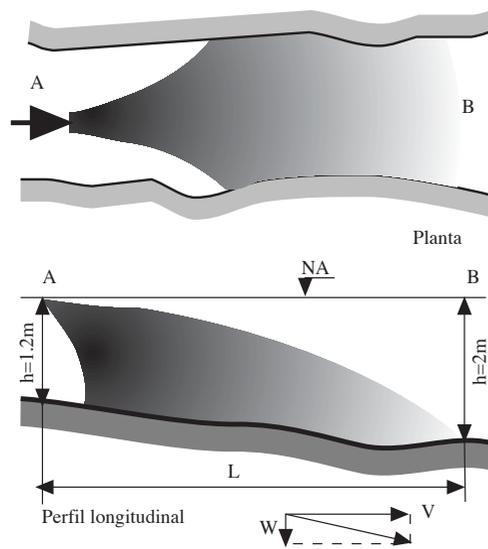
La longitud mayor de sedimentación estará dada por la partícula de menor tamaño. Dicha longitud puede calcularse, en la forma más simple, como una relación entre la resultante de la velocidad promedio de la corriente y la velocidad de sedimentación de la partícula, multiplicada por la profundidad del cauce (Figura 29.).

La velocidad media del río, para época de aguas bajas, es del orden de 1,2 m/s. La profundidad del cauce es inferior a 2,00 m en los sitios donde se efectúa el dragado. La velocidad de sedimentación de una partícula es función de variables tales como la viscosidad y temperatura del agua, las dimensiones, factor de forma y densidad de la partícula.

Para las condiciones normales del río, puede suponerse que dicha velocidad de sedimentación, para un diámetro de 50  $\mu\text{m}$ , estará en el orden de 4 mm/s.

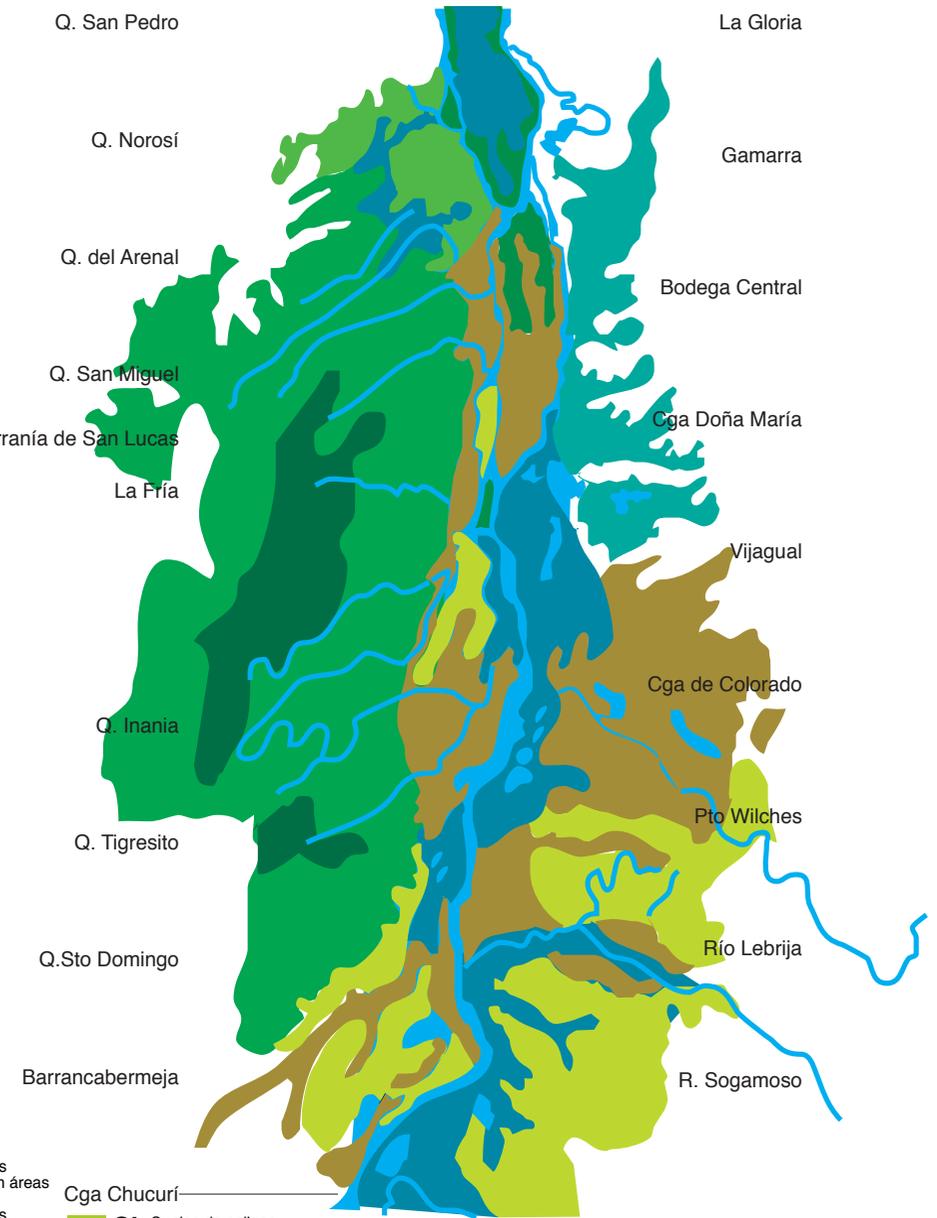
Para estas condiciones, la longitud máxima resultará del orden de los 600 metros y el tiempo necesario para la sedimentación total de la nube será de 8 minutos aproximadamente.

Teniendo en cuenta la posibilidad de que se presenten mayores profundidades, tamaños más finos o mayores velocidades medias del río, puede tomarse la distancia de 1 km como longitud máxima típica para la dispersión de la nube de sedimentos y un tiempo necesario para la sedimentación del orden de 15 minutos.



A= Punto de formación de nube  
 B= Punto de sedimentación de partícula más fina  
 V= Velocidad de la corriente  
 W= Velocidad de sedimentación de la partícula

Figura 29. Dispersión de la nube de sedimentos



- Aa** Formas aluviales mal drenadas en áreas inundables
- Af** Formas aluviales Bien drenadas moderadamente evolucionadas Planicie aluvial de piedemonte
- Ae** Desarrollo en aluvios de origen volcánico Formas aluviales o lacustres
- As** Bien drenados con problemas de sales
- Ch** Suelos de colinas Ondulado bien drenado moderadamente evolucionado
- Cg** Suelos de colinas Relieve quebrado moderadamente evolucionado bien drenado
- Vf** Suelos de cordillera Relieve quebrado poco evolucionado

Escala : 1:1.500.000  
 Fuente: Mapa de suelos IGAC1993

## suelos

### Generalidades.

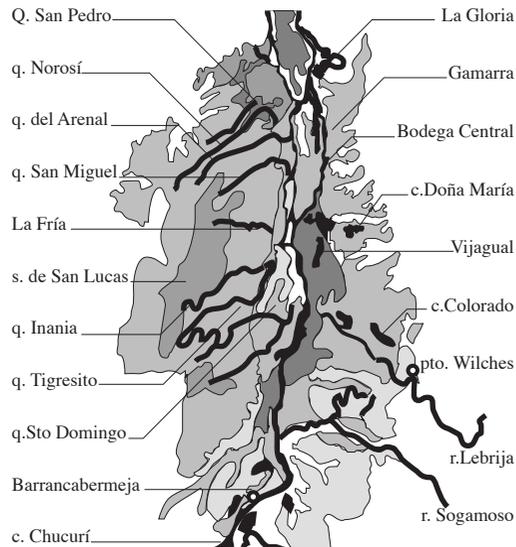
En el valle medio del Magdalena predominan los suelos de formas aluviales, algunos bien drenados y moderadamente evolucionados (Af), bien drenados y evolucionados con problemas de salinidad (A), y mal drenados sobre áreas inundables (Aa). Además se presentan suelos del piedemonte desarrollados sobre coluvios de origen volcánico (Ae); de colinas de relieve ondulado, bien drenados y moderadamente evolucionados (Ch); de colinas con relieve quebrado bien drenados y moderadamente evolucionados (Cg) y hacia el O suelos de cordillera (estribaciones de la serranía de San Lucas) de relieve quebrado y poco evolucionados (Vr) (IGAC, 1982). Sólo las formaciones Ae, Af y Ch tienen relación con las actividades del proyecto (Figura 30.).

### Fisiografía.

La naturaleza de los sedimentos fluviales ha dado origen a diversas formas del terreno descritas en la Tabla 23.

En las partes más bajas (cubetas, orillares, napas y diques del Magdalena, el Sogamoso y el Lebrija) la preponderancia de los materiales aluviales de depósito reciente y actual, determinan condiciones químicas favorables, en cuanto acidez y saturación.

En el sector de piedemonte y llanura aluvial de la parte sur del Cesar son dominantes los Inceptisoles, asociados a suelos de muy incipiente desarrollo. En los distintos niveles de terraza y aún en los valles de Santander, predominan Inceptisoles, con ligeras



- Aa** Formas aluviales mal drenadas en áreas inundables
- Af** Formas aluviales bien drenadas moderadamente evolucionadas
- Ae** Planicie aluvial de piedemonte, desarrollo en aluvios de origen volcánico
- Vf** Formas aluviales o lacustres, bien drenados, con problemas de sales
- Ch** Suelos de colinas, ondulados bien drenados y moderadamente evolucionados
- Cg** Suelos de colinas, relieve quebrado, moderadamente evolucionado, bien drenado
- Vf** Suelos de cordillera, relieve quebrado, poco evolucionado

Fuente: IGAC, 1993

Figura 30. Suelos del valle medio del Magdalena

desviaciones hacia los Oxisoles y en menor grado a los Entisoles (en las terrazas bajas y en los valles). Finalmente, en la planicie aluvial actual los Entisoles tienen casi tanta incidencia como los Inceptisoles.

### Descripción de los tipos de suelos

Se caracterizan a nivel de asociaciones los suelos encontrados en el área de influencia del proyecto (Tabla 24.)

- Suelos de orillares
- Suelos de los diques
- Suelos de la cubeta de decantación

Tabla 23. Formas del terreno

Forma	Descripción
Orillares	Áreas angostas, paralelas al río o en islas. Topografía plana, microrrelieve cóncavo-convexo, configuración alargada, trazado sinuoso. Áreas de acumulación, inundables, encharca-mientos frecuentes. Principales factores modeladores: continuos aportes del río durante avenidas y cambio frecuente de cauce
Diques	Formas subactuales, rejuvenecidas por aportes del río; perfil plano-convexo, configuración alargada; posición alta en relación con el conjunto del valle. Formas estables, afectadas por grandes avenidas, pueden ser deterioradas (erosión) o rejuvenecidas por nuevos aportes (acumulación)
Cubetas de decantación	Formas plano-concavas, producto de sedimentación de materiales finos, transportados por el río durante desbordamientos. Ocupan parte más baja del valle
Terrazas	Grandes extensiones, pendientes < 3%, cubiertas de pastos o rastrojos, poco erosionables por relieve suave y vegetación. Posiciones más altas que llanura aluvial
Napa de desborde	Áreas de relieve plano, amplias, a veces limitadas por cauce menor e inundables. Zonas de desborde de los ríos Magdalena y Sogamoso
Rebordes de napa y cubetas	Aspecto complejo: relieve plano, en posición ligeramente más alta que las zonas circundantes. Áreas contiguas a cauces menores dentro de planicie aluvial actual
Deltas fluviales	Áreas planas y bajas, surcadas por gran número de canos convergentes o divergentes, con diques contiguos y paralelos
Complejo de Orillares	Superficies planas, bajas, cortadas en forma de media luna, con diques más o menos anchos a lo largo de los cauces. Conjunto de orillares de cauce mayor del Magdalena y en menor escala del Sogamoso. Entidades de la morfología más dinámica de toda la planicie aluvial a causa de continuos aportes de materiales y a labor de socavamiento y arrastre de las aguas

- Suelos de Terrazas
- Suelos de Abanicos
- Suelos de Deltas Fluviales

### Síntesis de los suelos del proyecto

En el Magdalena medio dominan los suelos ácidos debido a los altos contenidos de aluminio de cambio, con baja fertilidad, permanecen húmedos casi todo el año, lo cual dificulta su aprovechamiento agrícola.

Algunos suelos del valle medio a lo largo de la planicie aluvial reciente tienen alto contenido de nutrientes, debido a la naturaleza de los sedimentos allí depositados.

Los suelos difieren desde el punto de vista de su evolución; los más jóvenes ocupan los paisajes de la planicie aluvial reciente y los más antiguos se distribuyen en los niveles más altos de terrazas y colinas.

Hay suelos mal drenados en las áreas

depressionales y en los planos de desborde del río, otros con drenaje bueno en los diques, terrazas, abanicos y colinas; en estas últimas hay zonas con drenaje excesivo.

En cuanto al relieve, hay suelos completamente planos en la zona aluvial más reciente, en las terrazas plano-cóncavas y en las cubetas o bajos inundables; suelos plano-inclinados en los abanicos y suelos ondulados, quebrados y escarpados en el área de colinas.

### Usos de la tierra.

Respecto al uso del suelo en el área del valle de inundación del Magdalena asociado al proyecto se puede establecer, de manera general, las siguientes consideraciones:

- El sector N del área del proyecto (S del Cesar) se puede dividir en 3 unidades: parte alta de las sabanas de La Gloria con actividad ganadera muy extensiva, con pastos naturales;

Tabla 24. Tipos de suelos

Suelo	Complejo o asociación	Fases
Orillares	Complejo Veracruz (VZ): orillares del cauce mayor del Magdalena y en menor escala del So-gamoso. Nivel freático fluctuante por régimen hidrológico (inundabilidad). Drenaje imperfecto. Reacción química neutra, fertilidad baja a moderada	VZay: Veracruz, pendiente 0-3% inundaciones de 2 a 6 meses VZaz: Veracruz, pendiente 0-3% inundaciones > 6 meses
Diques	Asociación Marquetana (MA): Áreas con grandes inundaciones en épocas de lluvias, superficiales a moderadamente profundos, limitados por nivel freático; actualmente en ganadería y cultivos de subsistencia (maíz, sorgo, plátano frutales). Asociación Reforma (RP): Áreas contiguas a cauces menores, dentro de planicie aluvial actual, formados por desbordes de caños dentro de la planicie aluvial Drenaje imperfecto. Reacción muy variable, en algunos casos altos porcentajes de aluminio libre y fertilidad baja Asociación La Reforma (LR): diques naturales en márgenes de Magdalena y Sogamoso. Drenaje de imperfecto que a moderado por nivel freático e inundabilidad periódica. Reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina, saturación de bases muy alta y fertilidad moderada	MAax: Marquetana, relieve ligeramente convexo, pendiente < 2%, drenaje imperfecto RPay: Reforma, pendiente 0-3%, sin erosión, inundabilidad 2 a 6 meses. Ra : La Reforma, en pendiente 0-3%, sin erosión. LRax: La Reforma, en pendiente 0-3%, sin erosión, inundabilidad < de 2 meses. LRay: La Reforma, en pendiente 0-3%, sin erosión, inundabilidad 2-6 meses
De cubeta de decantación	Asociación Ines (IN): localizados, inundación < 6 meses/año, muy superficiales, limitados por nivel freático; inundaciones y salinidad restringen uso a ganadería y en periodos secos a arroz y sorgo; algunas áreas en rastrojo o vegetación de pantano. Asociación Lebrija (LB): suelos que permanecen inundados por más de 6 meses en el año, muy superficiales, limitados por inundaciones y arcillas finas que restringen el uso a vegetación de pantano y en los periodos secos a ganadería. Consociación Candelaria (CN): suelos bajos del Magdalena, Sogamoso, Lebrija, La Colorada y cañada Zarzal, ubicadas a continuación de napas de desborde. Drenaje de pobre a muy pobre, por nivel freático que determina alta saturación y por inundación prolongada. Reacción de muy fuerte a fuertemente ácida, capacidad de cambio alta y fertilidad baja.	INay: Ines, relieve concavo, con pendiente < 3% y drenaje pobre. LBaz: Lebrija, relieve cóncavo, con pendiente < 3% CNaz: Candelaria, en pendiente 0-3 %, pobremente drenado, sin erosión, inundabilidad > 6 meses
Terrazas	Asociación El Cantaro (EC): terrazas de nivel medio, en Santander; altos niveles de aluminio libre, pobres en nutrientes y con baja fertilidad. Uso restringido casi exclusivamente a pastizales nativos; hay una gran zona con cultivos de palma africana.	ECa: El Cantaro, en pendiente 0-3%, sin erosión. ECax: El Cantaro, en pendiente 0-3%, inundabilidad < 2 meses. ECab1: El Cantaro, en pendiente 0-7%, erosión ligera.
Deltas fluviales	Complejo Santa Teresa (ST): ubicados en Puerto Wilches, hacia el norte, equidistante del Magdalena y el Lebrija. Drenaje de pobre a imperfecto; reacción muy variable, la saturación de bases alta y fertilidad de baja a moderada. Asociación Sogamoso (SO): en napas de desborde del Magdalena, Sogamoso, La Colorada y la cañada Zarzal. Reacción de ligeramente ácida a ligeramente alcalina, en algunos sectores son muy fuertemente ácidos y de fertilidad moderada.	STay: Santa Teresa, en pendiente 0-3%, sin erosión, inundabilidad 2-6 meses. SOax: Sogamoso, pendiente 0-3%, sin erosión, inundabilidad <2 meses. SOay: Sogamoso, pendiente 0-3%, sin erosión, inundabilidad 2-6 meses. SOaz: Sogamoso, pendiente 0-3%, sin erosión, inundabilidad > 6 meses.

hacia la parte baja del piedemonte y parte de la llanura aluvial, agricultura comercial –arroz, sorgo y algodón– fincas bien planificadas; y finalmente, en sectores próximos a Aguachica, se presenta un microclima seco, con ganaderías muy extensiva sobre pastos nativos, donde la mayoría de los potreros están enrastrados.

- En el sector de orillares entre Bodega Central y Vijagual predomina la ganadería con pastos cultivados, agricultura –maíz, plátano y yuca– mientras que en

Puerto Wilches hay abundantes cultivos de palma africana.

- El sector entre Barrancabermeja y Puerto Wilches predominan las actividades petroleras, la ganadería extensiva y algunos cultivos menores para abastecimiento local –maíz, yuca y plátano.

- Los suelos de las islas corresponden al grupo de orillares con baja potencialidad agrícola por su escasa fertilidad; solamente las islas antiguas permanentes alojan actividades agropecuarias para los residentes. Sustentan sólo cultivos de

pancoger (maíz, yuca, plátano y algunos frutales). Las actividades pecuarias son extensivas por los bajos contenidos nutritivos de los pastos.

## calidad del agua y de los sedimentos

Este estudio evaluó la calidad del agua en sitios de riesgo potencial por el aporte de residuos domésticos o industriales al río y la concentración en los sedimentos de sustancias nocivas que pueden ser reincorporadas a la fase líquida con las actividades de dragado y disposición de sedimentos. Se midieron parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua o los sedimentos superficiales en 12 estaciones lóaticas y en 3 lénticas (tabla 25., figura 31.) en mayo 11,12, y 13 de 1993, durante la época de aguas medias crecientes.

### Resultados

#### Características limnológicas del río.

En general los datos generados por este estudio están dentro de los rangos de variación reportados por la literatura en campañas más intensas y de mayor duración. El HIMAT (Ruiz 1992) evaluó en 7 fechas para diversas condiciones de caudal –entre diciembre, 1986 y septiembre, 1989– las características limnológicas y las concentraciones de metales pesados en la fase líquida de 15 estaciones desde el alto Magdalena hasta Calamar; 3 de ellas –Maldonado, San Pablo y Regidor– están dentro del tramo aquí estudiado. (ver figura 31.)

Los histogramas de la figura 32., p. 42, muestran los resultados de la campaña Carinsa–Incoplan; la última columna, datos HIMAT, es el promedio de los valores medios reportadas por Ruiz (*op. cit.*) para las 3 estaciones mencionadas; otros

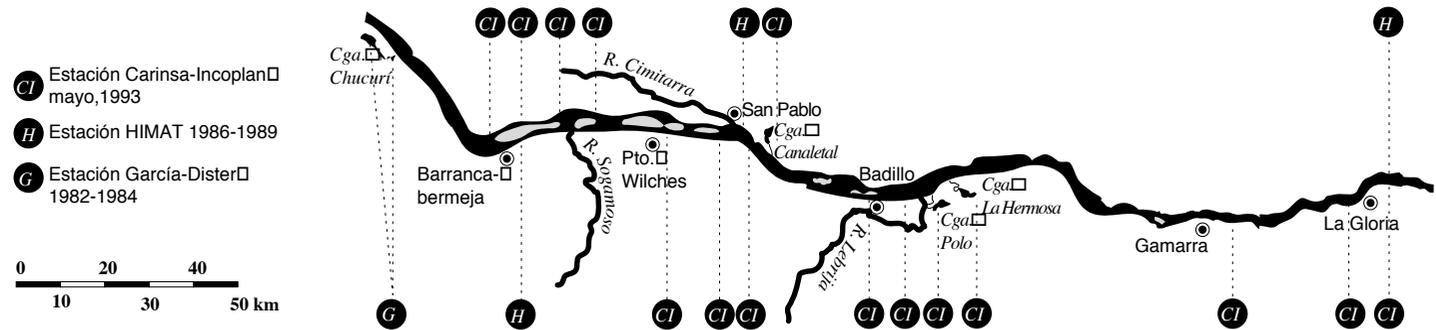


Figura 31. Localización de las estaciones de muestreo para evaluación de calidad de aguas y sedimentos

Tabla 25. Catálogo de estaciones y parámetros evaluados

Estación	Temperatura	Turbiedad	Sólidos totales	Sólidos suspendidos	Sólidos disueltos	Sólidos sedimentables	Oxígeno disuelto	pH	Conductividad eléctrica	Grasas y aceites	Materia orgánica	Mercurio	Plomo	Coliformes totales
Río														
amba Baranca	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	s	as	as	a
abajo Baranca	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	s	as	as	a
ambar. Sogamoso	a	a	a	a	a	a	a	a	a		s	as	as	
abajo. Sogamoso			a	a	a	a				a	s	as	as	
abajo Pto. Wilches														a
ambar. Cimitana	a	a	a	a	a	a	a	a	a					
abajo. Cimitana	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	s	as	as	a
Badillo	a	a	a	a	a	a	a	a	a					
ambar. Lebrija	a	a	a	a	a	a	a	a	a		s	as	as	
abajo Gamarra	a	a	a	a	a	a	a	a	a					a
amba La Gloria	a	a	a	a	a	a	a	a	a		s	as	as	a
abajo La Gloria	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	s	as	as	a
Sistemas asociados														
caño Canaletal	a	a	a	a	a	a	a	a	a					
ciénaga Polo	a	a	a	a	a	a	a	a	a					
ciénaga La Hemosa	a	a	a	a	a	a	a	a	a					
Muestra en agua <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> Muestra en sedimentos <input type="checkbox"/> s <input type="checkbox"/> Sin muestra <input type="checkbox"/>														

datos, para los cuales no hay referencias en la literatura que permitan comparación se presentan en la tabla 26.

Con la notable excepción de la

conductividad eléctrica (*ca.* 3 veces más alta en el estudio de HIMAT, ver figura 32c., p. 42) los demás parámetros son comparables a los de Ruiz (*op. cit.*); es posible sin

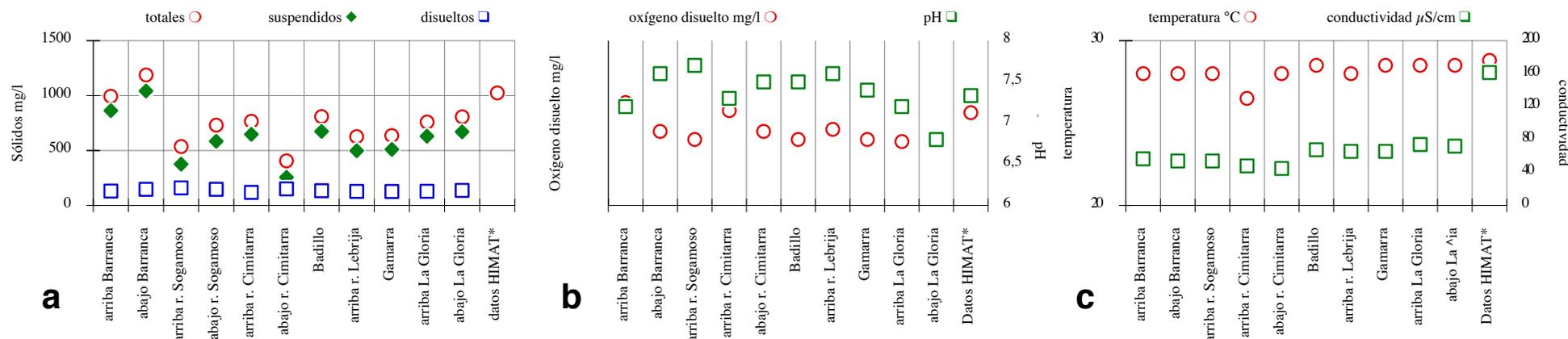
embargo atribuir esta anomalía a las intensas lluvias del primer semestre de este año (año post–Niño).

El Magdalena en su tramo medio se caracteriza por el alto contenido de sólidos en suspensión (entre 63 y 88% de los sólidos totales); es relativamente oligotrófico, –bajas concentraciones de sólidos disueltos

Tabla 26. Caracterización del río

Sitio de muestreo	Turbiedad UNT	Sólidos sedimentables ml/h	Grasas y aceites mg/l	Materia orgánica %	Coliformes totales NMP/ml
amba Baranca	340	0,9	19	0,62	430
abajo Baranca	340	1,1	26	0,35	1100
ambar. Sogamoso	280	0,2			
abajo. Sogamoso	180	1,0	5	0,07	
abajo Pto. Wilches					500
ambar. Cimitana	300	0,9			
abajo. Cimitana	120	0,4	12	0,07	200
Badillo	320	0,9			
ambar. Lebrija	260	0,6		0,3	
Gamarra	260	0,6			200
amba La Gloria	360	0,6			
abajo La Gloria	380	0,6	9	0,78	75

Fuente: Carinsa-Incoplan Ltda, campaña mayo 1993.



Fuente: Carinsa-Incoplan Ltda, campaña mayo 1993.

\* Datos HIMAT: promedio de valores medios de estaciones en el tramo de estudio; ver detalles en el texto.

#### limnológicos

y bajas conductividades. Las aguas son bien oxigenadas, valores cercanos a la saturación para las altas temperaturas imperantes. Los valores de pH varían alrededor de la neutralidad.

Las variaciones longitudinales de las características limnológicas del río durante la campaña de muestreo, figura 2., reflejan los aportes de los grandes tributarios en el tramo; Sogamoso y Lebrija por la margen derecha contribuyen al aumento de sólidos, mientras que los aportes de la vertiente occidental –Cimitarra y Simití– tiene un efecto diluyente.

Igualmente los desechos industriales y domésticos de Barrancabermeja y Puerto Wilches se manifiestan en las altas concentraciones de coliformes fecales, mientras que las intensas actividades de embarcaciones fuera de borda en todas las poblaciones inciden en la alta concentración de grasas y aceites aguas abajo de ellas. Tabla 26., p. 41.

La oligotrofia del río se evidencia además en los bajos contenidos de

materia orgánica de los sedimentos (< 0.8%, media 0,37%; tabla 26., p. 41). Los aportes de los tributarios no son significativos, por el contrario, la literatura reporta una relación inversa entre el % de carbono orgánico particulado y la concentración de sólidos suspendidos. La alta concentración de sedimentos y la carga de fondo ejercen un poder abrasivo que fragmenta la materia orgánica y facilita su oxidación (Paolini, 1990).

#### Sistemas asociados al río.

La información recogida por este estudio sobre los hábitats acuáticos lenticos de la planicie aluvial se limitó a los parámetros de la tabla 27. p. 43 y tiene propósitos comparativos únicamente; como se explicó en la descripción del proyecto la sensibilidad ecológica de estos hábitats y su importancia socio-económica excluye los vertimientos de material dragado y los cierres activos de brazos en las cercanías de los caños de conexión. La última fila de la tabla 3. presenta los rangos de algunos parámetros

reportados por un estudio más amplio, realizado entre 1982 y 1984 en el complejo de ciénagas de Chucurí, ca. 40 km aguas arriba de Barrancabermeja. (García & Dister 1990; figura 31.).

Al igual que para el sistema lótico, los valores hallados están dentro de la variación conocida. Durante la campaña Carinsa-Incoplan las ciénagas presentaban una condición estacionaria o con flujo hacia el río (posiblemente estadio I *sensu* García & Dister, *op.cit.*). Esta situación se manifiesta en valores de turbidez y sólidos suspendidos –hasta un orden de magnitud menor en las ciénagas que en el río, mientras que los valores de sólidos disueltos eran semejantes– y en la alta actividad biológica reflejada por las bajas concentraciones de oxígeno y por las altas temperaturas superficiales. Los bajos valores de conductividad eléctrica (normales para el estadio I) fueron sólo ligeramente menores que en el río, pero se mencionó que éste presentó un comportamiento atípico.

#### Metales pesados

Se investigaron las concentraciones de mercurio y plomo en el agua y en los sedimentos por ser contaminantes tóxicos y estar asociados en la región con actividades potencialmente aportantes. El Pb fué hasta hace muy poco, aditivo de la gasolina para motores de explosión de cuatro tiempos, refinada en Barrancabermeja; el Hg se utiliza en los procesos de minería artesanal en varios de tributarios de Magdalena para el amalgamamiento de oro.

En ninguna de las muestras analizadas (ver tabla 25., p. 41) se encontraron estos metales a pesar de que los métodos analíticos empleados pueden detectar concentraciones de 0,5 mg/l (ppm), para plomo y 2 µg/l (ppb), para el mercurio.

Sin embargo, no se descarta su presencia en los sedimentos más profundos (>1,5 m); las dificultades de muestreo en aguas medias altas sólo permitieron obtención de muestras de sedimentos superficiales (40 cm).

Figura 32. Variación longitudinal de parámetros

Tabla 27. Caracterización de los sistemas asociados al río

Sitio de muestreo	Turbiedad UNT	Sólidos totales mg/l	Sólidos suspendidos mg/l	Sólidos disueltos mg/l	Sólidos sedimentables ml/h	Oxígeno disuelto mg/l	pH	Temperatura °C	Conductividad $\mu$ S/cm
caño Canaletal	28	166	32	134	0,2	0,8	6,5	29,0	66,5
ciénaga Polo	18	133	20	113	0,2	1,4	7,0	29,5	36,8
ciénaga La Hermosa	14	128	11	117	0,1	1,8	7,2	30,0	37,0
datos García-Dister						1,5-11,0	4,0-7,0	30,0-36,0	8,0-60,0

Fuente: Carinsa-Incoplan Ltda, campaña abril 1993.

Ruiz (*op. cit.*) reporta para el Magdalena Medio concentraciones bajas de metales en la fase soluble. En las 3 estaciones HIMAT del tramo de estudio no reporta concentraciones significativas de cobre, plomo, cadmio, zinc, manganeso, hierro, mercurio, níquel o arsénico.

Turner (1981) indica que los metales en solución bajo ciertas condiciones de pH tienden a formas iónicas individuales o ligandos. El Pb a  $\text{pH} \approx 6$  tiende a permanecer en estado libre mientras que a  $\text{pH} 9$  forma complejos relativamente estables con carbonatos. Para los valores de pH del río (6,5-7,8) estas tendencias extremas no ocurren, lo cual favorece la estabilidad de formas de bajo riesgo tóxico.

Si las concentraciones de estas sustancias en la fase acuosa son consecuencia de la traslocación desde la fase de sedimentos (condición bastante improbable debido al potencial oxidoreductor de las aguas que favorece las formas químicas en fase sólida) puede establecerse que los sedimentos tampoco poseen concentraciones que puedan ser consideradas de riesgo por resuspensión o transporte

atribuibles a las actividades de dragado y a su disposición en los brazos secundarios del río o en las islas.

Sólo el desarrollo de una condición anaeróbica permanente (ausente en el río y en las ciénagas) puede alterar los potenciales de oxidación y liberar sustancias en formas tóxicas desde los sedimentos a la fase líquida. Por otra parte, es muy poco probable que se presente acumulación de cualquier sustancia en el río pues la misma dinámica fluvial (socavamiento de lecho en las avenidas) induce procesos de dispersión y dilución.

Otro factor que limita la concentración de estos metales es el bajo contenido de materia orgánica, la fracción ligadora de metales en un sistema lótico como el río Magdalena. (Goldwater & Stopford, 1977) Además, la pobreza de las comunidades bénticas y algunas litorales del río reduce el riesgo de toxicidad, pues limita el intercambio de formas químicas de sales de mercurio (de mediano riesgo) a mercurio metálico (de bajo riesgo) o desde éste a metil-mercurio, altamente tóxico por su lipo-solubilidad que facilita la absorción a través de las membranas celulares. (Goldwater &

Stopford, *op. cit.*)

Otro aspecto importante de analizar para metales pesados en el río es su incorporación a las cadenas alimenticias y su bioamplificación. En su ocurrencia inciden el tipo y forma química del compuesto, la concentración, las rutas metabólicas de absorción, la duración de la exposición, efectos sinérgicos y las características fisiológicas de los individuos involucrados, entre otros, factores que dificultan la evaluación de éste fenómeno (Lenihan y Fletcher, 1977).

Sin embargo no se dispone de evidencia dado que las bajas concentraciones de metales identificadas en diferentes estudios (Ruiz, *op. cit.*, ECSAM, 1991) han inducido a descartar su investigación y porque no se ha reportado morbilidad o mortalidad atribuible a biotoxicidad por peces u otros organismos consumidos por los residentes del sector estudiado. Las mortandades de peces en algunas ciénagas se asocian a anoxias prolongadas y a la contaminación por vertimientos domésticos (ECSAM, *op. cit.*).

### Conclusiones

La calidad del agua en el sector Barrancabermeja-La Gloria no presenta deterioro de las condiciones limnológicas o concentraciones de sustancias de riesgo para la salud humana o la biota acuática. Las limitaciones se presentan más bien con ciertos usos donde algunos parámetros (bacterias coliformes, grasas y aceites) no cumplen los requerimientos de calidad y donde es necesario implementar tratamientos del agua.

En relación con los procesos de dragado/vertimiento no se pudo

establecer restricciones por condiciones desfavorables o por concentraciones riesgosas de sustancias. En las descargas de aguas negras de Barrancabermeja y San Pablo los dragados y vertimientos requieren monitoría detallada de sólidos totales y suspendidos, turbidez y coliformes totales en el agua y materia orgánica, plomo y mercurio en aguas y sedimentos.

## hábitats y organismos

Por sus condiciones limnológicas –alta carga de sólidos sedimentables, valores de pH estables y cercanos a la neutralidad, concentraciones moderadas de sales disueltas, ver subcapítulo calidad del agua y sedimentos– el Magdalena es un río de aguas blancas, (*sensu* Sioli, 1975) y como tal posee comunidades biológicas más diversas y complejas en comparación con ríos de aguas negras o claras.<sup>1</sup>

El Magdalena medio pertenece a la zona potamon (*sensu* Illies & Botosaneau, 1963) caracterizada por pendientes y velocidades bajas, caudales y arrastre de sedimentos elevados y con planicie aluvial. En esta zona se dificulta el desarrollo del bentos y del perifiton por la baja transparencia del agua, el efecto abrasivo de los sedimentos que fragmenta la materia orgánica y la permanente renovación del lecho; por el contrario, la ictiofauna, y por consiguiente la pesca, es abundante y diversa con predominio de cadenas tróficas basadas en detritivoría. (Fittkau, *et al.*, 1975, Bowen, 1983, García & Dister, 1990).

En la planicie aluvial del Magdalena medio la dinámica hidrológica (comportamiento cíclico e impredecibilidad relativa de caudales, niveles, transporte de sedimentos y nutrientes, etc., ver capítulos de hidrología, sedimentos y dinámica fluvial) determina el funcionamiento e interrelaciones de los hábitats acuáticos –lóticos-lénticos del río, ciénagas y caños de conexión– y de los hábitats terrestres, playones, islas y orillares (Dister & García,

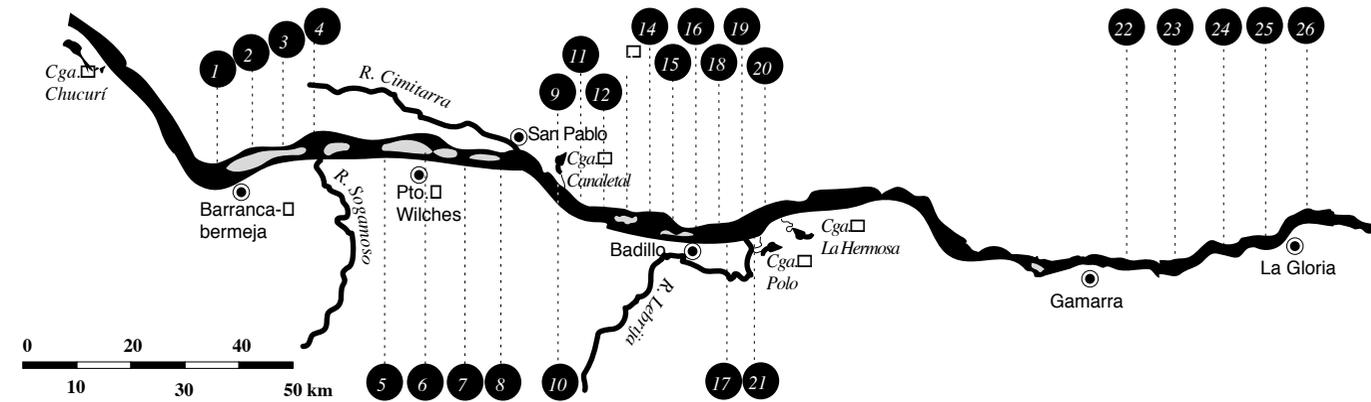


Figura 33. Localización de los sitios de muestreo de comunidades acuáticas y terrestres. Abscisado y descripción en tabla 4.

1984).

En las ciénagas y remansos (brazos secundarios, caños ciegos temporales, etc.) el fitoplancton tiene poca importancia y la producción primaria es fundamentalmente de macrófitas arraigadas y flotantes. Los pulsos de sequía-inundación determinan la cantidad de materia orgánica terrestre que ingresa y se transforma en el sistema acuático.

Prácticamente todos los eventos ecológicos en la planicie aluvial –transporte, depósito y exposición de sedimentos; colonización, desarrollo y descomposición de vegetación herbácea anual; consumo y mineralización de materia orgánica; actividad de herbívoros; migraciones de organismos (*v. gr.* subienda y bajanza de peces), etc.– están relacionados positiva o negativamente con la amplitud y regularidad del ciclo. Aún la pesca, (Arias, 1977 y Kapetsky, *et al.* 1976) y otras actividades de subsistencia (siembras, cosechas, pastoreo, cacería) están afinadas a los pulsos del río, (García & Dister, 1990).

### Diseño del estudio

Para el estudio del medio acuático se empleó un muestreo estratificado de diversas comunidades bióticas en sitios seleccionados, figura 33, de acuerdo con los criterios detallados a continuación.

#### Selección de comunidades

- Hábitat (río, ciénaga, brazo)
- Importancia ecológica y económica
- Facilidad de colección, cuantificación e identificación taxonómica
- Existencia de información ecológica previa
- Tipología litoral del río.

#### Selección de estaciones

- Ubicación y magnitud de dragados y depósitos propuestos
- Ubicación de los cierres de brazos secundarios
- Presencia de asentamientos humanos y actividades productivas.

Las comunidades vegetales terrestres representativas, susceptibles de cambios inducidos por el proyecto se evaluaron mediante un muestreo sistemático basado en un diagnóstico aerofotográfico.

Los sitios de muestreo de las comunidades acuáticas y terrestres seleccionadas se presentan en la figura 33, p. 44., el abscisado en la tabla 28.

### Resultados

A continuación se sintetizan los resultados de las observaciones de campo sobre las diferentes comunidades acuáticas y terrestres estudiadas en la zona del proyecto.

#### Comunidades acuáticas

Los hábitats seleccionados para el estudio de las comunidades acuáticas incluyeron tanto los asociados a las ciénagas –zona litoral, aguas abiertas, sedimentos litorales, caños– como al canal principal y brazos secundarios –faja

<sup>1</sup> Esta clasificación fué desarrollada para los ríos amazónicos, aunque es en principio válida para otras regiones tropicales. En los llanos de Colombia y Venezuela hay ejemplos de ríos negros: Caroní, Vichada, Inírida, Tomo, Tuparro. Algunas ciénagas del Magdalena también poseen estas características, *v.gr.* Barbacoas, Aguasnegras, San Silvestre. Ciertos ríos que discurren sobre lechos duros, p.ej. Nare, La Miel, Cimitarra y otros de la cordillera central, son ríos de aguas claras. El río Negro, afluente del Magdalena, es *sensu stricto*, un río de aguas blancas, su nombre lo dan las lutitas, rocas sedimentarias fácilmente erosionables de la cordillera oriental.

**Tabla 28. Estaciones de muestreo de comunidades acuáticas y terrestres**

Nº	km	Descripción
1	629	Barranca, Puerto Roque
2	621	isla Nueva Venecia
3	614	r. Sogamoso
4	612	frente a isla El Cedro
5	602	isla Perico
6	595	caño Cantagallo
7	584	arriba r. Cimitarra
8	583	r. Cimitarra
9	569	ciénaga Canaletal
10	564	isla El Hachazo
11	552	isla Santacruz
12	542	Sitio Nuevo
13	531	caño Barzal
14	526	brazuelo El Guayabo
15	523	ca. brazo El Barzal
16	519	ciénaga de Burgos
17	520	Badillo
18	503	Carpintero Viejo
19	497	ciénaga Grande
20	495	r. Lebrija
21	493	Bodega Central
22	466	La Esperanza
23	455	Plan Bonito
24	444	Puerto Carmen
25	443	ciénaga Morales
26	435	La Gloria

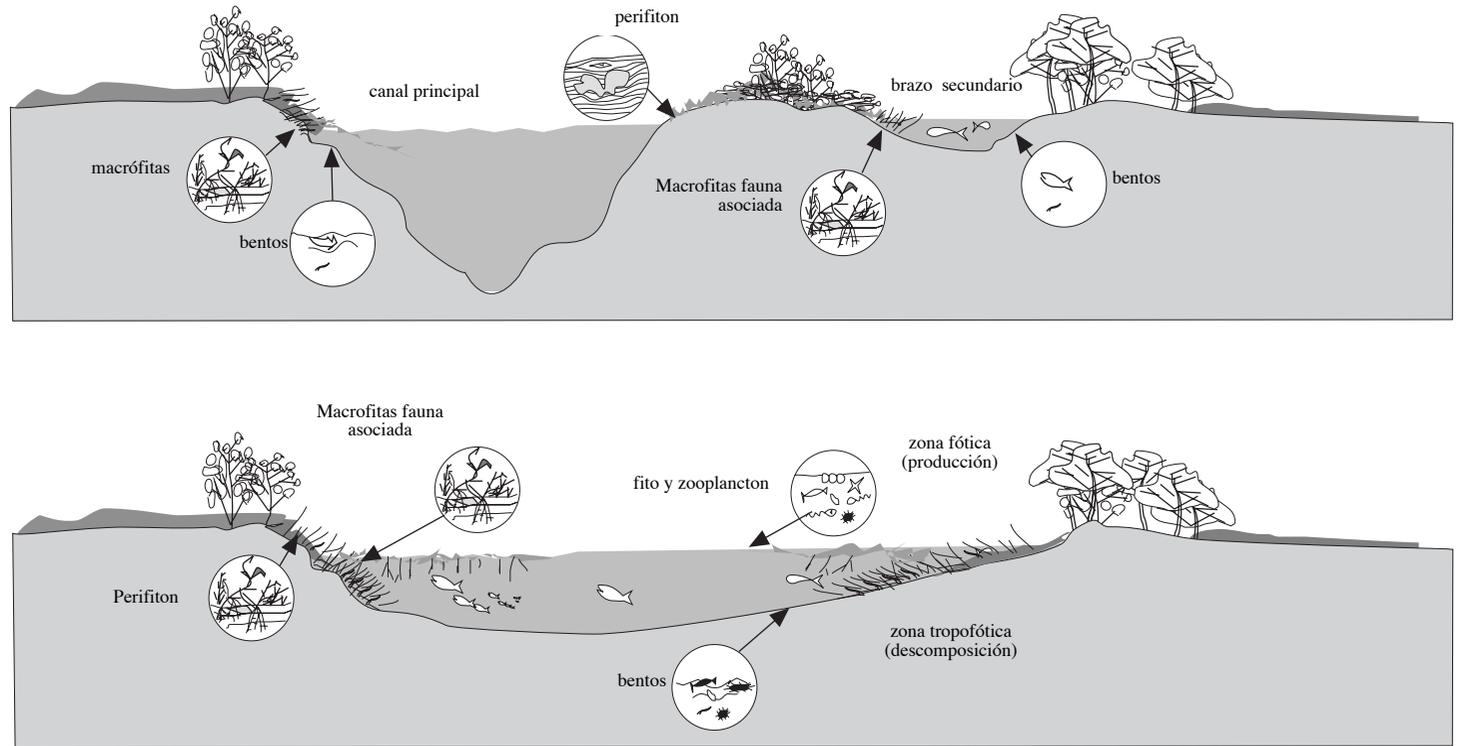


Figura 34. Perfil del río para ilustrar los hábitats de las comunidades acuáticas muestradas

litoral, sedimentos litorales, periferia de islas y lagunas de estiaje en el cauce principal (figura 34.).

Estos hábitats cubren extensiones enormes que trascienden el tramo del proyecto. Las zonas de furcación del río (zonas de islas y brazos secundarios) se encuentran desde la iniciación de la llanura aluvial en Puerto Berrío hasta la confluencia del río Lebrija, y en menor grado entre Gamarra y El Banco y Yatí-Plato. (Khobzi, 1984; ver además

capítulos descripción del proyecto y dinámica fluvial ).

Las ciénagas y madre viejas son el elemento más conspicuo de la planicie aluvial del Magdalena. Marín (1986) estimó en 4.956 km<sup>2</sup> la superficie permanente de ciénagas del sistema Magdalena (incluye los

ríos Cauca, San Jorge y Cesar, el canal del Dique y excluye la ciénaga Grande de Santa Marta).

Las comunidades analizadas (fitoplancton, perifiton litoral, bentos, macrofitas acuáticas, e invertebrados asociados) son de

corta vida, expuestas a los cambios periódicos de niveles del río, que inciden en el comportamiento limnológico del sistema. Con la excepción de los invertebrados asociados a las macrofitas acuáticas, se caracterizan por la bajísima diversidad, consecuencia de la dinámica fluvial que promueve una situación de disclimax, las comunidades no alcanzan estados estables de desarrollo pues los pulsos ambientales (inundación, sequía, cambios tróficos en agua y sedimentos...) sobrevienen en forma rápida e impredecible, así una heterogeneidad temporal se superpone a la espacial.

Tabla 29. Características de las comunidades acuáticas.

	Habitat	Resultados	Observaciones		
Fitoplancton	aguas abiertas en ciénagas	Baja diversidad y abundancia. Rango 77-480 i/ml. 90 taxa, clases Chlorophyceae, Chrysophyceae, Xanthophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Cyanophyceae y Dinophyceae. Dominancia de bacillariofíceas (diatomeas) y en menor grado de clorofíceas y cianofíceas, posiblemente asociada a eutrofia con carencia temporal de nitrógeno, altas temperaturas y luminosidades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•En estudio ciénagas Chucurí-Aguasnegras, Pedraza <i>et al.</i>, 1991, reportan 94 spp. (incluye 7 spp. Myxophyceae, no reportan cianofíceas). Variaciones espacio-temporales de abundancias (0-1.200 i/ml) y uniformidades de Shannon (0-92%) asociadas a <i>ciclotrofia</i> del sistema (cambios temporales: oligo- a meso- a eutrófico dentro de un pulso anual+variación espacial).</li> <li>•Efecto inexistente. Dragados/depósitos distantes de ciénagas/caños</li> </ul>		
Perifiton litoral	perímetro río/ciénagas; substratos orgánicos e inorgánicos	Diversidad baja, 58 morfoespecies. Heterogeneidad espacial alta, substratos escasos, comunidad inestable en río por avenidas, en ciénagas por cambios de nivel. <ul style="list-style-type: none"> <li>•Bacillariophyceae-Pennales, 23 spp. <i>Navicula</i> sp1 (95% de sitios), <i>Gyrosigma</i> sp2 (73%), <i>Fragilaria</i> sp2 (54%), <i>Melosira varians</i>(50%). Aguas ricas en materia orgánica.</li> <li>•Chlorophyceae, 18 spp. <i>Oedogonium</i> sp. (41%)</li> <li>•Cyanophyceae, 12 spp. <i>Anabaena</i> aff. <i>constricta</i> (73%), <i>Gomposphaeria</i> sp dominante en muestras posiblemente asociadas a carencia de nitrógeno</li> <li>•Xantophyceae, 1 sp. rara (5%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alimento secundario de peces ifitogagos de ciénaga (11/25 spp analizadas, García &amp; Dister, 1990)</li> <li>•Efectos puntuales, efímeros en litoral de río por vertimiento de material de dragado. Inexistentes en ciénagas.</li> </ul>		
Bentos litoral	sedimentos superficiales litorales de río y brazos secundarios	Diversidad muy baja, 15 morfoespecies, abundancias ínfimas (8-362 i/cm <sup>2</sup> ). Heterogeneidad espacial amplia. Diversidad río < ciénagas < canales. Spp. iliofagas y herbívoras (perifiton). Predominio de Diptera: 61% (Chironomidae 41%; Muscidae, Tipulidae, Ceratopogonidae < 9%) asociados a sedimentos orgánicos. Ephemeroptera-Polymitarcyidae 28%, abundantes en ciénaga, escasos en río, indican condiciones oligotróficas. Otros taxa: Oligochaetae (Tubificidae), Odonata (Gomphidae) < 5%.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Obrdnik &amp; Garcia (1992) reportan diversidades (120+ spp.) y abundancias mayores (947-1593 i/m<sup>2</sup>) en madrevejas y canales laterales del Rin, biotopos semejantes a los del Magdalena.</li> <li>•Status trófico de invertebrados neotropicales no es conocido.</li> <li>•Efecto puntual y permanente: llenado pasivo de brazos aumenta hábitat disponible hasta cierre; llenado activo elimina hábitat. Hábitat muy extenso en Magdalena medio, importancia negligible.</li> </ul>		
Macrófitas acuáticas	faja litoral de río, brazos, caños, ciénagas; aguas someras y tranquilas	Diversidad/abundancia plano inundable > río. Faja litoral 2 m de anchura en 70% orillas, bordes de islas. En sitios protegidos de la corriente faja > 4 m. 29 spp (helófitas 23, pleustófilas 6): Cyperaceae (20,7 %), Poaceae (17,2), Oenotheraceae y Asteraceae (10,3 cada una). No hay zonación. 3 tipos fisionómicos ( <i>sensu</i> Müller-Dumbois y Ellenberg, 1974)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Alta productividad (54-86 1m/ha/año) de praderas emergentes en playones de estiaje de Chucurí-Aguasnegras (Moreno et al. 1987, García &amp; Dister <i>op. cit.</i>). Inundación incorpora biomasa a ciénagas, alimento básico de insectos y peces iliofagos.</li> <li>•Efecto puntual y permanente. Llenado pasivo de brazos promueve temporalmente crecimiento de macrófitas por disminución de corriente/profundidad.</li> <li>•Efecto análogo a terrestrialización sucesional frecuente en condiciones naturales. Hábitat muy extenso en Magdalena medio, importancia negligible.</li> </ul>		
		<b>Formación</b>		<b>Biotopo</b>	<b>Especies</b>
		Praderas emergentes		Gramíneas en cespedantes ≈ eleocharidos, substrato arenoso	<i>Hymenachne amplexicalis</i> , <i>Panicum elefantipes</i> , <i>Echinochloa cruz-pavonis</i> , <i>Leersia hexandra</i> , <i>Mimosa pigra</i> , <i>Cyperus surinamensis</i> , <i>Rhynchospora</i> sp
				Forbias erectas ≈ Ludwigidos, substrato limoso	<i>Ludwigia erecta</i> , <i>L.decurrens</i> , <i>Sphenoclea zeylanica</i> , <i>Aeschynomene sensitiva</i> , <i>Mariscus ligularis</i> , <i>Fimbristylis littoralis</i>
Praderas flotantes	Hymenachnidios	<i>Hymenachne amplexicalis</i> , <i>Paspalum repens</i> , <i>Panicum elefantipes</i>			
Comunidades flotantes libres	Pleustófitos	<i>Eichornia crassipes</i> , <i>Pistia stratiotes</i> , <i>Salvinia auriculata</i>			
Invertebrados acuáticos asociados a macrófitas	substratos de macrófitas en faja litoral de río, brazos, caños, ciénagas; aguas someras y tranquilas	Diversidad/abundancia altas, relacionadas con diversidad/tamaño de substratos. (112 morfoespecies, 92 Insecta; 10-20 taxa en 50 % de estaciones). Insectos terrestres frecuentes: Homoptera (Ricinulei y Cicadellidae), Hymenoptera (Formicidae: <i>Paratrychina</i> sp, <i>Pachycondila</i> sp, <i>Conomyrma</i> sp.), Dermáptera/Ortoptera asociados a hábitats terrestres alterados (deforestación, quemas, cultivos). Cyclopoida, <i>Baetis</i> s3p, Corixidae, Dolochopodidae y Chironomidae con inmaduros acuáticos, asociados a aguas oligo- a eutróficas. (Roldán, 1988-1992; Roback, 1974; Margalef, 1989). Taxa raros indican heterogeneidad trófica de micro-hábitats e influencia antrópica. Alta heterogeneidad espacial: •Índice de disimilaridad/grupo promedio, datos binarios agrupa todas estaciones a nivel 32%; atributos comunes: substrato <i>Eichornia</i> sp., aguas lénticas. •Ordenamiento NMDS: Chironomidae/Rhagovelia (bajas tensiones de oxígeno) y <i>Marilia</i> sp e <i>Hidrotilla</i> sp (Trichoptera), aguas oxigenadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Invertebrados constituyen alimento para aves acuáticas y peces, 9/25 spp parcialmente insectívoras (García, datos sin publicar) .</li> <li>•Efectos negativos sobre las macrófitas afecta supervivencia de invertebrados asociados. Comunidad se renueva varias veces por año. Hábitat muy extenso en Magdalena medio, importancia negligible</li> </ul>		

La tabla 29. sintetiza las observaciones sobre las comunidades estudiadas y hace referencia a otros estudios en el río, relevantes en el contexto de las posibles implicaciones de las acciones del proyecto.

**Peces**

La comunidad de peces del sistema Magdalena ha sido objeto de numerosos estudios en atención a su innegable importancia social y

económica. (Arias, 1975; Beltrán & Beltrán, 1976, Kapetski, 1978; Arboleda, *et al.*, 1984; Anzola & Contreras, 1989; INPA, 1989; Mejía, 1989; Valderrama & Villarreal, 1989; etc.).

La ictiofauna del Magdalena es diversa y abundante, se conocen más de 140 especies, sin embargo sólo unas 30 son utilizadas como alimento y de estas sólo 12 son objeto de

comercialización. (Tabla 30.).

La gran mayoría de las especies de interés pesquero tienen su hábitat permanente en las ciénagas, y sólo se encuentran en el río durante las migraciones reproductivas (subienda), asociadas a los niveles bajos del río, y de repoblamiento (bajanza), durante aguas altas.

Los estudios citados han establecido que la maduración sexual ocurre

durante la subienda (noviembre a febrero y julio-agosto), se utilizan las reservas alimenticias concentradas en las ciénagas durante un lapso cuya duración varía con la especie.

Al final del recorrido las gónadas se encuentran desarrolladas, listas para el desove en aguas más torrenciosas y oxigenadas.

Cuando terminan el verano y el veranillo, los niveles del agua suben

Tabla 30. Algunas características de las especies del sistema Magdalena

Especie (nombre vulgar)	Hábito alimenticio	Status migratorio	Abundancia relativa (%)	Interés en pesca
<i>Curimata mivartii</i> (vizcaina)	Iliófaga	ciénaga	6,3	familiar
<i>Curimata magdalenae</i> (viejita)	Iliófaga ? plancton?	ciénaga	2,9	familiar
<i>Prochilodus reticulatus magdalenae</i> (bocachico)	Iliófaga	1.-3.; 6.-7	21,0	comercial
<i>Cyrtiocharax magdalenae atratoensis</i> (Chango)	Carnívora			
<i>Triporthus magdalenae</i> (arenca)	Zooplancton/insectos	2.; 4.-5.; 7.-8.; 10.-11	19,0	comercial
<i>Astyanax fasciatus</i> (sardina)			2,3	familiar
<i>Creagrutus magdalenae</i> (sardina)	Zooplancton ? insectos?			
<i>Roeboides davi davi</i> (boquiancha)				
<i>Gibertolus altus</i> (dorada)	Omnívora	río ?		comercial
<i>Bricon moorei moreii</i> (sabaleta)	Insectos, plancton ?	2.-5.		familiar
<i>Centrochir crocodili</i> (matacaimán)	Iliófaga, fitoplancton			
<i>Trachychorystes insigna insigna</i> gara-gara			3,5	
<i>Pseudopimelodus bufonis</i> (bagre sapo)				
<i>Pimelodus sp</i> (barbudo)	Iliófaga, plancton			comercial
<i>Pimelodus clarias</i> (nicuro)	Omnívora	4.-5.; 10.	7,7	comercial
<i>Pimelodus grosskopfii</i> (capaz)	Iliófaga, insectos		20,1	comercial
<i>Pseudoplatys toma fasciatum</i> (bagre tigre)	Carnívora	4.-6.; 8.-10.	3,5	comercial
<i>Sorubim lima</i> (blanquillo)	Omnívora ?	4.-6.	0,9	comercial
<i>Ageneiosus caucanus</i> (doncella)	Iliófaga	5.-6.; 8.-10.		comercial
<i>Pterygoplichthys undecimalis</i> (coroncoro negro)	Iliófaga	río		familiar
<i>Plecostomos tenuicauda</i> (zapatero)				
<i>Panaque gibbosus</i> (bigotudo)				
<i>Loricaria magdalenae</i> (alcalde)	Iliófaga	río		familiar
<i>Loricaria filamentosa</i> (raspacanoa)	Iliófaga	río		familiar
<i>Eigenmania virescens</i> (mayupa)				
<i>Plagioscion surinamensis</i> (pacora)	Insectívora			comercial
<i>Petenia kraussii</i> (mojarra amarilla)	Omnívora	ciénaga		comercial
<i>Aequidens pulcher</i> (mojarra azul)		ciénaga		familiar

(marzo a junio y agosto a noviembre) cubren grandes áreas del plano inundable y se presenta el retorno de los peces hacia las ciénagas.

Sin embargo, la salida de las ciénagas no es simultánea a lo largo del río, ni todas las especies migran a la vez (tabla 30.). No se conoce con precisión los tiempos requeridos para

desove ni las distancias recorridas por una población migrante.

Por otra parte, dado que un alto porcentaje de las especies de interés pesquero son iliófagas (se alimentan de detritos) la productividad debe estar asociada a la conversión de sedimentos en materia orgánica asimilable y esta su vez a los pulsos

de sequía (exposición de áreas para desarrollo de vegetación) e inundación (descomposición de materia orgánica terrestre en el agua).

Los sectores del río con morfología trezada parecen ser más diversos debido al mayor número de islas, gran anchura y aguas con menores velocidades, que genera mayor número de hábitats favorables a las especies no migratorias.

Se presentan mayores abundancias en los brazos, en las bocas de ríos y los caños afluentes. El mayor número de especies exclusivas de río se registró en las bocas de los ríos Cimitarra, Sogamoso, caño Maldonado.

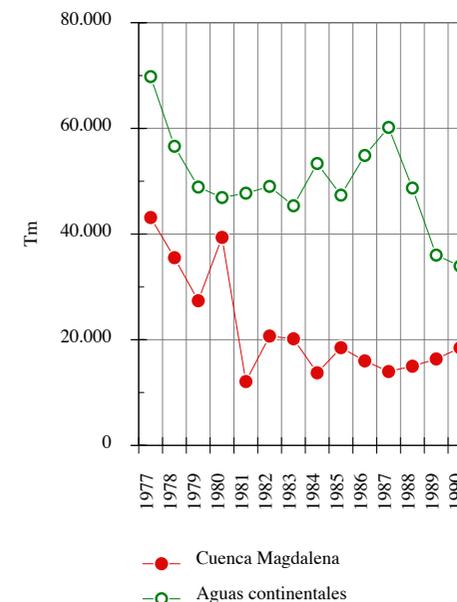
### Pesca

A pesar de la disminución evidente de la pesca en la cuenca del Magdalena durante el último decenio, (ver figura 35.) el recurso continúa siendo importante. La población ribereña deriva una buena parte de su sustento y aún ingresos de la pesca y su comercialización, (ver capítulo sistema antrópico). Se observó el uso de atarrayas, chinchorros, barrederas, anzuelos y nasas en sitios donde el río presenta gran amplitud y en las numerosas islas.

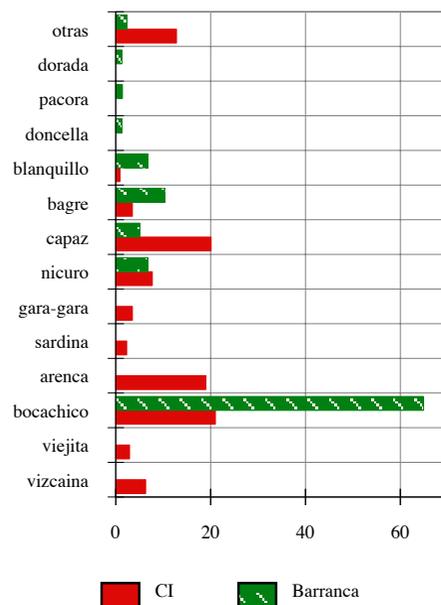
En donde el río se encajona y el número y tamaño de islas disminuye, aumenta su corriente y profundidad, se dificulta el uso de estas artes. También se evidenció el empleo de atarrayas rastreas y de trasmallos de ojo pequeño (prohibidas por el INDERENA) a través de caños de ciénagas. Estas prácticas contribuyen a la disminución de las poblaciones de peces, y por ende, a la producción pesquera de la zona.

La figura 35. muestra la producción pesquera de la subienda en la cuenca del Magdalena comparada con el total de las aguas continentales. Se afirma (INPA, 1993), que la disminución de las capturas en el Magdalena reflejan una reducción del recurso pesquero por la sedimentación inducida de las ciénagas, la alta contaminación del río, el uso indebido de artes y métodos de pesca, la pesca de juveniles y la sobrepesca, entre otros. Sin embargo, en el resto del país (cuencas del Atrato, Sinú, Orinoco y Amazonas) las capturas también han disminuido, sin que se puedan esgrimir los mismos argumentos.

Ciertamente las estadísticas pesqueras son de uso del recurso y no indicadoras de su tamaño.



Fuente: Arboleda, et al., 1989; INPA 1991, 93; INDERENA, s.f.  
Figura 35. Pesquerías de agua dulce en Colombia, 1977-1990



Fuente: INPA 1993.

Figura 36. Abundancia relativa de especies en muestreos y centros de acopio

Si bien es cierto que algunos de los factores mencionados están ocurriendo, se excluyen otros potencialmente importantes: mejores facilidades de mercadeo de peces marinos en los centros de consumo, desarrollo de la acuicultura, cambios en los patrones de consumo, abandono de la actividad pesquera por otras más rentables, etc. La figura 36. compara la frecuencia de las especies comerciales en los muestreos de este estudio vs. Barrancabermeja en 1992, principal sitio de acopio.

Los sitios del río que presentan condiciones favorables para las labores de pesca son, en orden de importancia, los brazos que presentan aguas calmadas y las orillas cubiertas con vegetación, los playones de islas

con pendientes suaves y poco profundos y las orillas profundas, donde se utiliza la barredera. Los caños que unen a las ciénagas con el río, así como las bocas de los afluentes son sitios actualmente prohibidos para la pesca, aunque es común observar concentraciones de pescadores en ellos, especialmente al producirse las bajanzas.

Para la pesca en ciénagas se utiliza fundamentalmente la atarraya y, ocasionalmente, los anzuelos atados a boyas y las nasas.

Las ciénagas tienen una buena oferta a través de todo el año, aunque tienen restricciones en algunas épocas por su importancia como área de desove y levante de alevinos.

Los centros de acopio que sirven de puntos iniciales de concentración de la producción pesquera corresponden a los puertos fluviales más importantes en el sector entre los cuales están:

- Barrancabermeja: ciénagas de Canaletal, San Silvestre, El Llanito y Vija.
- Puerto Wilches: ciénagas Vija y Canaletal.
- Barranca Lebrija: Vijagual, El Cerro, Simití y El Piñal
- Gamarra: ciénagas Morales y Puerto Viejo

### Comunidades terrestres

#### Vegetación

La vegetación original de la zona del proyecto se encuentra en un estado de deterioro, iniciado con el leñateo requerido por la navegación a vapor; el 60 % del área ha sido transformada a pastos para ganadería extensiva y en menor escala para cultivos indus-

triales. Las áreas mejor conservadas son aquellas sujetas a inundaciones prolongadas y con suelos salinos, localizadas por lo general en los bajos y al borde de las ciénagas.

Aunque en el tramo del proyecto se reconocen dos zonobiomas –al sur y al norte del río Lebrija aproximadamente– definidos por las diferencias en pluviosidad anual y estacionalidad, esta categorización no es apropiada para la planicie aluvial.

La vegetación terrestre asociada al proyecto es *azonal*; las diferencias en drenaje, en inundabilidad –en parte definida por la posición topográfica– y la estabilidad del paisaje fluvial definen las características de los hábitats de la planicie aluvial actual, (García & Dister, 1990).

La dinámica fluvial natural del Magdalena medio –divagación lateral de cauce, avulsión y reinvasión de paleocauces– permite la persistencia de una cohorte de especies adaptadas para desarrollarse en hábitats diferentes. Así que es el lapso transcurrido entre perturbaciones, naturales o culturales, el factor que mejor define el status de la vegetación en la planicie, (García & Dister, 1990, García, *et al.* 1993).

Las islas y orillares, los diques o albardones y los bajos y cubetas de decantación, todos expuestos a una influencia antrópica fuerte, son los hábitats relacionados con el proyecto. La tabla 31. resume las características sobresalientes y su relación con el proyecto; la figura 37.p., 50 ilustra los tipos de comunidades evaluados.

#### Islas

Las islas fluviales son un elemento conspicuo del tramo del proyecto, por lo general son efímeras, su forma y tamaño está determinado por la

dinámica del río ; se forman mediante dos procesos:

- por el levantamiento del lecho del río por acumulación de sedimentos. La edad y el tamaño determinan los diferentes tipos de vegetación, realmente estados sucesionales, desde macrofitos acuáticos hasta vegetación arbórea. En las islas más grandes y anti-guas la sucesión es arrestada y reemplazada por cultivos de pan coger.
- por la desviación de un brazo del río, rompimiento de un meandro o reinvasión de un paleocauce. En este caso la vegetación es la del área convertida en isla, por lo general sus características son similares a las de las comunidades de orillares o diques.

#### Orillares

Los orillares son unidades inestables, formadas en la margen convexa del meandro del río por acumulación de material transportado (IGAC, 1986). El factor característico que determina este tipo de unidad fisiográfica es el continuo aporte de material y el cambio periódico del nivel de las aguas. En los orillares predominan las especies tolerantes de inundación.

#### Diques o albardones

Sólo reciben aportes del río en las grandes avenidas. Es la unidad fisiográfica más elevada y estable de la planicie, lo que favorece el establecimiento de bosques de gran porte y de lento crecimiento; sin embargo son el hábitat más alterado, predilecto para el establecimiento de viviendas y otra infraestructura, cultivos perennes y desarrollos ganaderos.

#### Bajos y cubetas de decantación.

Ocupan las partes mas bajas de la planicie de inundación, están

localizados detrás de los diques, presentan un relieve plano-cóncavo formado por la sedimentación de materiales finos del río en épocas de desbordamiento y por los afluentes provenientes de las cordilleras. El nivel freático elevado, el mal drenaje, la inundabilidad y los suelos salinos, determinan la composición florística.

Estas zonas son utilizadas como fuente de leña y sitios de pastoreo, en épocas de estiaje.

### Sucesión

La dinámica fluvial descrita en capítulos anteriores (divagación de lecho, avulsión y reactivación de brazos secundarios, etc.) genera un mosaico de estadios sucesionales en las islas y orilleras y en menor grado en los diques y bajos. El desarrollo sucesional es frecuentemente arrestado por los eventos mencionados y el proceso vuelve a empezar. La fuente de propágulos para los primeros estadios son generalmente las praderas flotantes expulsadas de las ciénagas durante el inicio del estiaje, cuando comienza el descenso de niveles en el río, y las ciénagas fluyen en dirección de éste.

Las macrófitas flotantes *Eichornia crasipes*, *Pistia stratiotes*, *Lemna aquinoctialis*, *Azolla filiculoides*, *Spirodela biperforata* y *Salvinia auriculata* se varan en los bajos del río, en los remansos y en los extremos distales de las islas corriente abajo. Las menores velocidades del río, especialmente en los brazos secundarios, facilitan la sedimentación con la consecuente reducción de la profundidad. El proceso es acelerado por la acumulación de sedimento entre las raíces de las macrófitas.

Estos suelos inestables son colonizados por gramalote, *Paspalum repens*,

Tabla 31. Tipos fisionómicos de comunidades vegetales

Tipo	Comunidad	Ubicación	Substrato	Cobertura, estratos, especies características
	vegetación herbácea macrófitas	En islotes nuevos, orilleras bajos	Mayoría limo y alta humedad	> 90% y alturas ≤ 2 m. <i>Ludwigia erecta</i> , <i>L. decurrens</i> , <i>Leersia hexandra</i> , <i>Mariscus tigularis</i> , <i>Panicum elefantipes</i> , <i>Cyperus luzulae</i> , <i>Rhynchospora sp.</i> , <i>Fymbristilis litoralis</i> , <i>Echinoclea cruz-pavonis</i> , <i>Eclipta alba</i> , <i>Sphenoclea zeylanica</i> , <i>Hedyotis herbacea</i> .
	Matarral claro de compuestas	Sobre playones	arenoso, capa delgada limo/arcilla, materia orgánica	1. Arbustivo; 3-5 m, cobertura 40%, "boyomojoso" ( <i>Tessaria integrifolia</i> ). 2. Herbáceo graminoide; 1,5 m, cobertura 95% <i>Leersia hexandra</i> , <i>Panicum elefantipes</i> , <i>Rhynchospora sp.</i> , <i>Echinoclea cruz-pavonis</i> .
Islas	Bosque de mimbres	Muy común	Capa orgánica ≤ 20 cm con > 60% hojarasca	3 estratos: 1. arbóreo 10 m, 65%, <i>Salix humboldtiana</i> , <i>Tessaria integrifolia</i> , <i>Cecropia membranacea</i> <i>Muntingia calabura</i> 2. Herbáceo > 95% <i>Panicum elefantipes</i> <i>Echinochloa cruz-pavonis</i> 3. Escandente < 5%., <i>Momordia charantia</i> , <i>Melotria sp</i>
	Guarumera alta	Sobre islas antiguas y orilleras	Capa materia orgánica > 20 cm, con mantillo	5 estratos: 1. Arbóreo 18-20 m > 50% , <i>Cecropia membranacea</i> 2. Arbóreo bajo 8-10 m, 30% <i>Inga sp</i> , <i>Muntingia calabura</i> 3. herbáceo alto 2,5 m, 60% <i>Heliconia brachyantha</i> , <i>H. episcopale</i> , <i>Calathea lutea</i> , <i>Piper marginatus</i> y <i>P. carense</i> 4. Herbáceo bajo graminoide 0,5 m 20% <i>Olyra latifolia</i> 5. Escandente 10% <i>Cissus quadrilata</i> , bejucos.
Diques	Relicto de bosque natural intervenido		Suelos ricos con mantillo > 95%	6 estratos 1. Arbóreo 30 m, 50% Calientamanos, <i>Enterotobium schomburgku</i> 2. Arbóreo inferior 15 m 40% , zanco (Laureceae), <i>Ficus dendrocidia</i> , calientamanos 3. arbolitos 9 m, 50% <i>Ficus dendrocidia</i> , <i>Neea sp</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> 4. Arbustivo 5 m, 30% , <i>Neea sp</i> , <i>Bactris maraja</i> , <i>Triplaris americana</i> 5. Herbáceo, <i>Heliconia brachyantha</i> , <i>H. episcopales</i> , <i>Mimosa pigra</i> , <i>Neptunia prostrata</i> , <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Enterolobium sp</i> 6 Escandente < 10% <i>Monostera sp</i> , <i>Xantosoma sp</i> (epifitas)
	Bosque secundario		Cubierto por mantillo y troncos caídos	4 estratos: 1. Arbóreo 16 m, 60% <i>Cecropia membranacea</i> , <i>Triplaris americana</i> , <i>Cuzu</i> 2. Arbóreo inferior 7 m, 20% , <i>Pithecellobium dulce</i> , carne de tortuga 3. Arbustivo 70% dominado <i>Bactris maraja</i> , carne de tortuga <i>Triplaris americana</i> , <i>Cuzu</i> 4. Herbáceo, <i>Heliconia episcopales</i> , <i>H. brachyantha</i> , <i>Piper carense</i> , <i>P. marginatus</i> . Con <i>Cissus sp</i> , <i>Passiflora sp</i> enredaderas
Bajos y cubetas	vegetación de playones.	Parte del sistema de ciénagas	Suelos expuestos por descenso de ciénagas	2 estratos: 1. Herbáceo, 1m, 40% <i>Ambrosia cumanensis</i> , <i>Trichospora menthoides</i> , <i>Heliotropium indicum</i> , <i>Solanum campechiense</i> , <i>Cleome eosinosa</i> , Poceae spp 2. Rasante, 80%, <i>Neptunia prostrata</i> . Comunidad anual.
	Bosque de pimiento.	Borde de ciénaga, exterior a playones	Mantillo > 80%	Borde de ciénagas. Dominado por <i>Phyllanthus velleanus</i> 4 estratos: 1. Arbóreo 14 m, 70% <i>Phyllanthus velleanus</i> , <i>Calliandra formosa</i> 2. Arbustivo 5,5 m, 30% <i>P. velleanus</i> , <i>C. formosa</i> , <i>Mimosa pigra</i> , <i>Pithecellobium lanceolatum</i> 3. Herbáceo, 1 m, 10% , <i>Heliotropium indicum</i> , <i>Ambrosia cumanensis</i> , <i>Mimosa pigra</i> 4. Escandente, 5%, <i>Dilkea sp</i> , <i>Cissus sicyoides</i>
	Bosque mixto de borde de ciénaga	Exterior a bosque de pimiento	40% mantillo	Cinco estratos: 1. Arbóreo superior 22 m, 50% . <i>E. schomburgku</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>Cassia sp</i> ; 2. Arbóreo bajo 8 m, 40% <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Phyllanthus velleanus</i> , <i>Cardiospermum elicabum</i> , <i>Triplaris americana</i> 3. Arbustivo 5 m, 40% <i>Pithecellobium dulce</i> , <i>Cassytha filiformes</i> , maizcocho, <i>Mimosa pigra</i> 4. Herbáceo, 2 m, 60% <i>Heliconia episcopales</i> , <i>H. brachyantha</i> y gramíneas 5. Escandente 30% <i>Cissus quadrilata</i> y <i>Passiflora auriculata</i> (enredaderas).

y algunas especies de Ciperaceae (*Cyperus sp*, *C. surinamensis* y *Rhynchospora sp*), dispersadas por el viento.

La consolidación y enriquecimiento del suelo favorecidos por las gramíneas y ciperáceas permite el establecimiento de rodales mono-específicos de sauce (*Salix humboldtiana*) y mimbres (*Tessaria integrifolia*), también anemócoras (semillas dispersadas por el viento).

Las extensas redes radiculares consolidan los suelos franco-arenosos y lentamente los desecan, lo que permite la supervivencia de otras especies arbustivas menos tolerantes de la humedad: *Mimosa pigra*, el

ricino (*Ricinus comunis*), la caña brava (*Gynerium sagittatum*), los platanillos (*Heliconia brachiantha*). Muchas de las especies de este estadio son dispersadas por aves y pequeños mamíferos (roedores y quirópteros).

En ausencia de avenidas que socavan el lecho, el proceso hasta ahora descrito puede tomar hasta dos años. A partir de este punto los suelos están bien desarrollados y enriquecidos, y son propicios para el establecimiento del guarumo (*Cecropia membranacea*) y otras especies arbóreas heliófilas (intolerantes de la sombra) de rápido crecimiento.

La sucesión podría proseguir hasta estadios secundarios más complejos en número de especies y estratos, pero es

arrestada por el desmonte para cultivos anuales, principalmente maíz y yuca. Cuando los rendimientos bajan, después de tres o cuatro años, se siembran los terrenos con plátano, un cultivo permanente en la zona.

El proceso sucesional esbozado arriba tiene una gran importancia social, pues las islas nuevas y los terrenos ganados al río son en muchas zonas las únicas áreas colonizables. En un sentido muy real el río aporta un recurso tradicionalmente considerado no renovable.

### Fauna terrestre

Los hábitats de la planicie aluvial del Magdalena constituyen una de las reservas de fauna más diversas del

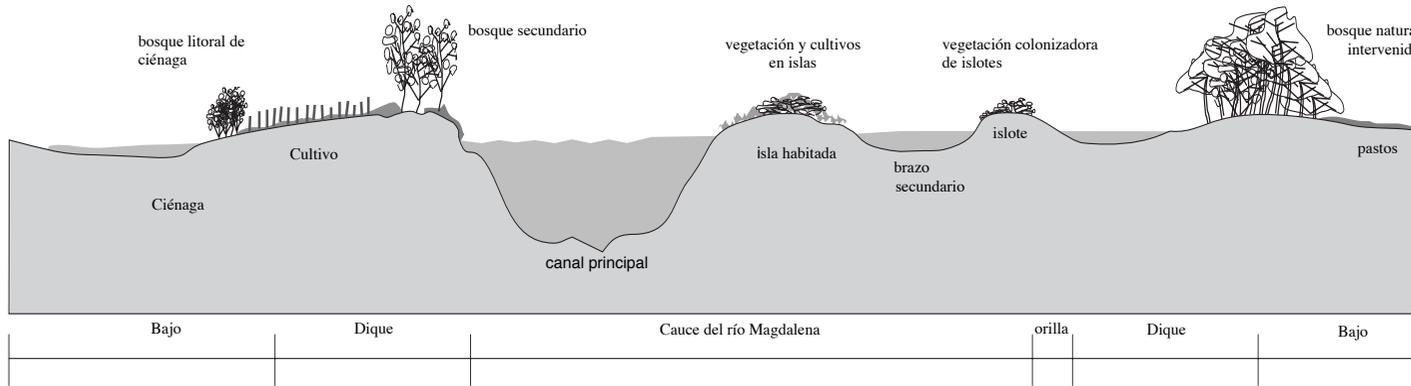


Figura 37. Perfil del río para ilustrar los hábitats de las comunidades terrestres muestreadas

país. Se conocen más de 200 especies de aves, cerca de 150 especies de anfibios y reptiles, la fauna de roedores es de las más ricas del mundo.

A diferencia de la vegetación, la fauna vertebrada terrestre no es exclusiva de un sólo hábitat, por el contrario, la estacionalidad (v. gr. pulsos de inundación y sequía) ha fomentado la adaptación de especies con hábitos migratorios. Los humedales del Magdalena no son sólo refugio de invierno para las especies de aves migratorias del hemisferio norte.

Durante el estiaje muchas especies –tanto herbívoras como carnívoras– de mamíferos, aves, anfibios, reptiles procedentes de áreas externas a la planicie se concentran alrededor de los bebederos. Recípro-camente, la inundación expulsa hacia sitios elevados un gran número de organismos. Incidental-mente, estos ciclos son imitados por los ganaderos tradicionales que mueven sus rebaños hacia los sitios elevados durante la estación lluviosa y los regresan a los bajos y playones durante la sequía.

La fauna vertebrada de la planicie

aluvial del Magdalena está, sin embargo, en un acelerado proceso de deterioro como consecuencia de la destrucción masiva de hábitats (especialmente de las formaciones selváticas del curso medio del río), la cacería y la terrestreización de humedales.

En la actualidad las poblaciones de algunas especies de reptiles y mamíferos han sido desplazados localmente o han visto reducida su densidad a niveles casi irrecuperables.

En el anexo se incluye un listado de las especies faunísticas presentes en la zona teniendo como base los registros reportados en la literatura, así como los datos obtenidos en la fase de campo del estudio. Todas las especies del listado están relacionadas en mayor o menor grado con los ecosistemas acuáticos de la zona del proyecto.

Las aves acuáticas o semiacuáticas constituyen el grupo más diverso del área, son comunes los cormaranes o patos cuervos (*Phalacrocorax olivaceus*), los picotijera (*Rynchops nigra*), el chorlo collarero (*Charadrius collaris*) y la garza real (*Egretta alba*).

Los patos cuervos se ubican en grupos grandes en islas no habitadas, se les observa a lo largo del río en actividad de caza. Descansan en los árboles altos de las orillas del río, caracterizados por grandes manchas blancas de deyecciones en la vegetación y el suelo.

Los picotijera anidan en playas de arenosas de islas, colocan generalmente dos huevos moteados de tamaño mediano. La garza real y otras especies de garzas (*Ardea cocoi*, *Casmerodius alba*) se ubican solitarias a lo largo de las orillas del río; se observan con frecuencia cerca de las canoas de pescadores que utilizan *barredera*.

En las playas arenosas se observa el chorlo collarero un ave pequeña, solitaria y de hábitos diurnos, que las utiliza como sitios de postura. El bujío común o chotacabras, (*Nyctidromus albicollis*) utiliza como sitios de anidación el piso de bosques cercanos a ciénagas.

En el área es notoria, también, la presencia de iguanas, *Iguana iguana*, y lobos polleros (*Tupinambis nigropunctatis*) que descansan o se asolean en las mañanas en los guamos a orillas del río Magdalena

o Lebrija, o en las playas arenosas de las islas. La tortuga de río (*Podocnemis lewyana*) y la icotea (*Trachemys scripta callitoris*) son frecuentes en las áreas ribereñas, no obstante para estas últimas constituye, además, sitio de postura y anidación en épocas de niveles bajos del río, a su vez es fuente de proteína para la gente de la región.

El río Magdalena y sus áreas anexas (ciénagas, madre viejas) constituyeron en el pasado hábitat predilecto de caimanes, especialmente *Crocodylius acutus*, debido a la presión de caza, por su piel, prácticamente desaparecieron del valle del Magdalena. Según un reporte de los habitantes del área el último cocodrilo conocido fue cazado hace 2 años en cercanías de Barrancabermeja.

En cuanto a los mamíferos, las poblaciones del ponche o chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) tuvieron gran importancia en la zona, pero han sido diezgadas por su piel y su carne. Sin embargo, la presencia de huellas en las islas no habitadas y la frecuencia de individuos juveniles criados como mascota indica la existencia de reductos.

Los primates (*Cebus albifrons*, *Seniculus alouatta*, *Ateles bezebuth*, *Saguinus oedipus*, *Aotus trivirgatus*) están prácticamente extintos por destrucción de los bosques riparios y por su cacería para comercio de mascotas. Una situación similar se presenta con los grandes gatos *Felis concolor*, *Felis yagoarundi* y *Felis onca*; sus poblaciones han sido aniquiladas para el comercio de pieles

En general, se pudo constatar una disminución acentuada de los reptiles y mamíferos acuáticos o semiacuáticos en el área del

Tabla 32. Efectos del proyecto sobre las comunidades biológicas

	Dragados	Cierre activo	Cierre pasivo	Vertimiento
Macrófitas y fauna asociada		Perdida de oferta alimenticia para aves, reptiles y mamíferos acuáticos (nutria, ponche)	Reducción de áreas de alimentación, refugio y cría por alta densidad de cierres. v.gr., Canaletal, km 573-567 con 19 cierres	
Ciénaga-cano		Obstrucción de canal y sedimentación de ciénaga. v.gr., km 573 cerca de ciénaga Cimilicico		
Orillares	Derrumbamiento por dragados litorales y cortes en cajón			
Peces migratorios		<ul style="list-style-type: none"> <li>• taponamiento de canos de acceso, bloqueo de migraciones en cercanía de ciénagas</li> <li>• disminución de vías de migración</li> <li>• reducción áreas de alimentación, refugio y cría</li> <li>• concentración de peces en canal principal facilita pesca intensiva. v.gr., La Coquera km 610, avulsión y dragado litoral en mismo sector</li> </ul>		
Islas y playones				<ul style="list-style-type: none"> <li>• destrucción de vegetación, reemplazada por sucesión</li> <li>• reducción/pérdida de sitios de nidación, alimento y refugio de reptiles (tortugas, iguanas...) y aves</li> </ul>

Tabla 33. Especies de interés ecológico asociadas a los hábitats acuáticos

Especie	Nombre vulgar	Presencia	Hábitats	Status
<i>Podocnemis lewyana</i>	tortuga	Residente	Diurnos, ríos/ciénagas, desove en playas arenosas	Población reducida
<i>Crocodylus acutus</i>	caimán	Residente	Nocturnos, anida en playas arenosas, ríos, ciénagas/pantanos, carnívoro	Desaparición local
<i>Caiman crocodylus fuscus</i>	babilla	Residente	Nocturnos, ríos, ciénagas pantanos, se alimenta de caracoles cangrejos, peces, tortugas	Desaparición local
<i>Botaurus pinnatus</i>	tamborero	Residente	Diurnos, pantanos	Población reducida
<i>Jabiru mycteria</i>	grulla	Residente	Diurnos, ciénagas, aguas abiertas	Población reducida
<i>Anas cyanoptera</i>	zarceta colorada	Migratoria	Diurnos, migra de octubre a abril	Desaparición local
<i>Lutra longicaudis</i>	nutria	Residente	Aguas corrientes, piscivora	Población reducida
<i>Trichechus manatus</i>	manatí	Residente	Herbívora ( <i>Eichornia sp</i> ), ciénagas, población reducida a unos pocos especímenes dispersos	Desaparición local
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	ponche	Residente	Pantanos, herbívora,	Desaparición local

proyecto, a lo cual ha contribuido significativamente la reducción o cambio del hábitat natural, la presión por cacería y los desplazamientos a áreas más favorables para sus poblaciones.

### Efectos del proyecto

Las actividades fundamentales del proyecto (dragado del cauce, disposición de materiales y cierre de brazos secundarios) inciden directamente sobre los procesos ecológicos de los organismos y sus hábitats.

La mayoría de efectos ocurrirán sobre el ecosistema lótico y muy pocos llegarán a afectar los ecosistemas lénticos. Con la excepción de los eventuales depósitos de material de dragado en islas, ya mencionado, las actividades del proyecto no generan efectos sobre la vegetación terrestre.

Cabe anotar que las acciones del proyecto tienen analogías en el comportamiento del sistema natural.

En el capítulo descripción del proyecto se hizo hincapié en el carácter efímero de los dragados, la dinámica del arrastre y transporte de sedimentos repondría, a más tardar para el segundo invierno, los materiales removidos. Por otra parte, el cierre pasivo de brazos imita los procesos naturales de avulsión. Aún los depósitos en canales menores y en islas son sólo versiones más rápidas de un proceso natural reversible.

Un segundo aspecto que debe resaltarse es el carácter puntual de las acciones y por tanto de los efectos. En la gran mayoría de los casos los vertimientos ocurren en el cauce

mismo. La magnitud de los cambios factibles y su cobertura espacial están dentro de los rangos de variación de procesos naturales.

La tabla 32. sintetiza los principales efectos sobre las comunidades del río y sus hábitats asociados.

### Especies de valor ecológico

En la tabla 33. se registran algunas especies importantes para los ecosistemas dulceacuícolas de la zona de trabajo. Estas especies se destacan por presentar reducción de sus poblaciones, desapariciones locales, tener algún riesgo de extinción, por deterioro significativo de sus poblaciones, por cumplir un papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas, por ser migratorias, por ser de importancia económica o por que existen pocos registros para la región neotropical en Colombia.

## sistema antrópico

Al igual que el resto del país la zona de influencia del proyecto se caracteriza por desigualdades en desarrollo y modernización; afronta la crisis del sector agrario y su conjunto de problemas. La sequía, la violencia rural, la caída de los precios internacionales han disminuido los ingresos de los productores agrícolas, la oferta interna de alimentos y el empleo. El campesino aislado en su parcela enfrenta con más crudeza esta situación. La concentración de la propiedad de la tierra se agrava sin que se definan políticas encaminadas a una mejor distribución. La falta de titulación de tierras en esta zona de colonización contribuye al malestar de sus gentes.

Los ribereños están asentados en una zona de conflicto, en medio de enfrentamientos armados y continuos

atropellos.

Así como Barrancabermeja, centro de refinación del petróleo, los demás municipios viven los efectos del desarrollo de una economía de enclave: generan expectativas difícilmente cumplidas, con un sistema de contratación desigual en relación con los salarios locales, que desequilibran los precios de los productos y servicios básicos.

A continuación se resume la situación socioeconómica general de la región y de los orillares. La descripción de los aspectos globales de los municipios ribereños se presenta en la tabla 34.

Según resultados del trabajo de campo efectuado por el consultor en abril de 1993 se resaltan algunos datos socioeconómicos de los poblados y asentamientos de las islas y márgenes del río en las zonas

de alta probabilidad de dragado (Zonas tipo I) tabla 35.

La información sobre las zonas de baja probabilidad de dragado (Zonas tipo II) se presenta en la tabla 36.

### Población

A orillas del Magdalena se encuentran tres tipos de asentamientos de acuerdo con el tamaño y densidad de población (datos en tablas 34.-36.)

- Los cascos urbanos de mayor concentración poblacional: cabeceras municipales de Barrancabermeja, Puerto Wilches, San Pablo, La Gloria y Gamarra.

- Los corregimientos e inspecciones de policía, también nucleados: Cantagallo, Canaletal, Vijagual, Badillo.

- Los orillares e islas con población dispersa: Hachazo Alto, Hachazo Bajo, Paloque-mao, Carpintero Viejo,

Tabla 35. Zonas de influencia de dragados tipo I <sup>1</sup>

Localización	Sitio/población	Protección orillares	Experiencia dragados	Ingresos <sup>2</sup>	Organización Comunitaria	Observaciones particulares
1 km 627-622	b. La rompida 20	artesanal poco efectiva		Comercio agrícola	Acción Comunal J. Desempleados	• Habitada desde decenio 1950 • Promesa de electrificación por alcaldía Barranca
	isla Unión 300					
	Galán 28					
	Berlín 400					
2 km 618-617	Paloquemao 700			Comercio agrícola	Acción Comunal	Coopetativa de comercio fracasada Control comunitario de pesca cga. El Cruce Inundación por r. Sogamoso
	La Rinconada 40					
3 km 614-610	Terraplén 80	no requiere	en 1975 sobre depósito de dragado	Jornaleo palmares		Migración hacia palmares
4 km 609-607	P. Wilches 2100	muro parcial espolones	excepcicismo, dra-ga MOPT estuvo	ver tabla 34.	Acción Comunal J. Desempleados	Solicitud material dragado para lleno 5 ha, construcción de talud frente a río
	Cantagallo 2000	camarones, cables, muro poco efectivos	ociosa varios meses	Contratos Ecopetrol		
6 km 587-583	b. Cimitarra 40	no requiere		jornaleo Comercio agrícola		
	Hachazo bajo/alto 215					
7 km 564-555	isla Guineo 150					
	Payares 50					
8 km 512-509	isla Manuela 0					Comunicación principal con Morales sin habitar, cultivada
	Carpintero Viejo/Nuevo 380					
9 km 506-504		Viejo amurallado en 1988	frecuencia de vares y dragados			

1. Información referida únicamente a población ribereña

2. Ingresos diferentes a los de comercialización de excedentes de pancoger

Fuente: Trabajo de campo Carinsa-Incoplan 1993

Tabla 34. Municipios de la región del proyecto

Aspecto	B/bermeja	La Gloria	Gamarra	Pto. Wilches	San Pablo
<b>Población</b>					
Municipal x 1000	174	12	18	26	17
Rural %	9	68	47	63	63
<b>Educación</b>					
Planteles	201	5	6	14	8
Docentes	1.834	35	253	114	65
Alumnos	44.646	882	1.488	3.014	2.019
<b>Ocupación</b>					
Comercio	6	0	0	0	0
Industria	2	17	21	40	20
Manufactura	4.217			58	
Servicios	8.432	218	233	421	286
Minería	137				
Agropecuario	32.093	1.469	1.322	4.754	1.448
<b>Salud</b>					
Hospitales/clínicas	1	1	1	1	1
Centros de salud	13				
Profesionales salud	32	4	6	6	5
<b>Usuarios servicios públicos urbanos</b>					
Acueducto	23.058	425	960	1.120	454
Alcantarillado	19.064	12	438	826	172
Energía	24.226	411	943	1.295	777
Acueducto+energía	18.483	9	438	806	119
<b>% Cobertura urbana</b>					
Alumbrado público	> 50	>50	>50	>50	50
Calles pavimentadas	> 50	<50	<50	0	-50
Tratamiento agua	Si	No	No	Si	No
Recolección basuras	Si	No	No	Si	Parcial
<b>Usuarios servicios públicos rurales</b>					
Acueducto	581	377	197	419	150
Alcantarillado	403	32	60	138	51
Energía	689	473	315	943	296
Acueducto+energía	386	240	159	228	132
<b>Establecimientos</b>					
Comercio	3.007	73	157	218	162
Industria	376	6	13	18	10
Servicios	2	42	84	131	97
Bancarios	17	1	2	2	1
<b>Agroindustria</b>					
cultivos diferentes de pancoger	pajma sorgo		sorgo	arroz, palma	

Fuentes: Aspectos poblacionales estadísticos municipales de Colombia.

Anuario Estadístico DANE, 1990  
Estadísticas Municipales SISMUN, DANE, 1985  
Trabajo de campo Carinsa-Incoplan, 1993

Carpintero Nuevo, Payares, Galán, Berlín, Terraplén, Maldonado, Isla Guineo, y La Unión

Con excepción de Barrancabermeja, los municipios de la región son predominantemente rurales; no

obstante, se presentan migraciones hacia los cascos urbanos principalmente hacia Barrancabermeja. Este casi duplico su población entre 1973 y 1989 (datos DANE). Las causas del fenómeno son semejantes a las que se presentan en otras regiones del país (desempleo rural, carencia de infraestructura de servicios, salud, oportunidades de educación, etc.) al las cuales en la región del Magdalena medio se suma la violencia (ver *situación de conflicto*, p. XY)

**Distribución de la propiedad.**

El proceso colonizador de la frontera agrícola prácticamente llegó a su límite a comienzos del actual decenio. La adjudicación de baldíos por parte del INCORA y otras autoridades ha contribuido a la consolida-

ción de los procesos colonizadores.

La concentración de la propiedad rural es alta para cultivos industriales (palma de aceite, arroz, sorgo) y ganadería extensiva y baja en explotaciones de subsistencia.

En el área del proyecto se presentan zonas con alto índice de propiedad, alternados con la tenencia en colonato. También se presenta abandono de tierras en propiedad e incremento de la aparcería en explotaciones de ganadería extensiva.

La mayoría de los predios dedicados a la economía familiar son minifundios de menos de 5 ha con baja capacidad productiva., sin excedentes para comercialización y aún insuficientes para subsistencia. "(...)" en

el Magdalena Medio se expresa la alta concentración de la tierra y 1,3% con más de 500 ha. tiene en su poder el 25% de la superficie total absorbiendo a las unidades de explotación familiar y generando tipos de cosecheros que a duras penas logran subsistir en medio de la penuria y el atraso (...)" (Estrada, 1985, p. 78).

A orillas del río y en las islas, los habitantes toman posesión de las tierras en su gran mayoría sin títulos de propiedad. Los linderos los demarcan ellos mismos para lo cual utilizan generalmente matas de plátano. Es común dar en arriendo las tierras sólo para cultivos anuales como el maíz y la yuca. La posesión esta determinada por los cultivos y las viviendas.

**Tabla 37. Tipos de tenencia (%)**

Municipio	Propiedad	Arriendo	Aparceros	Colonato
San Pablo	75	4	1	20
Barrancabermeja	80	4	3	13
Puerto Wilches	80	9	2	10
Gamarra	70	15	10	5
La Gloria	60	20	10	10

Fuente: Estadísticas Municipales SISMUN, DANE, 1985

Las islas que forma el río permiten ampliar la frontera agrícola en la medida que se estabilizan y adquieren un caracter permanente. En las mas grandes y estables se construyen viviendas e infraestructura primaria (calles, escuelas, puestos de salud, iglesias...).

**Tabla 36. Zonas de influencia de dragados tipo II. 1**

Localización	Sitio/población	Protección orillares	Experiencia dragados	Ingresos 3	Organización Comunitaria	Observaciones particulares
km 605-598	Arenal 300	muro deteriorado	No	Palmares: cultivo y jornaleo	• Acción Comunal • Comité Desempleados	Reconstrucción de muro apoyada por Ecopetrol
km 580-565	San Pablo 1700	muro parcial	efectos negativos de dragado en P. Wilches, causó erosión en vereda Sinsona <sup>2</sup>	vertabla34.	• control de ciénagas por guerrilla • plan comunitario de estanques de peces	Zona colonización. Paramilitares, FARC, ELN, brigada del ejército hasta 1992; agua pozo profundo+río Cimitarra
	Canaletal 628	no requiere, pueblo elevado	No	Comercio cooperativo de pesca con Barranca. Cuarto frío y bote-motor	• Acción Comunal • Comité Pescadores	Escuela, puesto salud, iglesia; antiguo poblado de pescadores negros e indígenas. Agua de pozo profundo
	El Porvenir 98		No			
km 540-525	Vijagual 2000	muro nuevo	No	Jornaleo	Acción Comunal	Escuela, puesto salud, servicios públicos precarios. No tiene ciénaga
km 525-520	Badillo 2000	muro en construcción	No	Jornaleo en arrozales	Acción Comunal	Escuela, puesto salud, iglesia; comercio con Gamarra, El Banco y Bucaramanga
km 457-433	La Gloria 2000	muro parcial	dragado en 1988 formó playón, nuevo dragado debe retornar río a su cauce natural <sup>2</sup>	vertabla34.	• Acción Comunal • Comité Desempleados • Comité de pesca	Uso benéfico de material de dragado identificado por la comunidad

1. Información referida únicamente a población ribereña

2. Percepción de los pobladores

3. Ingresos diferentes a los de comercialización de excedentes de pancoger

Fuente: Trabajo de campo Carinsa-Incoplán 1993

### Recursos económicos

Existen fundamentalmente dos economías en la región: una familiar, pobre y sin capacidad de reproducción e inversión y una de latifundio con desarrollo tecnológico, que expulsa a los campesinos de la tierra convirtiéndolos en jornaleros.

Los habitantes de las orillas y de las islas del río tienen una economía de subsistencia<sup>1</sup>, generan ingresos de los excedentes de la producción y su comercialización, de los servicios, de los jornales en las haciendas, y de contratos temporales con Ecopetrol y sus contratistas.<sup>2</sup>

### Pesca

La agricultura y la pesca se alternan durante el año. En períodos de veda de pesca se dedican a la agricultura; durante los últimos años éste ciclo no se ha dado. La falta de asistencia técnica a los cultivos, las dificultades para la comercialización y el crédito, el costo del transporte, han llevado al campesino a pescar aún en períodos de veda, por lo cual este recurso ha disminuído en los últimos años, v.gr., en 1993 no hubo subienda. Según datos del comité de pesca de La Gloria, municipio donde 70% de la población se dedica a ésta actividad, antes de 1985 se obtenían 600 Tm/año, y sólo 90 en 1992.

Las causas de la disminución de la pesca se podrían encontrar en la ausencia de políticas estatales que estimulen el desarrollo agropecuario de la familia campesina. Comúnmente la comunidad y las entidades la atribuyen entre otros a las prácticas de técnicas de pesca no recomendables (dinamita, redes de ojo pequeño...) y al proceso de colmatación de las ciénagas, a la contaminación, a la deforestación, o el desecamiento artificial para

extender las tierras cultivables.

### Agricultura.

En la región confluyen diferentes estados de desarrollo tecnológico. El que dispone de tierras, capital y tecnología moderna, el de utilización de la tierra con modelos primitivos o tradicionales que implican un atraso productivo y económico y las variables que resultan del ajuste entre una y otra. Se encuentran cultivos extensivos y tecnificados de arroz, sorgo y palma africana. Las plantaciones de éste último se encuentran en el área de Puerto Wilches y San Pablo. Usualmente la producción se vende en la plantación y se envía a otras partes del país, donde se transforma y comercializa.

Por otra parte, se dan los cultivos de subsistencia de la familia campesina principalmente: maíz, plátano, yuca y algunos árboles frutales; cuando tienen excedentes y posibilidades de transporte los llevan a Gamarra, a Barrancabermeja y otras poblaciones del río.

A lo largo de la zona donde se desarrolla el proyecto se observan los cultivos de plátano con un nivel tecnológico de mediano a bajo, utilización de funciones mecánicas para algunas labores de preparación de terreno y aplicación esporádica de fertilizantes, así como control de plagas y enfermedades. Aunque el maíz forma parte de la alimentación básica de la región, la cantidad sembrada, los rendimientos y la calidad han disminuído en los últimos años. El cultivo de la yuca se da, sin tecnificación apreciable, en explotaciones familiares en áreas pequeñas.

Los suelos de la zona son cenagosos o con mal drenaje lo cual los hace inadecuados para este cultivo. La

islas y orillares están expuestos a inundaciones recurrentes de difícil predicción y a erosión, lo cual causa pérdidas fundamentales para la economía de subsistencia imperante.

### Ganadería.

Así como en otras partes del país, la región del Magdalena medio ha presentado en los últimos años una notable disminución en la producción de carne y leche debido entre otras causas a la situación generalizada de desorden social, aún así es la actividad económica dominante.

Las poblaciones ribereñas crían en menor escala ganado, cerdos y aves en forma tradicional de subsistencia. La actividad pecuaria no se orienta hacia la explotación intensiva de una especie animal determinada, sino al manejo de diferentes especies domésticas, con un número reducido de animales por especie.

### Mercadeo

El mercadeo de productos agrícolas y pecuarios campesinos presenta en la región una problemática que se caracteriza por dificultades para el transporte de productos, costos altos del mismo por cualquier vía que se utilice, falta de asistencia técnica estatal, infraestructura deficiente en áreas de comercialización, violencia e inseguridad entre otras. Cuando el campesino logra superar éstos obstáculos, entrega sus productos a los intermediarios de los puertos cercanos. No obstante, el Instituto de Mercadeo Agropecuario (IDEMA) ha propiciado el intercambio de productos entre los municipios ubicados a lo largo del Magdalena desde Barrancabermeja hacia el bajo, utilizando la vía fluvial.

### Relación con el río.

Los pobladores de las orillas e islas del río Magdalena disfrutaban de sus recursos y al mismo tiempo enfrentan las consecuencias de este ser dinámico e impredecible que erosiona sus orillas, inunda sus cultivos y viviendas y arrasa infraestructura.

Los ribereños utilizan el río como vía de comunicación con los poblados aledaños, para transportar productos e insumos, para pesca y extracción de otras especies acuáticas; es la principal fuente de agua potable y sitio para disposición de basuras.

El río con sus inundaciones logra levantar el nivel de las áreas de la región y fertiliza las orillas haciéndolas cultivables a los 2 o 3 años; ver *sucesión en islas* p. 50.

### Barreras protectoras.

Para contener la fuerza destructora del río los habitantes recurren a diferentes medios como murallas o diques. Arman barreras con sacos de suelo-cemento. Colocan elementos en concreto de una forma especial llamada *camarones*, o simplemente construyen una barrera natural con troncos. Estas protecciones no siempre son eficaces y por lo general protegen sólo una parte de lo necesario.

1. **Producción de pancoger:** agrícola (maíz, yuca, plátano, frijol, ahuyama, frutales) **pecuaria** (gallinas, cerdos, bovinos) y **extracción de recursos naturales** (pesca, caza, leña, madera, fibras, arcilla y otros materiales de construcción) para el autoconsumo, con o sin pequeños excedentes para trueque o comercialización.

2. Los jornales medios en los hatos y plantaciones son menores al mínimo legal, mientras que los pagados por Ecopetrol y sus contratistas son mucho mayores. Esto ocasiona desequilibrios, encarece los productos importados de otras regiones (medicinas, herramientas, algunos alimentos básicos...) y hace que la comunidad ambicione trabajar para la industria petrolera. La baja oferta de estos trabajos ha generado el desarrollo de los **comités de desempleados** y mecanismos de solidaridad comunitaria para distribuir estos beneficios.

**Viviendas**

Los ribereños responden con una dinámica propia, versátil, móvil que les permite acomodarse al ritmo cambiante del río. Al verse forzados a cambiar de sitio, se llevan sus viviendas pero definitivamente pierden los cultivos y las calles de los poblados. Las viviendas, tipo rancho, poseen una estructura ágil de fácil construcción que permite traslados rápidos de un lugar a otro. Las paredes son de caña brava y el techo de palma de iraca o vijao, carecen de servicios sanitarios. El fogón de leña sobre 3 piedras o estufa de petróleo. Para dormir extienden un chinchorro o hamaca, o utilizan una tabla sobre dos caballetes.

**Situación de conflicto.**

Los municipios de Barrancabermeja, Puerto Wilches y San Pablo forman parte de la región denominada Magdalena medio. La Gloria y Gamarra han vivido también la influencia problemática de esta región, escenario de importantes conflictos sociales desde 1920, agudizados en los últimos dos decenios.

**Actores en conflicto.**

Desde comienzos de los años 80s la región del Magdalena Medio vive una complejización de los procesos de violencia; pasa de la bipolaridad de los enfrentamientos entre los diversos actores de la población y el Estado, a una multipolaridad de los mismos.

La población civil se encuentra en medio de los conflictos y alianzas *ad hoc* de corta duración entre diferentes protagonistas: guerrillas (ELN, FARC), paramilitares, ejército y más recientemente grupos de autodefensa. Los enfrentamientos se dan entre (...) a. Fuerzas armadas-guerrilla en

el plano institucional y parainstitucional; b. grupos paramilitares, cercanos a los traficantes de narcóticos contra algunas instituciones del Estado; c. grupos de auto-defensa y paramilitares contra la población civil percibida como base de apoyo a la guerrilla; [y] d. grupos guerrilleros contra la población civil vista como colaboradora del enemigo (...)" (Vargas A., 1992, p. 253).

El costo social para la población civil es muy alto al verse situada en el centro del conflicto. Un informe de la Procuraduría General de la Nación confirma esta apreciación: "(...) Del total de expedientes analizados (3161), en el Magdalena Medio Santandereano se ubicaron 1580. Entre los municipios de mayor recurrencia está Barrancabermeja. El mayor caso de violación [de los derechos humanos] en la región fueron los asesinatos, seguido de las desapariciones forzadas, los allanamientos y detenciones ilegales (...)" (Pérez., 1992). El boleteo y el secuestro forman parte integral del mismo contexto.

**Causas u orígenes del conflicto.**

La precariedad del Estado y de las instituciones en la región como la paradoja de las gentes que viven situaciones extremas y aprovechan cualquier situación para sobrevivir, podrían ser los desencadenantes del conflicto.

Efectivamente, según la Secretaría de Integración de la Presidencia, las carencias sociales y económicas de la región son abrumadoras, la miseria y la falta de desarrollo muy pronunciados. "(...) Barranca se ubica en el rango entre 50 y 75 sobre 100 de cuanto hace el factor calidad de vida [acceso a educación, servicios, ocupación, calidad de vivienda]. Los municipios restantes de la región se encuentran en la última clasificación,

de 0 a 25". (Vargas, 1992, p. 278)

El índice de miseria para La Gloria es bastante alto, 51% por encima de los promedios departamental (39%) y nacional (22,8%).

**Cotidianidad y cultura.**

Los pobladores de la zona de influencia del proyecto, especialmente los de las islas y orillas, parecen abandonados a su suerte, práctica-mente marginados de los procesos sociales y políticos del país y desarticulados de la economía nacional.

No son indígenas, provienen de los departamentos de la región, principalmente de la denominada costa sabanera, reproducen en escala las contradicciones sociales y políticas de sus zonas de origen. Se encuentran en pequeños grupos poblacionales, con manifestaciones culturales e historias diferentes que van a conjugarse en una nueva cultura sincrética no siempre sin conflicto.

Gente sin tierra ni empleo lanzada desesperadamente a abrir fronteras agrícolas a costa del equilibrio ecológico, toma posesión de tierras baldías o compra mejoras ya hechas y se dedica a la siembra y a la pesca en pequeña escala.

Estos nuevos pobladores tienen que luchar contra las adversidades, las inundaciones y erosiones del río, la difícil situación económica, las plagas y el clima tropical.

El colono habita un espacio sin leyes, se regula socialmente por convenciones sobre las normas y prohibiciones sin que estén escritas o dictadas por alguna institución, pero que todos conocen y respetan. Ellos mismos mantienen territorialidad sobre el suelo, el río y las ciénagas y sus recursos. Este sistema parece

presentar alteraciones, desórdenes y conflictos pero incluye mecanismos para dirimirlos, aunque en ocasiones se imponen las soluciones dictadas por alguno de los bandos enfrentados.

Paralelamente a esta situación se encuentra una débil organización social que responde con intereses particulares y utilitaristas e impide formular propuestas propiciatorias de un mejoramiento de su calidad de vida.

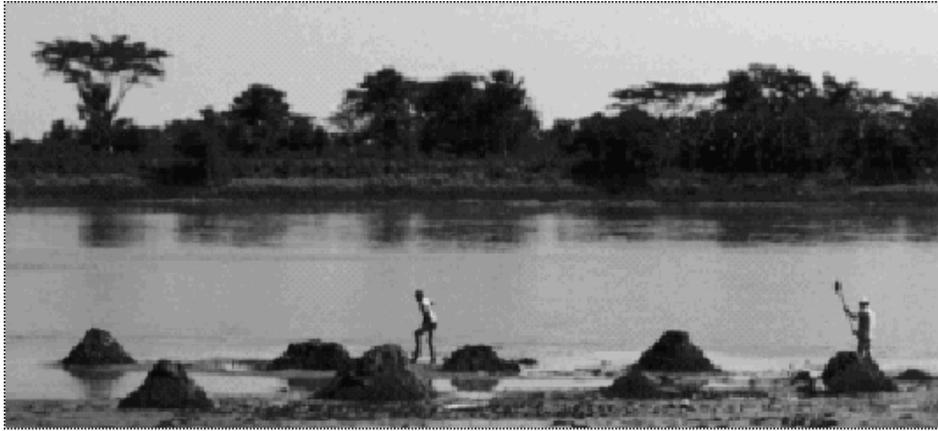
La familia representada como unidad productiva, trasciende los vínculos afectivos a la cooperación laboral. Las actividades agrícola, pecuaria y doméstica se distribuyen entre los diferentes miembros. Las parejas se dan de hecho sin que sea necesario una consagración especial, tienen un promedio de seis hijos que conviven en situación de hacinamiento con otros familiares. Practican la religión católica y la evangélica con mezcla de ritos paganos.

Las enfermedades más frecuentes son: hipertensión, enfermedades respiratorias, diarreicas agudas, parasitosis, afecciones de la piel, síndromes virales, infecciones de las vías urinarias, paludismo. La población recurre a puestos o centros de salud lo mismo que al brujo, al curandero, a la par-tera, al sobandero y a los rezanderos.

Para distancias grandes el medio de transporte por el río es público; líneas regulares, con frecuencia diaria o de dos veces por día. Las embarcaciones son botes de fibra de vidrio con motor fuera de borda. Este medio costoso es reemplazado por canoas de propiedad familiar para recorridos cortos y para sus labores de pesca.

**Patrimonio histórico y arqueológico.**

La zona del Magdalena medio donde está ubicado el proyecto fue en



épocas prehispánicas centro de comercio e intercambio entre diversas culturas indígenas (hoy desaparecidas), por su condición de ruta natural para las migraciones. Se han descubierto vestigios funerarios en montículos, lomas y terrazas

aledañas al río, como en Puerto Mosquito y el Lebrija (Castaño, 1992), que datan del siglo XII DC. (Pineda, 1992).

Debido a la dinámica fluvial y a la erosión acelerada de orillas, los



elementos que conforman el cauce actual del río, donde se realizará el proyecto (riberas e islas) son de formación tan reciente (decenios) que no suponen la posibilidad de sepultamiento o alteración de patrimonios arqueológicos. Cabe



anotar si, que la dinámica propia del río (invasión de paleocauces, formación de trrazas sobre terrenos terciarios, etc.) conlleva riesgos sobre dichos yacimientos.

El concepto *demanda ambiental* se define (Integral, 1992) como el conjunto de acciones, actividades, procesos y demás requerimientos de un proyecto susceptibles de alterar en forma negativa las estructuras y dinámica ambientales naturales o culturales.<sup>1</sup>

La evaluación de la demanda ambiental (DA) se realizó de acuerdo con el procedimiento esquematizado en la figura 38.

El punto de partida fué la desagregación del proyecto en las actividades o procesos potencial-

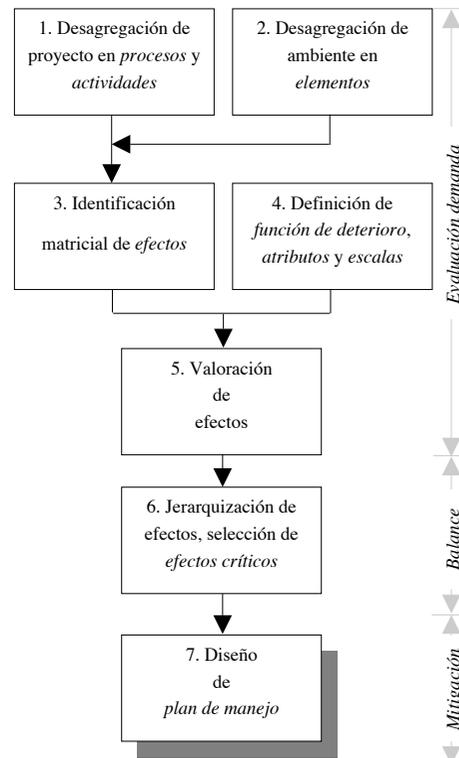


Figura 38. Procedimiento de evaluación ambiental

Tabla 38. Actividades o procesos susceptibles de causar efectos ambientales

Actividades o Procesos		Descripción
Actividades Previas	Ingeniería para definición sitios obra.	Topografía y batimetría para definición de sitios de dragado, de vertimiento y de cierre de brazos secundarios.
	Negociación predios o mejoras.	Visitas de reconocimiento, negociación y pago de mejoras en sitios de vertido en tierra.
Instalación	Movilización y alistamiento	Transporte de equipos, materiales y personal hasta sitios de obra. Contratación de personal. Ajuste de motores. Preparación de dragas, tuberías y equipos complementarios; adecuación de componentes en tierra o flotantes; reparaciones, soldaduras y empalmes; instalación de depósitos y surtidores de combustible. Proceso repetitivo para los diversos sitios.
	Localización y referenciación	Levantamientos topográficos y batimétricos en cada sitio de obras para localización, control, ubicación y medida.
	Localización y referenciación	Colocación de señales flotantes y terrestres de tipo informativo, preventivo y normativo.
Dragado	Colocación tuberías	Posicionamiento de tuberías flotantes y terrestres desde sitio de dragado hasta sitio de vertido.
	Dragado	Incluye las operaciones de remoción o resuspensión del material de fondo del cauce y el bombeo hasta el sitio de vertido.
Vertimiento	Adecuación sitios de vertido (en tierra)	En los sitios de vertido sobre tierra: construcción de diques movimiento de tierras, vertederos, drenajes, control de erosión, confinamiento de materiales especiales.
	Descarga	Es la acción del vertido de la mezcla de agua y sedimento en agua o tierra.
Cierre de Brazos	Armada de elementos retardadores	Acopio, armada y transporte al sitio de los materiales y recursos para cierre de brazos secundarios.
	Colocación y anclaje de los retardadores	Puesta en sitio y amarre de los elementos de cierre de brazos, construcción de los bolsacretos o macizos de anclaje.
	Llenado activo	Disposición de material dragado en un brazo secundario para acelerar el cierre y llenado. Escala de horas o días.
	Llenado pasivo	Cierre y llenado lentos de un brazo secundario por acción natural del río. Escala de meses o años.
Terminación	Desmovilización	Incluye todas las actividades necesarias para entrega de obra, retiro del contratista: limpieza general, desmonte de campamentos, preparación para transporte final de equipos, materiales y personal, desmovilización.

mente causantes de deterioros ambientales, 1. figura 38. Se tuvieron en cuenta los dos tipos de obras –dragado y cierre de brazos– el primero con 10 actividades secuenciales y el segundo con 5. Estas se describen en la tabla 38. El ambiente natural-cultural se desagregó en 26 elementos

pertencientes a los sistemas abiótico, biótico y antrópico, 2. figura 38. Para esta desagregación se

1.La *demanda ambiental* es una propiedad del tipo de proyecto y por tanto es, en general, independiente de las características del medio. Por el contrario, la *oferta ambiental* es una propiedad del medio y por tanto es, en general, independiente del tipo de proyecto que en este se desarrolle.

Tabla 39. Elementos ambientales y descripción de efectos potenciales

		Elemento	Descripción
Abiótico	Aire	Calidad del Aire	Incremento en concentraciones de SOx, NOx, COx , partículas y olores por operación de maquinaria y equipos o movimiento de materiales.
		Ruido	Molestias o reducción de capacidad auditiva de población, perturbación sonora sobre fauna silvestre
		Inertes	Aumento de concentración de sólidos suspendidos, sedimentables por agitación de lodos durante succión/descarga
	Agua	Biodegradables	Incremento de substancias biodegradables por agitación de lodos durante succión/descarga y vertimiento de aguas residuales/basuras
		Tóxicos	Incremento de concentraciones de sustancias tóxicas (combustibles y lubricantes), vertidos durante aprovisionamiento; traslocación de sedimentos potencialmente tóxicos.
		Dinámica Fluvial	Modificaciones en el comportamiento hidráulico natural del río: repartición de caudales líquidos y sólidos; patrones de sedimentación y erosión; ataques erosivos a orillas; alineamientos, profundidades o anchos de cauces; número y localización de islas y brazos secundarios.
		Contaminación	Alteración de características físico-químicas, bacteriológicas, estructura, fauna edáfica y potencial agrológico por disposición de sedimentos u otros materiales.
	Suelo	Erosión	Incremento en procesos de pérdida de suelo en islas del río debido a corrientes inducidas por succión
		Organismos	Pérdida de individuos/cambios en atributos de poblaciones/comunidades: diversidad/ densidad/frecuencia/productividad/ demografía... rango
Hábitats		Intervención permanente de entornos de poblaciones/comunidades acuáticas/terrestres	
Biótico Acuático/ terrestre	Procesos	Interferencia con procesos de reproducción, alimentación, migración, etc.	
	Vegetación	Limitación, reducción o pérdida de acceso u oferta a recursos asociados a vegetación (natural/cultural) y disminución de rendimientos económicos	
	Agua	Limitación, reducción o pérdida de acceso u oferta, calidad, posibilidades de usos, o sobrecostos en utilización de recurso	
Antrópico	Recursos	Suelo	Reducción, limitación o pérdida de acceso o de capacidad productiva de suelos
		Pesca	Limitación, reducción o pérdida de acceso u oferta de recursohidrobiológicos y disminución de rendimientos económicos
		No Renovables	Limitación temporal o permanente de acceso a recurso minero (oro, materiales de construcción)
		Turísticos y Paisajísticos	Alteración de áreas de interés recreativo o de belleza escénica y limitación de las actividades asociadas
		Vías	Modificación o restricción del río o sus brazos secundarios como medio de comunicación y transporte
		Equipamiento y Servicios	Deterioro de muebles, embarcaderos, diques, murallas artificiales de las poblaciones. Reducción o pérdida del acceso a servicios de electricidad, acueducto, alcantarillado, gas, telefonía. Vías carreteables.
		Edificaciones	Deterioro o desplazamiento de viviendas, iglesias, escuelas, espacios comunitarios o recreativos, hospitales, oficinas públicas, patrimonios históricos, etc
	Infraestructura	Generación de Ingresos	Modificación en estructura de ingresos y producción por aumento en oferta de trabajos temporales no tradicionales. Encarecimiento de productos locales por aumento de poder adquisitivo y por afluencia de personal
		Ocupación de Terrenos	Alteración temporal o definitiva del patrón de posesión de las orillas o islas del río (que no incluye necesariamente títulos de propiedad). Tenencia de hecho, basada en el reconocimiento local sobre ocupación de terrenos cultivados.
		Movilidad	Cambios en medios o rutas de movilización utilizados por personas para obtener sus recursos, desarrollar sus actividades productivas, comunicarse o recrearse
	Estructura	Generación de Expectativas	Expectativas de: aumento en valor de terrenos y de cultivos y mejoras; de mejoramiento de nivel de vida por ingresos y mejoras en infraestructura de servicios; temores sobre efectos negativos del proyecto (erosión, desplazamiento, etc.)
		Cultura	Alteración en los principios que regulan las relaciones con el mundo en todo lo que tiene que ver con la vida, el pensamiento, el quehacer, la cosmovisión, valores, convenciones, normas, concepto sobre lo sagrado, tabú y prohibido.
	Superestructura	Interrelación social	Deterioro de los mecanismos de relación social, de comunicación, por desacuerdos en negociaciones sobre precios de cultivos, tierras, empleo, etc. Detonación de conflictos y tensiones por presencia de personas y entidades extrañas.

tomó como base la desarrollada por Integral (*op. cit.*), Se adicionaron los elementos propios del componente fluvial del proyecto y los asociados a la utilización de los recursos en él contenidos. La descripción de los efectos potenciales sobre éstos elementos se presenta en la tabla 39.

La identificación de los efectos previstos, 3. figura 38., se representa en forma matricial en la tabla 39., en donde se destaca con el símbolo ⇒ la existencia de una interacción, entre cada una de las actividades del proyecto con cada uno de los elementos ambientales. Mediante la discusión de cada caso, el grupo de trabajo tomó la decisión de incluir una interacción en la matriz de identificación El grupo identificó 126 efectos, (32,3) de un total de 390 interacciones posibles.

Para discriminar entre efectos triviales e importantes, 4. figura 38., se definió la *función de deterioro*, Φ, (Integral *op. cit.*) que estima la importancia de cada uno de los efectos mediante la calificación de 8 atributos, 7 positivos (*probabilidad, duración, velocidad, reversibilidad, recuperabilidad, magnitud y extensión espacial*) y uno negativo - *carácter benéfico del efecto*.

Este valor negativo (caracter benéfico) es necesario, por cuanto se detectó que algunos efectos conllevan además del deterioro sobre un elemento ambiental, beneficios sobre otro elemento.

La función de deterioro se presenta a continuación:

$$\Phi_i = f(aP, bD, cV, dRv, eRc, fM, gE, hB)$$

donde,

$$\Phi_i = \text{función de deterioro del efecto } i$$

- P = probabilidad de ocurrencia
- D = duración
- V = velocidad
- Rv = reversibilidad
- Rc = recuperabilidad
- M = magnitud
- E = extensión espacial
- B = beneficio
- a...h = factores de ponderación

El grupo de trabajo consideró que la función de deterioro es aditiva, *i.e.*, cada uno de los atributos contribuye en forma proporcional a su definición.

Por otra parte, todos los atributos no son igualmente importantes, la contribución de cada uno al valor de la función de deterioro se definió mediante un *factor de ponderación* –entre 0,0 y 1,0– resultante de promediar las apreciaciones de importancia asignadas a cada atributo por cada uno los miembros del grupo de trabajo.

La definición de los atributos y su escala de calificación, se presentan en la tabla 41.

Los factores de ponderación, 5. figura 38., corresponden al promedio de las jerarquizaciones –de más a menos importante– dadas por los miembros del grupo de trabajo a los atributos.

Así, el cálculo de  $\Phi_i$  se realizó mediante la siguiente ecuación:

Los valores de los términos de  $\Phi_i$  (factor de ponderación x atributo) para los 126 efectos identificados se presentan en el anexo 3. Los valores de  $\Phi_i$  se presentan en forma matricial en la tabla 42.

Los resultados del *balance oferta-demanda*, 6. figura 38., se sintetizan en la tabla 43., a continuación se explica el procedimiento desarrollado para establecerlo.

En primer lugar se analizan las

**Tabla 40. Identificación de interacciones ambientales (actividades vs. elementos)**

Sistema Componente Elemento	Abiótico										Biótico			Antrópico										Σ Efectos			
	Atmósfera		Agua				Suelo		Acuático/terrestre			Recursos					Infraestructura		Estructura		Superestructura						
	Aire	Ruido	Inertes	Biodegradables	Tóxicos	Dinámica fluvial	Contaminación	Erosión	Organismos	Hábitats	Procesos	Vegetación	Agua	Suelo	Pesqueros	Minerales	Turismo	Vías	Equipo/servicios	Edificaciones	Ingresos	Tenencia tierra	Movilidad		Expectativas	Cultura	Interés social
<b>Actividad o proceso</b>																											
Definición de sitios de obra																											1
Negociación predios/mejoras																					⇒	⇒		⇒	⇒	⇒	5
Movilización y alistamiento	⇒	⇒		⇒	⇒		⇒		⇒						⇒						⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	13
Localización/batimetría									⇒												⇒			⇒			3
Señalización y balizaje	⇒				⇒																						2
Colocación de tuberías	⇒	⇒				⇒		⇒	⇒									⇒						⇒			7
Dragado	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒		⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒				⇒			⇒		⇒	⇒	⇒	⇒	18
Adecuación sitio de vertido	⇒	⇒					⇒		⇒	⇒		⇒	⇒		⇒					⇒	⇒	⇒			⇒	12	
Descarga			⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒		⇒		⇒	⇒	⇒	⇒	⇒		⇒		⇒	⇒	⇒			17
Armada de retardadores							⇒													⇒				⇒			3
Colocación retardadores	⇒	⇒	⇒	⇒		⇒	⇒								⇒					⇒			⇒	⇒	⇒	⇒	12
Llenado activo			⇒	⇒	⇒	⇒		⇒	⇒	⇒			⇒	⇒	⇒	⇒		⇒					⇒	⇒	⇒		17
Llenado pasivo			⇒	⇒	⇒	⇒		⇒	⇒				⇒		⇒							⇒	⇒	⇒			10
Desmovilización	⇒	⇒		⇒	⇒		⇒													⇒							6
Total	7	6	5	7	6	6	6	5	8	5	2	1	3	4	5	4	2	3	2	0	9	5	7	11	2	5	126

**Tabla 41. Atributos de la función de deterioro**

Atributo: ponderación	Descripción	Escala y Calificación
(P) Probabilidad: 0,08	Indica en términos probabilísticos la ocurrencia de los efectos ambientales por causa de las actividades del proyecto	Baja 1 Media 2 Alta 3 Muy alta 4
(D) Duración: 0,12	Representa la permanencia temporal del efecto dentro del componente o elemento ambiental afectado	Muy corta-horas 1 Corta-días 2 Larga-meses 3 Muy larga-años 4
(V) Velocidad: 0,05	Es el tiempo que tarda el efecto en alcanzar la máxima perturbación luego de realizada la acción incidente del proyecto	Muy lenta-meses 1 Lenta-días 2 Rápida-horas 3 Instantánea 4
(RV) Reversibilidad: 0,20	Capacidad del elemento de regresar a en forma <i>natural</i> a la condición previa	Reversible 1 Irreversible 4
(RC) Recuperabilidad: 0,10	Potencial de revertir <i>artificialmente</i> el elemento ambiental a la condición previa	Recuperable 1 Irrecuperable 4
(M) Magnitud: 0,20	Grado de alteración generada por las actividades sobre las condiciones o características iniciales de los componentes o elementos afectados	Baja 1 Moderada 2 Alta 3 Muy alta 4
(EE) Extensión espacial: 0,10	Volumen, área o longitud que alcanza el efecto tomando como referencia el sitio donde él se generó	Puntual <500 m 1 Local 500-1000 m 2 Extensiva 1-10 km 3 Regional > 10 km 4
(B) Carácter benéfico: 0,15	Beneficio de la actividad sobre un elemento diferente del elemento afectado	Nulo 0 Bajo -1 Medio -2 Alto -3 Muy alto 4

Tabla 42. Calificación de efectos ambientales

Elemento	Aire	Ruido	Inertes	Biodegradables	Tóxicos	Dinámica fluvial	Contaminación	Erosión	Organismos	Hábitats	Procesos	Vegetación	Agua	Suelo	Pesqueros	Minerales	Turismo	Vías	Equipo/servicios	Edificaciones	Ingresos	Tenencia tierra	Movilidad	Expectativas	Cultura	Interés social	Σ Efectos
<b>Actividad o proceso</b>																											
Definición de sitios de obra																									1,60		1,60
Negociación predios/mejoras																						2,20	1,84	2,35	1,51	2,59	10,49
Movilización y alistamiento	1,21	1,57		1,20	1,25		1,30		1,64						0,97						0,80	1,29		2,20	1,28	2,43	17,14
Localización/batimetría									0,80												0,80			1,52			3,12
Señalización y balizaje	0,90				1,29																						2,19
Colocación de tuberías	1,33	1,25				1,53	0,90	0,80										1,45					1,13				8,39
Dragado	1,36	1,77	1,88	1,44	1,48	0,93	1,70	1,74	1,05	0,98		1,26	1,39	1,02			1,45				1,44	1,00	2,43		2,79	27,11	
Adecuación sitio de vertido	1,22	1,57					1,80	1,64	1,84		1,37	1,75		1,00							1,00	1,84	1,09		2,00	18,12	
Descarga			2,12	1,28	1,48	1,13	1,59	0,85	1,73	1,72		1,62		1,13	0,69	1,17	1,29	1,41		1,44		0,90	2,16			23,71	
Armada de retardadores						0,80															1,20		1,52			3,52	
Colocación retardadores	1,13	1,13	1,40	0,98		2,30	0,85	1,45						0,80						0,97			1,31	2,00	2,00	16,32	
Llenado activo			2,43	2,09	1,12	2,35		1,22	1,44	1,68	1,72		1,89	1,26	1,20	1,00	1,37		1,05			1,72	1,39	1,89		26,82	
Llenado pasivo			1,90	1,58		2,01			0,58	0,82				1,11		0,95						1,58	1,42	2,03			13,98
Desmovilización	1,16	1,57		1,28	1,49		1,16														0,80						7,46
<b>Total</b>	8,31	8,86	9,73	9,85	8,11	10,25	7,50	6,12	10,37	7,11	2,70	1,37	4,77	5,51	5,12	3,64	2,54	4,19	2,46	0,00	10,65	8,27	8,24	19,70	2,79	11,81	

matrices de identificación (tabla 40.) y de calificación de efectos (tabla 42.), para establecer en términos relativos los elementos ambientales más susceptibles y las actividades potencialmente más deletéreas.

De los 126 efectos identificados en la tabla 40., hay 63 (50,0%) que afectan el sistema antrópico, 48 (38,1%), el sistema abiótico y 15 (11,9%) el biótico.

De las interacciones, 42 (33,3%) están asociadas con el cierre de brazos, 29 (23,0%) con el vertimiento de materiales de dragado y 25 (19,8%) con la operación misma del dragado, incluida la instalación de la tubería de descarga.

Las actividades más incidentes son en su orden: dragado con 18 interacciones (14,3%), llenado activo y descarga con 17 (13,4%), movilización y alistamiento con 13 (10,3%) y adecuación del sitio de vertido y colocación y anclaje con 12 (9,5%).

Para la jerarquización de los efectos evaluados se agruparon los valores Φ<sub>i</sub> (tabla 42.) en cuatro clases uniformes cuyos rangos se presentan a continuación.

A cada clase se asignó una trama para visualizar la jerarquización.

$$\Phi_i = (0,08 P + 0,15 D + 0,05 V + 0,08 Rv + 0,08 Rc + 0,24 M + 0,12 E - 0,20 B)$$

Tabla 43. Jerarquización de efectos ambientales

Elemento	Aire	Ruido	Inertes	Biodegradables	Tóxicos	Dinámica fluvial	Contaminación	Erosión	Organismos	Hábitats	Procesos	Vegetación	Agua	Suelo	Pesqueros	Minerales	Turismo	Vías	Equipo/servicios	Edificaciones	Ingresos	Tenencia tierra	Movilidad	Expectativas	Cultura	Interés social	leve
<b>Actividad o proceso</b>																											
Definición de sitios de obra																											leve
Negociación predios/mejoras																											moderado
Movilización y alistamiento																											moderado
Localización/batimetría																											moderado
Señalización y balizaje																											moderado
Colocación de tuberías																											moderado
Dragado																											crítico
Adecuación sitio de vertido																											crítico
Descarga																											crítico
Armada de retardadores																											crítico
Colocación retardadores																											crítico
Llenado activo																											severo
Llenado pasivo																											severo
Desmovilización																											severo

balance oferta demanda

Tablas 43., p. 61 y 44.

Los resultados permiten establecer:

- Los 36 efectos críticos y severos alcanzan en conjunto el 28,8% de los efectos identificados.
- Las actividades más incidentes sobre los elementos ambientales son el dragado, el llenado activo de brazos, la descarga en medio acuático y la adecuación de los sitios de vertido en tierra.
- Los elementos ambientales más afectados por las actividades del proyecto son la generación de expectativas, las interrelaciones sociales, la generación de ingresos y la dinámica fluvial.

Los indicadores más relevantes del balance ambiental son:

- La concentración de inertes en el río

Magdalena como consecuencia del movimiento de materiales de los fondos por los dragados y su disposición terrestre en las islas o en el mismo medio acuático.

- Los cambios en la dinámica fluvial como consecuencia de la profundización del canal navegable y de los cierres de brazos, con alteración en la dirección de corriente, erosión en orillas y los balances locales de sedimentación - erosión, entre otros.

• Las alteraciones localizadas de algunos hábitats bióticos dentro del río, especialmente en las zonas litorales intervenidas bien por los dragados o por los cierres de brazos.

- La generación de expectativas sobre las comunidades humanas debido a la presencia del proyecto y la eventual

demanda de mano de obra, bienes, servicios, compra de predios, disponibilidad de materiales de dragado, etc.

- Los cambios en las interrelaciones sociales entre las comunidades humanas debidas a la utilización aleatoria de mano de obra y personal local, la ocupación de terrenos, beneficios y participación comunitaria, etc.

**Tabla 44. Jerarquización de los valores de la función de deterioro**

Rango de $\Phi^i$	Clase de efecto	Trama	Frecuencia % de clase
0,00-0,80	Leve		7,1
0,81-1,60	Moderado		63,5
1,61-2,40	Crítico		25,4
2,41-3,20	Severo		4,0

El manejo ambiental del proyecto está constituido por los siguientes planes: *Manejo, Contingencia, Divulgación y Gestión* detallados a continuación.

### plan de manejo

Este contiene las medidas recomendadas para mitigación de los efectos adversos (críticos y severos), causados por las actividades del proyecto sobre los elementos ambientales durante la ejecución de las obras, según identificación y valoración efectuadas en el *balance ambiental*, así como las recomendaciones para el futuro control, seguimiento y mejoramiento de dichos efectos.

El alcance de las medidas de manejo ambiental planteadas, se refiere específicamente a las obras del proyecto de mejoramiento de la navegación en el Magdalena (en las fases de construcción de la primera etapa y los dragados de mantenimiento). No incluye las correspondientes al impacto ambiental del largo plazo producido por el incremento gradual resultante de la navegación, si bien muchas de las recomendaciones del estudio son aplicables a este objeto.

Es necesario señalar que no se podrá lograr una rehabilitación ambiental total y permanente del Magdalena en el sector del proyecto, mientras no se adopten y ejecuten a nivel nacional una serie de políticas y decisiones que protejan efectivamente los sistemas actualmente afectados. Se requieren acciones sobre aspectos tales como la protección y reforestación de las cuencas hidrográficas de los tramos altos del Magdalena y sus tributarios; la descontaminación de las aguas residuales e industriales vertidas al río Bogotá; el manejo ambiental de los

impactos causados por la minería incontrolada en ríos afluentes del Magdalena; el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas y de seguridad en la región, etc.

### Medidas recomendadas

Debido al carácter conceptual del proyecto y la incertidumbre respecto de los sitios precisos de realización de las actividades, el plan de manejo no incluye diseños específicos de ingeniería, sino que se ejercerá mediante la introducción de criterios ambientales adicionales que permitan la supervisión y control de las interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos ambientales.

La Tabla 45., p. 64, presenta un resumen de los impactos susceptibles de ser causados por el proyecto, referidos a los distintos elementos ambientales y las actividades en campo, más la indicación de las iniciales y número de orden correspondientes a las medidas de mitigación adoptadas para minimizarlos, teniendo en cuenta cuatro tipos de medidas de mitigación planteadas por este documento, así (Figura 39.):

- Condicionantes ambientales previos (CAP - Tabla 46.)
- Actividades y procesos adicionales (APA - Tabla 47.)
- Normas de manejo ambiental (N - Tabla 51.)
- Diseños recomendados para el largo plazo (DLP - Tabla 52.)
- Recomendaciones adicionales de manejo ambiental.

Estas medidas se detallan a continuación.

### Condicionantes ambientales previos (CAP)

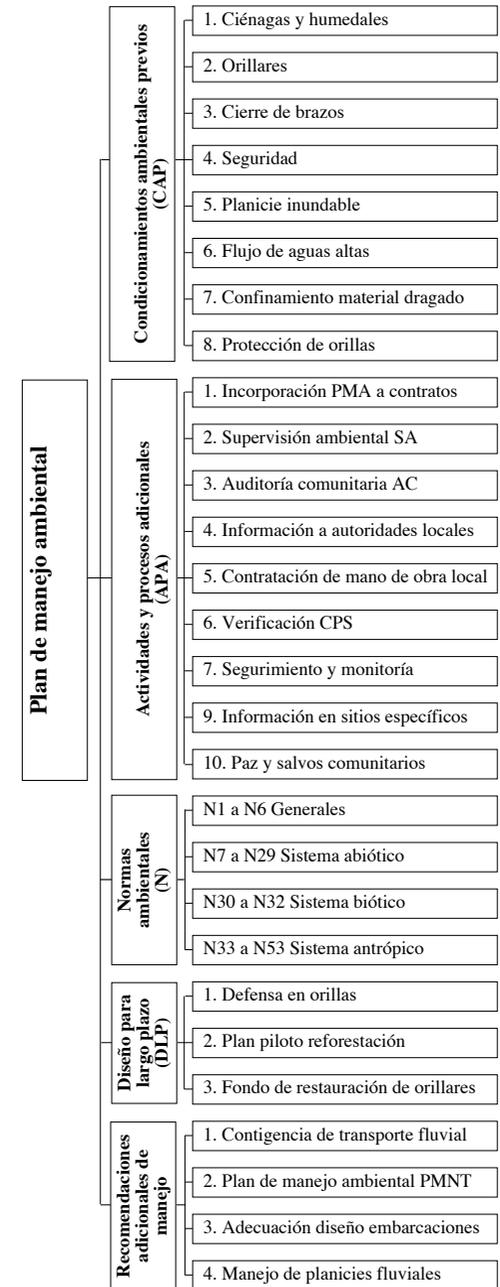


Figura 39. Plan de manejo- medidas de mitigación

Tabla 45. Medidas de mitigación

Elemento	Actividad	Medidas de Mitigación
Ruido	Dragado	N9
Inertes	Dragado	CAP 1, N17, N21, N22, N23
	Descarga	CAP 1, N15, N19, N23
	Llenado activo	CAP3, CAP6, N21, N23, N46, N47, N48
	Llenado pasivo	CAP3, CAP6, N21, N23, N46, N47, N48
Biodegradables	Llenado activo	N13, N14, N26
Dinámica Fluvial	Colocación retardadores	CAP3, CAP5, CAP6, N18
	Llenado activo	CAP3, CAP6, N21, N22, N23
	Llenado pasivo	CAP3, CAP6, N21, N22, N23
Contaminación	Adecuación sitios de vertido	CAP7, APA 6, N17, N18, N20, N24, N27,
Erosión	Dragado	N29
Organismos	Dragado	CAP1, CAP5, CAP6, N21, N22, N23, N29, N34, N36
	Descarga	CAP1, CAP5, CAP6, N21, N22, N23, N26, N29, N34, N36
Hábitats	Adecuación sitios de vertido	CAP7, N16, N17, N18, N24
	Descarga	CAP1, CAP5, CAP6, N21, N22, N23, N29, N34, N36
	Llenado activo	CAP3, CAP6, N21, N22, N23
Procesos Agua	Llenado activo	CAP3, CAP6, N21, N22, N23
	Descarga	CAP1, CAP5, CAP6, APA 3, APA6, N19, N21, N23
Suelo	Llenado activo	CAP3, CAP6, APA3, N21, N23
	Adecuación sitios de vertido	CAP7, APA3, N16, N17, N18, N20, N23, N24, N26, N27, N33, N34, N35, N36, N37
Ingresos	Negociación predios/mejoras	CAP7, APA3, APA5, APA9, N50, N52
Terrenos	Negociación predios/mejoras	CAP7, APA3, APA5, APA9, N50, N52
	Adecuación sitios de vertido	CAP7, APA3, APA5, APA9, N16, N17, N18, N50, N52
	Llenado activo	CAP3, CAP6, APA3, N21, N22, N23
Expectativas	Negociación predios/mejoras	CAP7, APA 3, APA4, APA9, N50, N51, N52
	Movilización/alistamiento	APA3, APA4, APA9
	Dragado	APA3, APA4, APA9, N51, N52
	Descarga	APA3, APA4, APA9, N51, N52
	Colocación/ancaje retardadores	APA3, APA4, APA9, N47, N48, N51, N52
	Llenado activo	APA3, APA4, APA9, N51, N52
	Llenado pasivo	APA3, APA4, APA9, N51, N52
Interrelación Social	Negociación predios/mejoras	CAP7, APA3, APA4, APA5, APA9, N50, N51, N52
	Movilización/alistamiento	CAP7, APA3, APA4, APA5, APA9, N50, N51, N52
	Dragado	CAP7, APA3, APA4, APA5, APA9, N50, N51, N52
	Adecuación sitios de vertido	CAP7, APA3, APA4, APA5, APA9, N50, N51, N52
	Colocación/ancaje retardadores	CAP7, APA3, APA4, APA5, APA9, N50, N51, N52

Son limitaciones que el MOPT a través de UEF-BEX ha incorporado a los diseños, en razón de la alta sensibilidad de los ecosistemas asociados al río y la impredecibilidad del comportamiento final de los factores

y variables que intervienen. Se describen en forma de normas que deberán ser tenidas en cuenta en el proceso de definición previa de los sitios de obra y que todos los participantes del proyecto deben conocer y acatar (Tabla 46.).

Tabla 46. Condicionantes ambientales previos

CAP	Descripción
1	<i>Ciénagas y humedales.</i> No se tocará ni se modificará bajo ningún concepto el ecosistema conformado por el río y las ciénagas y humedales vecinos. No se dragará ni se dispondrá material dragado dentro de las ciénagas o humedales, ni en los terrenos aledaños a ellos, ni en sus caños de mutua interconexión o de conexión con el río. Esta norma tiene excepción en los tres casos específicos de las ciénagas en Puerto Wilches, Cantagallo y Gamarra, que en la actualidad se encuentran dentro del casco urbano, están totalmente contaminadas e intervenidas y se han convertido en focos infecciosos y botaderos de basuras
2	<i>Orillares.</i> No se utilizarán las orillas para colocación de materiales dragados, salvo expresa petición y acuerdo previo con las comunidades locales y con objeto de cumplir usos benéficos de dicho material, tales como rellenos sanitarios, adecuación de terrenos, uso como material de construcción o para diques de defensa contra inundaciones, reales de vías, jarillones, etc.
3	<i>Cierre de brazos.</i> Sólo se cerrarán brazos secundarios que funcionen como tales dentro del cauce del río durante épocas de aguas bajas; no se colocarán estructuras dentro del canal principal, ni se cerrarán brazos que conecten el río con ciénagas o centros poblados, o por donde circule el flujo principal de aguas altas, o que sirvan de comunicación entre comunidades ribereñas, o que de alguna manera se identifiquen como de importancia económica o social para los pobladores vecinos.
4	<i>Seguridad.</i> Todas las personas y entidades que intervengan en el proyecto deberán cumplir y respetar las normas de seguridad fluvial y los reglamentos de señalización y balizaje dictados por el MOPT.
5	<i>Planicie inundable.</i> No se construirán diques a lo largo de las orillas en forma tal que obstruyan el proceso normal de inundaciones estacionales, para no interferir con las interacciones ecológicas de fertilización del valle.
6	<i>Flujo de aguas altas.</i> Las estructuras de cierre con retardadores tendrán una dimensión tal que permita obstruir el flujo durante épocas de aguas bajas, pero sin que se constituyan en obstáculo importante para el tránsito de crecientes.
7	<i>Confinamiento del material dragado.</i> Para el manejo y confinamiento del material dragado que deba ser vertido en tierra deberán seguirse los diseños típicos incorporados en los planos, que incluyen alternativas para diques en tierra o barreras en geotextiles, y detalles de vertederos, protección de canales de desagüe, drenajes internos, etc.
8	<i>Protección de orillas.</i> La SA iniciará un proceso de protección de las orillas que conformen el cauce final del canal principal, una vez se defina su localización mediante la ingeniería previa a la iniciación de las obras propuestas. Los detalles de protección serán determinados según las características particulares en cada sitio, a partir de los resultados del proyecto.

### Actividades y procesos adicionales (APA)

Son las actividades y procesos que deben ser incorporados al diagrama de flujo normal de la realización de las obras, para tener en cuenta las implicaciones de carácter ambiental y realizar el manejo, prevención y mitigación de los efectos adversos

críticos y severos. En el diagrama de flujo (Figura 40.) se muestran las instancias de realización. En la Tabla 47., p. 66., se describen en forma sucinta. El diseño detallado de cada una se presenta a continuación.

***Incorporación del Manejo Ambiental a los contratos de obra e***

**interventoría**

Los planes de *manejo* y de *contingencia* serán incluidos en los términos de referencia, los pliegos de condiciones y las minutas de contratación para los consultores y contratistas de obra. Dichos documentos serán parte integrante de los contratos que se realicen y de esta manera obligarán el cumplimiento general de las normas y recomendaciones ambientales.

**Supervisión Ambiental (SA)**

La SA será creada por el MOPT y financiada con cargo al proyecto. Actuará en forma independiente para el control ambiental de éste. La estructura de personal, los vínculos de integración interna con el proyecto y los demás actores ejecutores (MOPT, contratista e interventoría), así como con las entidades y autoridades externas al proyecto se muestran en el organigrama operativo (Figura 41.). Funcionará con las siguientes características.

**Unidad operativa.** La SA será una sola entidad operativa, independientemente del número de contratistas de obra para dragados, para cierre de brazos, del número de firmas interventoras de contrato y del número de frentes de obra que se abran.

**Personal requerido.** El Director de la SA tendrá la responsabilidad de velar por el manejo ambiental del proyecto y formará parte del *Comité Supervisor Ambiental*. Será un profesional calificado en el área ambiental, con experiencia no menor a 10 años en proyectos similares, oriundo o conocedor de la región, con aptitudes para la coordinación de personal subalterno y el manejo

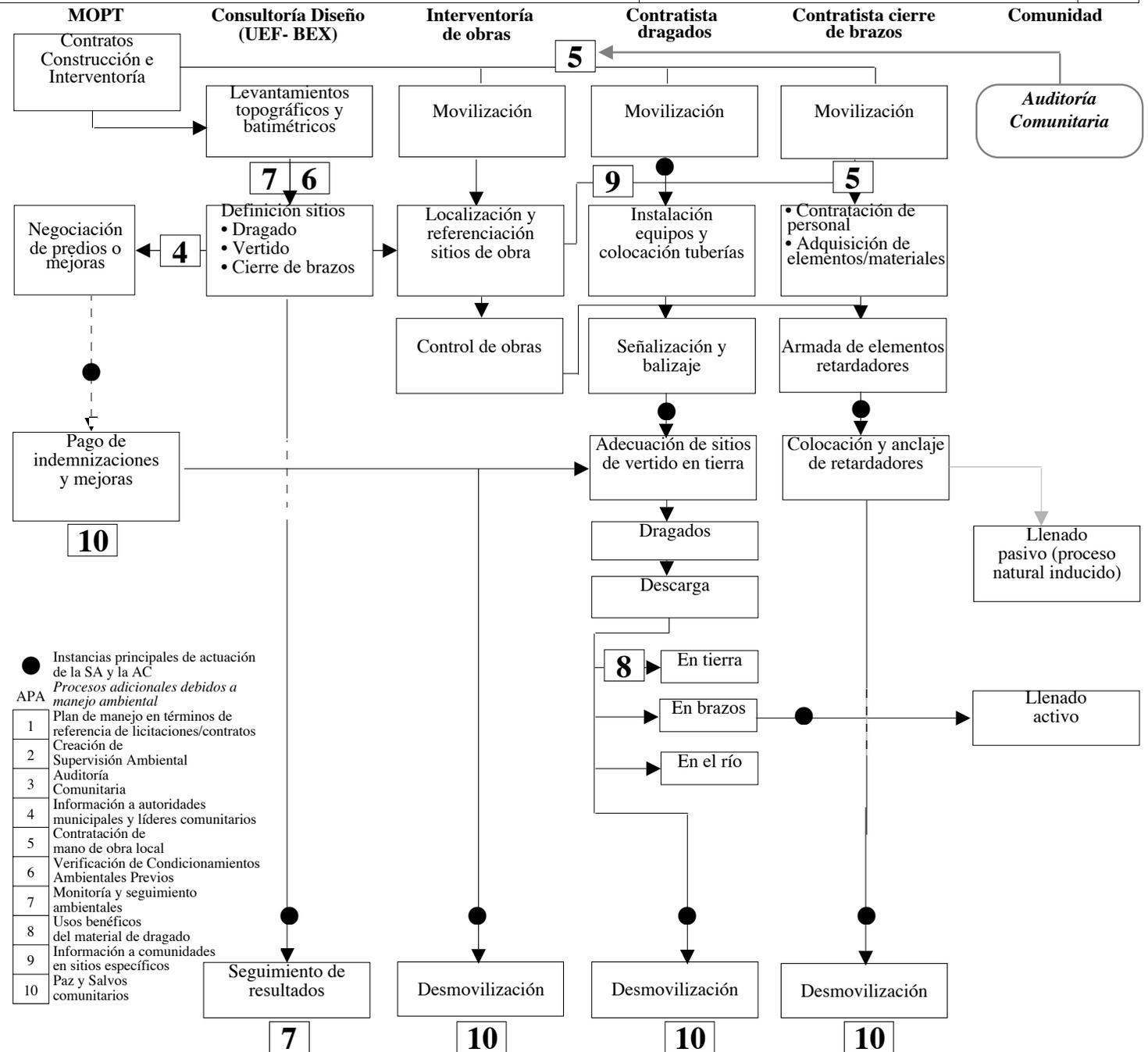


Figura 40. Actividades y procesos del proyecto con el plan de manejo ambiental incorporado

Tabla 47. Actividades y procesos adicionales (APA)

APA	Definición	Descripción
1	Incorporación del manejo ambiental a los contratos de obra e interventoría	Inclusión de PMA y PC en términos de referencia, pliegos de condiciones, y contratos de consultores y contratistas de obra. obligarán el cumplimiento de las normas y recomendaciones ambientales a todas las personas y entidades involucradas en el proyecto.
2	Interventoría ambiental (SA)	SA creada por el MOPT realizara: control ambiental de actividades y procesos de obra; seguimiento y monitoría de resultados; vocería del proyecto ante comunidades y comunicación con la ASuditoría Comunitaria.
3	Auditoría comunitaria (AC)	AC formada por representantes de las comunidades vecinas a frentes de trabajo. Servirán de canales de comunicación del proyecto con las comunidades.
4	Información a autoridades y líderes comunitarios	Información sobre los aspectos generales del proyecto, que se adelantarán previa a la realización de las obras.
5	Contratación mano de obra local	Para actividades que no requieran especialización se preferira contratar personal residente en los sitios de obra.
6	Verificación cumplimiento CAP	Para determinación de sitios de obra, se verificara que todos los CAP sean cumplidos. En caso contrario tomar medida de mitigación pertinentes.
7	Seguimiento y monitoría	Se ejercera por la SA mediante el plan de seguimiento y monitoría (PSM).
8	Usos benéficos de material de dragado	Proceso de definición de utilización del material para pro-pósitos de beneficio común a solicitud de las comunidades de cada frente de obra.
10	Paz y salvos comunitarios	Como requisito para autorizar el retiro final de los contratistas y la expedición del Acta de Terminación de Obras se exigirá un paz y salvo con las comunidades de cada frente, por concepto de pago de deudas y satisfacción de obligaciones del contratista y de su personal.

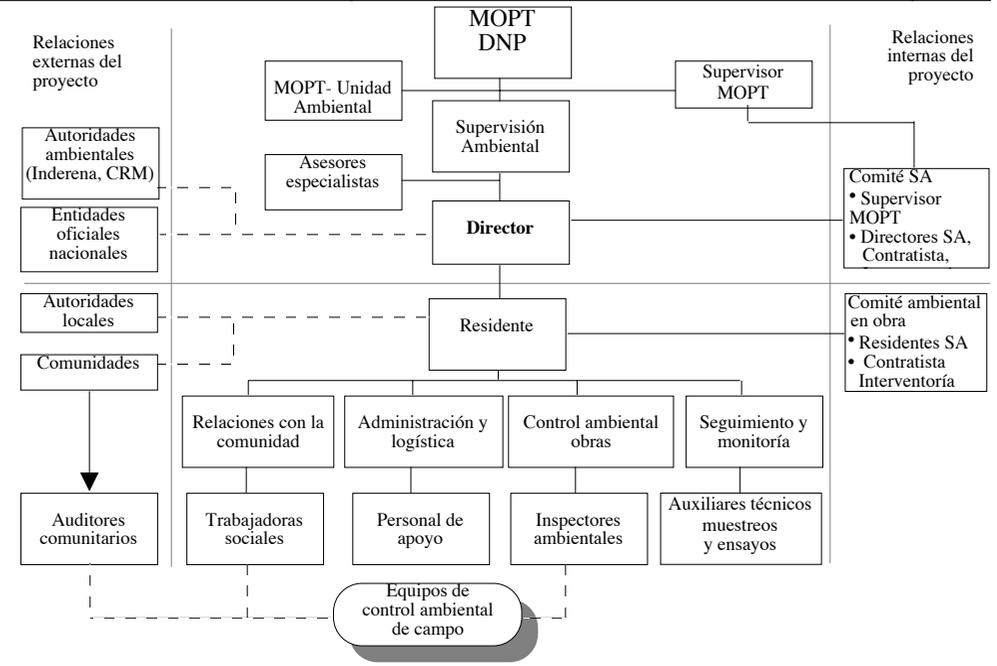


Figura 41. Organigrama de la supervisión ambiental SA

de reuniones con personas ajenas a su propia organización.

El Director será además el vocero autorizado del proyecto ante las comunidades, las autoridades y las entidades ambientales del orden nacional o regional. Contará con la disponibilidad de asesores especialistas en campos específicos (legal, ambiental, hidráulica, geotecnia, sociología, etc), según se requieran para la adecuada orientación de sus funciones. El presupuesto de la SA permitirá la contratación de estos asesores en el número y los períodos necesarios.

El Residente de SA deberá ser un profesional universitario, con

experiencia de campo no inferior a cinco (5) años, oriundo o conocedor de la región, con aptitudes para el manejo de personal de campo y para interrelaciones con personas ajenas a su propia organización. Tendrá su sede de trabajo en la obra y formará parte del *Comité Ambiental de Obras* de los diferentes contratos. El Residente de SA será además el vocero autorizado del proyecto ante las co-munidades, autoridades y las entidades ambientales del orden local.

La organización de campo contará con las áreas de *Control Ambiental de Obras* (a través de inspectores), *Relaciones con la Comunidad* (con el trabajo permanente de una

trabajadora social), *Seguimiento y Monitoría* (personal auxiliar técnico) y *Administración* (personal auxiliar administrativo).

Los inspectores ambientales, los auxiliares técnicos y el personal de apoyo necesario, se nombrarán en número suficiente para cubrir a cabalidad todos los tramos contractuales en que se divida el proyecto.

La Trabajadora Social deberá ser oriunda o conocedora de la región del proyecto. Servirá como enlace para todas las relaciones del proyecto con la comunidad a través de la *Auditoría Comunitaria* y será la encargada de manejar las informaciones en sitios específicos.

Los Inspectores (uno por tramo) serán personas entrenadas en

asuntos ambientales y con experiencia en trabajo de campo. Residirán en la zona y tendrán a su cargo el control ambiental permanente durante el desarrollo del proyecto.

El personal auxiliar técnico estará determinado por las funciones de Seguimiento y Monitoría asignadas en el Plan de Manejo.

Para el apoyo logístico se contará con una oficina sede en Barrancabermeja y oficinas subsidiarias de campaña en cada uno de los tramos, así como transporte permanente en lancha para cada frente.

*Comités de vinculación de la SA con el proyecto.* La SA cumplirá su función controladora mediante su acción directa en la obra y su comunicación con los ejecutores del proyecto en dos instancias principales de

vinculación, a saber:

El *Comité de Supervisión*, conformado por el director de SA, sus homólogos del contratista y de la interventoría de obras y el supervisor del MOPT. Tendrá a su cargo la definición de políticas y procedimientos generales de aplicación del Plan de Manejo, la decisión sobre asuntos no contemplados, la aplicación de instrumentos para obligar al cumplimiento de las obligaciones ambientales de las entidades participantes y la intermediación para dirimir las discrepancias que llegaren a presentarse sobre el tema.

El *Comité Ambiental de Obras*, conformado por el Residente de la SA con sus homólogos del Contratista y la Interventoría de Obras en el sitio de trabajo, resolverá sobre la aplicación del Plan de Manejo, los casos locales, supervisará la puesta en marcha del Plan de Contingencia y velará por el cumplimiento de las obligaciones ambientales de todas las personas y entidades presentes en los sitios de trabajo.

*Funciones.* La SA tendrá las siguientes funciones:

- Realizar el control ambiental de las obras; verificar el cumplimiento de todas las normas, condicionantes, diseños, actividades y procesos recomendados en el PMA.
- Servir de vocería oficial del proyecto ante las comunidades y participar en todos los procesos y negociaciones que se adelanten con los residentes y autoridades locales, en combinación con la Auditoría Comunitaria.
- Servir de vocería oficial del proyecto ante las autoridades ambientales del orden nacional o regional (INDERENA y

Corporaciones regionales), para atender y hacer cumplir las órdenes o sugerencias emanadas de dichas entidades, mantener la comunicación con ellas e informarlas sobre el adelanto de los trabajos en caso necesario.

- Efectuar el seguimiento y la monitoría de los trabajos para comprobar que la realización de la obra se enmarque dentro de los requisitos ambientales y sus resultados correspondan con los esperados; diseñar y recomendar los correctivos necesarios.
- Verificar la puesta en marcha y operación del Plan de Contingencia en cada uno de los contratos o frentes, revisar y aprobar los planes de disposición de desechos y, en general, supervisar y hacer cumplir las normas ambientales de ley y las del PMA.

*Informes.* La SA deberá preparar los siguientes informes:

- Informes mensuales ejecutivos de SA sobre la secuencia y desarrollo de los aspectos ambientales en las obras, problemas presentados y soluciones adoptadas.
- Destinatarios: MOPT, Dirección de Navegación y Puertos, Unidad Ambiental.
- Informe final con el siguiente contenido:
    - Memoria técnica ejecutiva de la obra, con descripción de las decisiones y modificaciones tomadas durante la marcha y apreciación sobre las mismas.
    - Descripción, análisis y evaluación de los cambios inducidos sobre el medio natural y los sistemas abiótico, biótico y antrópico.
    - Pronósticos de efectos subsiguientes esperados.
    - Recomendaciones y sugerencias

para incorporar en los diseños de ingeniería y en los planes de Manejo Ambiental, Contingencias, Gestión, Seguimiento y Monitoría para futuras etapas del proyecto.

Destinatarios: MOPT, Dirección de Navegación y Puertos, Unidad Ambiental, INDERENA.

*Organización de la SA.* Aunque existen varias opciones para ejercer la SA:

- directamente por la Unidad Ambiental del MOPT,
- por UEF-BEX,
- conjuntamente con la interventoría de obras, o
- por una firma consultora.

Se recomienda al MOPT esta última, la contratación de una firma consultora especializada, con el objetivo de garantizar la independencia, agilidad y unidad de criterios requeridos para una cabal aplicación de las recomendaciones del plan de manejo. El estimativo de costos se ha basado en esta última alternativa. *Auditoría Comunitaria (AC)*

Estará formada por personas representantes de las comunidades donde se abrirán los frentes de trabajo y designadas por ellas (un Auditor por cada tramo). Su propósito es servir de canales de doble vía de comunicación del proyecto con las comunidades y verificar el cumplimiento del PMA en todas las actividades y procesos cuya interacción ha sido identificada (Figura 40., p. 65).

A continuación se detallan las guías principales para su función.

*Nombramiento y remuneración.* En cada tramo contractual de obra se pedirá a las comunidades residentes,

por intermedio de sus líderes representativos, la nominación y elección de una persona con preparación equivalente a bachillerato y disponibilidad para dedicación de tiempo completo, para servir como Auditor Comunitario durante el proyecto. La remuneración estará a cargo de la SA, para un nivel salarial equivalente al de Inspector de Obra. Tendrá derecho a prestaciones sociales, gastos de transporte, alojamiento y alimentación durante los desplazamientos, amparo médico, seguro de vida y, en general, todos los beneficios laborales de ley vigentes para los empleados de la SA.

Los Auditores Comunitarios actuarán en forma permanente como representantes de la comunidad ante el proyecto. Formarán parte, con los Inspectores Ambientales, de los equipos de supervisión ambiental de cada uno de los tramos de obra. Participarán en la toma de decisiones en cada una de las instancias señaladas en el Diagrama de Actividades y Procesos (Figura 40., p. 65), especialmente en los procesos de negociación de predios o mejoras, definición de usos benéficos de material dragado, verificación de condicionantes ambientales previos, contratación de personal, información en sitios específicos de obra y expedición de Paz y Salvos Comunitarios a los contratistas para terminación de obras.

Antes de la iniciación de los trabajos, serán instruidos sobre sus deberes y atribuciones por parte de (y a cargo de) la SA, mediante un seminario de inducción que les permita conocer el alcance real del proyecto y sus implicaciones ambientales. El seminario debe

incluir una visita a los sitios donde se hayan realizado trabajos similares a los proyectados y una reunión para discutir y validar con ellos los indicadores ambientales del PMA, aclarar los términos y alcances de su participación, establecer logísticas, métodos y procedimientos.

La duración de los contratos de los Auditores Comunitarios deberá extenderse hasta dos meses después de los plazos contractuales de los contratistas de los diversos tramos, para permitir que por su intermedio se tramiten las quejas, apreciaciones, sugerencias, reclamos y recomendaciones que la comunidad desee expresar para conocimiento del MOPT.

#### **Información a autoridades y líderes locales**

Consiste en el proceso de información a las autoridades públicas y privadas de la zona de influencia sobre los objetivos, límites, actividades y alcances del proyecto.

Esta labor se adelantará previa a la realización de las obras. Es de capital importancia que este proceso se inicie tan pronto como los contratos hayan sido adjudicados y se tenga un estimativo razonable sobre las fechas de iniciación y duración de los trabajos, pero no antes de ello para no crear falsas expectativas.

**Metodología.** Se realizarán dos reuniones como mínimo (una en Barrancabermeja y otra en La Gloria) con la autoridades locales de los municipios cercanos: alcaldes, concejales, miembros de las UMATAS, personeros, contralores municipales y personas representativas, párrocos, líderes comunitarios, educadores, directores de ONGs, comités de pescadores, asociaciones

de desempleados, asociaciones campesinas, juntas de acción comunal, Defensa Civil, etc. Por parte del proyecto deberán asistir representantes del MOPT, UEF-BEX, SA y los contratistas asignados a cada tramo.

**Convocatoria.** Serán convocadas mediante carta circular dirigida por el Ministro a los alcaldes, más carta circular del Jefe de la Supervisión Ambiental a las demás personas. La SA tendrá la responsabilidad operativa de las reuniones.

**Instrumentos.** Se utilizará un video pedagógico y descriptivo del proyecto, de unos 15 minutos de duración, elaborado por y a cargo de la SA con asesoría de la Unidad Ambiental del MOPT. El contenido será programado para mostrar, en términos sencillos, la información necesaria, sin magnificar ni minimizar los trabajos. Las voces, las imágenes y la mabientación deben pertenecer a la región. Luego de su presentación se destinará un período para preguntas y respuestas con el fin de que todos los concurrentes obtengan conocimiento y comprensión sobre el tema. En las reuniones se dará claridad sobre la vocería oficial del proyecto a cargo de la SA, se instruirá y dará inicio al proceso de conformación de las Auditorías Comunitarias y se establecerán los canales de comunicación.

**Estrategia psicológica de comunicación.** Evitar lo dramático, lo emotivo y argumental, para presentar solamente lo racional. Cuidar de no despertar expectativas negativas o positivas sobre el proyecto. No mencionar entidades internacionales (Banco Mundial, IBRD, FMI, etc) para no crear antagonismos innecesarios.

#### **Contratación de mano de obra local**

Para las actividades no especializadas se preferirá contratar personal residente en los sitios de obra.

Con la asesoría y colaboración de la AC y la supervisión de la SA, la contratación de mano de obra local deberá realizarla el contratista teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Los jornales de la región están particularmente influidos por los salarios que paga Ecopetrol, bien sea en forma directa o a través de sus contratistas o empresas asociadas y reflejan el alto costo de vida en la zona.
- Existen juntas de desempleados que se encargan de rotar los turnos y designar las personas para trabajos temporales. Se debe negociar la contratación a través de estos estamentos, para no interferir con los principios y procesos de organización social ya establecidos.
- Todo el personal contratado en la zona debe contar con protección médica, seguro de vida y todas las prestaciones sociales de ley.

#### **Verificación del cumplimiento de condicionantes ambientales previos**

Puesto que los planos de licitación no indican la localización definitiva de las obras, en el proceso de determinación de los sitios de obras de dragado, vertimiento y cierre de brazos, previo a la iniciación de los trabajos, el MOPT, a través de UEF-BEX, verificará que todos los CAP sean tenidos en cuenta y cumplidos debidamente, para tomar las medidas correctivas y de mitigación pertinentes.

Si bien los planos de licitación del proyecto deben tomarse como indica-

tivos, puede señalarse un ejemplo de aplicación de este proceso.

En la Tabla 48. se mencionan algunos cierres de brazos secundarios que aparecen en dichos planos y que no se ajustan a los criterios de los CAP.

Se acompañan, los números de los planos correspondientes, la localización aproximada y la razón para sugerir la modificación del diseño.

#### **Seguimiento y Monitoría**

El presente estudio de impactos ambientales se realizó sobre una fase del proyecto y sobre un estado ecológico determinado (primer semestre de 1993). Las subsecuentes etapas de mantenimiento y obras complementarias acarrearán problemas de varios tipos, tales como:

- Efectos acumulados de los años anteriores en los elementos físicos y bióticos.
- Efectos nuevos no pronosticados.
- Nuevas manifestaciones de efectos conocidos sobre el sistema antrópico, especialmente en lo referente a la generación y cumplimiento de las expectativas. Si las expectativas e ilusiones de la comunidad no son satisfechas en el primer año, para el segundo se generan expectativas negativas adicionales. Si, por el contrario, pudieron satisfacerse, en los años posteriores las exigencias pueden aumentar.

Para manejar estos problemas se pondrá en funcionamiento el programa de Seguimiento y Monitoría que tendrá además por objeto recavar la información de tipo ambiental antes, durante y después de la ejecución del proyecto, para determinar y describir el comportamiento de las obras, dar elementos de criterio y facilitar la toma de decisiones sobre situaciones previstas

o imprevistas, para minimizar el carácter adverso de los efectos ambientales y para garantizar la seriedad técnica en el análisis y solución de los eventuales conflictos entre el Contratista, la SA, las comunidades y las instituciones de control ambiental, respecto a la interpretación de los tópicos ambientales del proyecto.

Esta labor será ejercida por la SA mediante el Plan de Seguimiento y Monitoría - PSM - detallado en las Tablas 49. y 50. y deberá continuarse durante tres (3) meses después de terminada la restauración de los sitios de vertido en tierra.

**Usos benéficos del material de dragado**

Es el proceso de definición de utilización del material para propósitos de beneficio común en orillas a solicitud de las comunidades, según está definido en la CAP-2 y de acuerdo con las posibilidades técnicas y económicas del proyecto (accesos, distancias de bombeo, etc). Con la colaboración de la Auditoría Comunitaria y la anuencia del Contratista de dragado, este proceso seguirá las líneas de

decisión indicadas en la Figura 42.

**Proceso de negociación de bienes afectados**

Para minimizar los conflictos que puedan presentarse durante las negociaciones con miembros de la comunidad la SA debe:

- preparar conjuntamente con la AC, con anterioridad a la iniciación de las obras, un *manual de precios unitarios* de tierras, cultivos, viviendas, infraestructura, terrenos sin uso, mejoras, etc., específico para cada tramo. Este se empleará para negociaciones de todo tipo: pagos por uso (vertido, tendido de tuberías, permisos demovilización campamentos, etc.) y para definir indemnizaciones por daño accidental (ruptura de tubos, derrames, etc.) .
- elaborar un inventario previo con el con propietario o poseedor, si la negociación es por uso previsto y efectuar la contabilidad (cantidades x precios unitarios) para establecer la base de pago.

• elaborar un inventario posterior con el dueño o poseedor y la participación de la AC, en caso de daños accidentales y efectuar la contabilidad (cantidades x precios unitarios) para establecer la base de indemnización.

• Los desacuerdos en cualquier caso (uso o daño) serán dirimidos en forma tripartita (SA, AC y afectado)

• En caso de persistir desacuerdos se debe recurrir a los mecanismos legales para dirimirlos.

**Información a la comunidad en sitios de obra**

Es la información que se dará a los residentes y vecinos de cada sitio específico sobre los trabajos por realizar y las implicaciones ambientales que de ellos pueden derivarse. Esta labor estará a cargo de la Trabajadora Social de la SA, acompañada por el Inspector Ambiental y el Auditor Comunitario del tramo correspondiente y se realizará con las guías que se ofrecen a continuación.

**Objetivos.** En una situación de conflicto social permanente, cualquier interferencia puede llegar a ocasionar amplificación de las tensiones internas y detonar conflictos mayores, con un serio deterioro de las delicadas interacciones del tejido social en la región. La información sobre el proyecto a cada una de las comunidades potencialmente afectadas se ha diseñado para solucionar este problema y evitar la creación de malos entendidos y distorsiones sobre el significado real del proyecto, llenar los vacíos informativos y situar en su justa

realidad las expectativas.

**Materiales.** El mismo video que se utiliza para la APA-4, con un proyector de baterías.

**Metodología.** Se programará la visita por anticipado, para cerciorarse de que todas las personas residentes en la isla puedan estar presentes o representadas. Luego de la proyección del video o de las explicaciones verbales, según el caso, se detallarán en términos muy sencillos el alcance y las características particulares del trabajo para el sitio, incluyendo información completa sobre las medidas de seguridad y el significado de las señales de advertencia (vallas, luces, etc.) que serán colocadas en el sitio determinado. Luego se responderá a todos los interrogantes de las personas presentes, cuidando de no crear expectativas

**Tabla 48. Observaciones sobre localización de algunos cierres de brazos**

Plano	Abscisa km	Sitio	Observaciones
6	611-608	Entre La Coquera y Terraplén, Margen derecha, aguas abajo río Sogamoso	Se obstruyen bocas de ciénaga El Salado y comunicación entre poblaciones ribereñas.
8	579-573	Frente a ciénagas Canaletal y Cimilicico. Tramo entre Canaletal y Paturia	Cierre de caño comunicación a Ciénaga Cimilicico. Optimizar número y localización estructuras para disminuir longitudes y costos
	540-538	A. abajo de Sitio Nuevo	Cierre de canal izquierdo afecta caños que intercomunican ciénagas y caño Barbé
10	535-533	Frente a Vijagual	Cierres en margen izquierda pueden obstar comunicación con caño Los Aliados.
15	443-441	Aguas arriba de El Recreo.	Posible taponamiento de caño de conexión con ciénaga Morales por la margen derecha del río.

**Tabla 49. Sitios de monitoría**

km	Descripción del sitio	Análisis
628-630	Sitios de dragado frente a refinería de Ecopetrol	SI,S2, MI,M2
619-621	Abajo refinería de Ecopetrol	SI,S2, MI,M2
611-615	En sitios de dragado vecinos a desembocadura del Sogamoso	MI,M3
594-596	Zona instalaciones petroleras de Cantagallo	MI,M3
581-584	En sitios de dragado a menos de 500m abajo de las descargas de aguas negras de San Pablo	SI,S2, M2,M2
583	Sitios de dragado ubicados hasta 600m aguas abajo de la desembocadura del río Cimitarra	MI,M3
494-496	Sitios de dragado en el área de desembocadura del río Lebrija	MI,M3
471-474	Sitios de dragado a menos de 500m abajo 500 m de la descarga de aguas negras de Gamarra	SI,S2, M2,M3
434-436	Sitios de dragado a menos de 500m del caño de la ciénaga de Juncal, donde se vierten las aguas negras de Gamarra	SI,S2, M2,M3

Tabla 50. Plan de seguimiento y monitoría. Actividades

Código	Parámetro	Muestras	Sitios	Tiempos de muestreo	Metodología muestreo	Metodología análisis	Tiempos de resultados	Condicionante para iniciar o continuar obra	
Monitoría	M 1	Hg, Pb fase líquida	3 de agua de río	área de dragado	12 días antes de dragado	Según laboratorio		5 días antes de dragado	Hg, Pb < 0.02 mg/l
	M 2	Turbidez	12 previas+ 2/día durante dragado	área de dragado, espaciadas 600 m	c/6 h x 3 días + c/12 h durante dragado	Turbidímetro de campo	Media valores previos = referencia	2 días antes de dragado	Valor durante dragado < referencia + 2 desviaciones típicas
	M 3	Coliformes totales	3 de agua de río	área de dragado	12 días antes de dragado	Según laboratorio	Media valores previos = referencia	5 días antes de dragado	Nºcoliformes/100ml < referencia + 200/100 ml
	M 4	Estabilidad orillas	Indefinido =f Nº sitios de dragado	área de dragado si cerca a orillares	5 días antes de dragado	documentación fotográfica/video	inspección visual	inmediato	ausencia de derumbamientos
	<b>Parámetro</b>	<b>Nº muestras</b>	<b>Sitios</b>	<b>Tiempos de muestreo</b>	<b>Metodología muestreo</b>	<b>Metodología análisis</b>	<b>Tiempos de resultados</b>	<b>Evaluación de cambios por efecto de obra</b>	
Seguimiento	S1	Sólidos totales y suspendidos	3 previas+ 1/día durante dragado	área de dragado	10 días antes de dragado + período de dragado	Según laboratorio	Media valores previos = referencia	10 días después de dragado	Valor durante dragado vs. referencia
	S2	Materia orgánica	3 previas+ 1/día durante dragado	área de dragado	12 días antes de dragado + período de dragado	Según laboratorio	DBO <sub>5</sub>	10 días después de dragado	Valor durante dragado vs. referencia
	S3	Depósitos de sedimentos	Indefinido =f Nº sitios de depósito	sitios de depósito	durante y hasta 3 meses después de obra	documentación fotográfica/video	inspección visual de: confinamiento/restauración/reforestación	3 meses después de obra	documentación ilustrada de cumplimiento de especificaciones

positivas o negativas diferentes de las reales.

A continuación es muy importante elaborar conjuntamente un inventario (preferiblemente con apoyo fotográfico) del estado del sitio antes de las obras, en lo concerniente a instalaciones, viviendas, cultivos, erosión en orillas, corrales, obras de defensa, etc. y validarlas para que sirvan en el futuro con propósitos comparativos.

*Requisitos adicionales de la información.* Es conveniente que la visita a cada sitio específico de proyecto se programe cuando se tenga certeza sobre la localización de las obras y la cronología de las actividades, antes de que se inicien los trabajos pero no con demasiada anticipación.

Se recomienda la antelación de una o dos semanas.

La estrategia deberá basarse en un plano de completa claridad sobre los efectos ambientales esperados, la

duración y programación de los trabajos, las molestias que se ocasionarán a la cotidianidad, etc.

**Paz y salvos comunitarios**

Como requisito para autorizar el retiro final de los contratistas y la expedición del Acta de Terminación de Obras, se exigirá un Paz y Salvo con las comunidades de cada frente por concepto de deudas del contratista y de su personal con miembros de la comunidad. Este documento será expedido por la AC de cada frente y refrendado por la SA. En caso de conflicto (p. ej., la AC se resiste injustamente a entregar el documento), la SA efectuará una investigación sobre el estado real de deudas del contratista o de sus empleados con la comunidad y decidirá sobre la otorgación del paz y salvo bajo su responsabilidad.

Los paz y salvos se refieren al estado final de la obra y no deben ser exigidos para simples cambios de posición dentro de un mismo frente, a salvo

que a juicio de la SA, por el hecho de la movilización parcial a otro sitio queden cortadas las comunicaciones con el sitio que se abandone.

**Normas de manejo ambiental (NMA)**

Son recomendaciones y guías de carácter preventivo para el manejo ambiental, que deberán ser tenidas en cuenta, conocidas y aplicadas de manera obligatoria en cada caso por el contratista y sus empleados, bajo la vigilancia de la Supervisión Ambiental y de la Auditoría Comunitaria. Estas se presentan en la Tabla 51.

**Diseños recomendados para el largo plazo (DLP)**

Son acciones cuya implantación y duración se proyectan más allá del plazo de ejecución de las obras, pero que servirán para reforzar la posibilidad de permanencia del manejo ambiental en la zona de influencia (Tabla 52.).

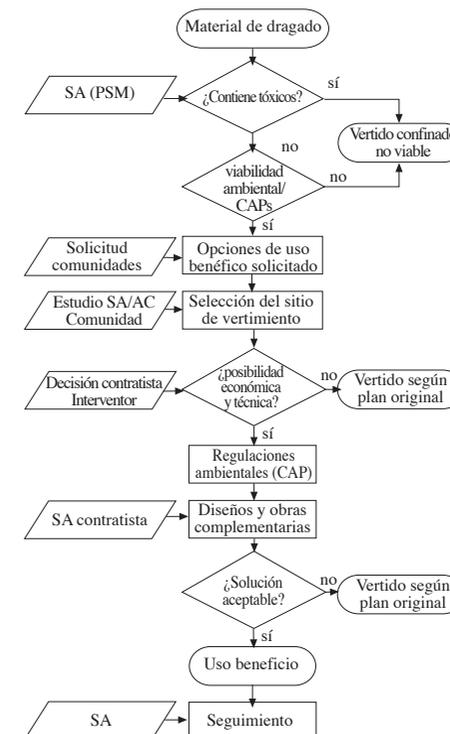


Figura 42. Proceso de decisión sobre uso beneficioso de material dragado

A continuación se esbozan las indicaciones de carácter general a nivel de prefactibilidad, para que sean diseñadas y llevadas a la práctica por el MOPT a través de sus instrumentos y dependencias operativas.

### **DLP 1. Plan de protección de orillas.**

Es un plan a largo plazo, que incluye el diseño y la construcción de obras de defensa en los sitios más afectados. Favorece a las comunidades ribereñas y a la navegación por el río. El proceso general se inicia en el programa de Seguimiento y Monitoría. Será adelantado mediante integración interinstitucional de esfuerzos y gestiones. El diseño será ejecutado por el MOPT a través de UEF-BEX. La gestión de permisos y de construcción a través de las UMATAS de cada localidad, Figura 43. La financiación, por medio del Fondo de Restauración de Orillares (DLP 3).

### **DLP 2. Plan piloto de reforestación**

El propósito de la reforestación es prevenir y recuperar áreas de orillares desprovistas de suelo y vegetación por el oleaje del río, las inundaciones y el uso inadecuado de los mismos; se estima que en el sector Barrancabermeja - La Gloria existen aproximadamente 40 Km lineales de orillares para recuperar o proteger.

Se proponen *áreas piloto* donde resulte fácil implementar estas acciones remediales, se pueda efectuar un seguimiento y, de acuerdo con los resultados obtenidos, extender la experiencia por repetición en áreas mayores de recuperación.

Las áreas piloto se deben ubicar sobre la porción terrestre alledaña al río, correspondiente a la llamada *cresta del orillar*, que es el sitio más

crítico (donde la pendiente sea inferior al 50 %), cubriendo franjas de 20 x 50 m<sup>2</sup> con la disposición y especies indicadas en la Figura 44 .

La plantación de guadua debe hacerse con separación de 2 m en cuadro, formando hileras; el material puede obtenerse de viveros hechos en las mismas orillas del río por los colonos ribereños a quien se les debe dar asesoría para esta labor. A partir de la primera plantación, se mantiene una reproducción vegetativa con retoños que se extienden en nudos y conforman una red que amarra al suelo reduciendo su pérdida y derrumbamiento.

La importancia de la reforestación con guadua se debe a que conserva el suelo y los orillares, genera beneficios económicos adicionales, pues a los 2 años alcanza una altura de corte de hasta 16 m. Puede ser aprovechada por su amplio mercado y diversas aplicaciones, y vincula las comunidades ribereñas en la recuperación de los orillares con beneficios económicos para ellas.

La primera cosecha de corte se obtiene a los 2 años y anualmente se pueden hacer cortes de 125 unidades/parcela piloto (varas de 6

m) que en el mercado tienen un valor de \$1.000/unidad, con lo que se calcula un ingreso neto de \$62.500/parcela piloto (\$500/gadua X 125 guadas/parcela piloto), a precios de 1993. Es un ingreso continuo dado que es cultivo permanente, de mayor rentabilidad que los temporales (arroz, yuca, maíz, etc.) con menores costos de inversión y riesgos de aprovechamiento muy bajos.

Se requiere plantar 250 guadas/parcela piloto, que no exige preparación del suelo, sobrevive en terrenos inundados, es una buena estructura vegetal de defensa, regula

inundaciones en menor escala, aumenta el uso económico del suelo. El costo de la plantación de guadua por parcela piloto es de \$ 20.000 aproximadamente (a razón de \$80/unidad y con densidad de 2 X 2 m se requieren 250 individuos (2.500 plantas/ha). A lo anterior hay que sumar los costos de siembra de cespedones o estolones de otras especies, cuyo costo global se ha estimado en \$ 80.000/parcela piloto (o \$800.000/ha).

Para el primer caso, cuando sea necesario o posible sembrar cespedones, se hará en áreas no inferiores a 1 m<sup>2</sup> con estacado para su estabilización; en caso de utilización de espolones de cualquiera de las especies o la siembra de arbustivas se hará a

distancias mínimas de 1 y 2,0 m, según corresponda, (Figura 44.).

Luego de la siembra de cada parcela piloto, se hará un seguimiento para establecer la mortalidad de individuos sembrados, vigor de siembra de las especies utilizadas para seleccionar las más adecuadas, estimativo de reemplazo, cuidados adicionales, etc.

Los recursos necesarios para el desarrollo del plan se obtendrán del peaje propuesto (DLP.3).

Las actividades deberán ser realizadas por entidades municipales como las UMATA con participación de las comunidades ribereñas.

### **DLP 3. Fondo de restauración de orillares**

**Tabla 51. Normas de manejo ambiental**

Norma No.	Descripción
<b>Generales</b>	
N1	Las Normas de Manejo Ambiental (NMA) serán de obligatorio cumplimiento por parte del Contratista y estarán bajo la supervisión de la Interventoría Ambiental y la Auditoría Comunitaria.
N2	El Contratista es responsable de todas las contravenciones o acciones que originen daño o deterioro ambiental, daños a terceros y/o la violación de las disposiciones legales ambientales vigentes en el país, por parte del personal quK-1e labore en el proyecto.
N3	Los costos de las acciones correctivas por daños ambientales atribuibles al proyecto, las multas impuestas o la reparación de daños causados a terceros estarán a cargo del Contratista, quien deberá tomar las acciones pertinentes para remediarlas, según sea el caso, en el menor tiempo posible.
N4	Es responsabilidad del Contratista asegurar un buen funcionamiento de los equipos utilizados en las obras con el objeto de evitar escapes de combustibles y sustancias nocivas que contaminen o dañen los suelos, los cuerpos de agua, el aire, los organismos, las personas o sus bienes.
N5	El Contratista deberá establecer un programa de control y mantenimiento de la maquinaria y los equipos que permita a la Interventoría Ambiental (SA) verificar su buen estado y funcionamiento.
N6	La Interventoría Ambiental definirá las zonas de riesgo para las diferentes actividades del proyecto, verificará la implantación del Plan de Contingencia y supervisará los simulacros de entrenamiento para el control de derrames de combustibles.

<b>Sistema abiótico</b>	
Componente atmosférico	
N7	Están totalmente prohibidas las quemas a cielo abierto de materiales vegetales, basuras, combustibles, materiales plásticos, cauchos, papel o cualquier otro desecho sólido.
N8	Los equipos de combustión interna que utilicen combustibles que emitan partículas y/o gases al aire deberán estar provistos de filtros.
N9	Los equipos y maquinaria deberán estar provistos de silenciadores para minimizar niveles de ruido superiores a las normas de seguridad laboral o ambiental.
Componente agua	
N10	El tanqueo y aprovisionamiento de combustibles y lubricantes para los equipos y la maquinaria, así como las operaciones de lavado y la purga se efectuarán de tal manera que no se produzcan desechos o derrames que contaminen las aguas del río Magdalena o sus corrientes conexas.
N11	Todas las áreas de trabajo o campamentos, así sean temporales, deberán tener tanques sépticos, pozos de absorción, letrinas de hoyo seco cubiertas o instalaciones similares para la disposición de residuos domésticos. La ubicación de estos sistemas deberá ser acordada con la Interventoría Ambiental.
N12	En todas las áreas de trabajo se deberá disponer de sistemas de disposición de basuras y de residuos sólidos y líquidos para evitar que se dispongan directamente a las corrientes de agua
N13	El Contratista deberá instruir a todo el personal sobre el uso adecuado de los sistemas de disposición de excretas y aguas residuales. Está prohibido arrojar en ellas basuras y residuos líquidos como aceites, grasas, etc. para evitar la impermeabilización del sistema y la contaminación de los suelos o las aguas freáticas.
N14	Los residuos sólidos y basuras derivados de las obras del proyecto no podrán enterrarse en las islas ni verterse en el río. La interventoría Ambiental definirá en acuerdo con el Contratista los sitios en tierra firme para éste propósito.
N15	En los sitios de eventual disposición de sedimentos en las islas se deberán mantener los drenajes y líneas de flujo acorde con las curvas de nivel hacia canales naturales. En caso contrario, deberán construirse obras civiles para la conducción de estas aguas.
N16	Esta prohibido el vertimiento en tierra firme, excepto en aquellos casos de utilización benéfica del material (APA-8).
N17	No se permitirán vertimientos de sedimentos de dragado en islas en sitios diferentes a los previamente definidos y negociados por la Interventoría y sus residentes.
N18	El Contratista deberá ejecutar las obras de restauración y/o recuperación de las áreas de las islas afectadas para la disposición de sedimentos, trochas de acceso para colocación de tuberías, señalización y demás actividades.
N19	Antes de dragar en los sitios definidos en el Plan de Seguimiento y Monitoria (PSM) como de riesgo por la presencia de sustancias tóxicas, el Contratista deberá cumplir todos los procedimientos establecidos en el PSM y obtener el permiso correspondiente por parte de la Interventoría Ambiental.
N20	Se deberá contar con la aprobación de la Interventoría Ambiental para desviar corrientes de agua dentro de las islas de ser necesario para el proyecto y deberán implementarse las acciones tendientes a mantener y/o recuperar condiciones ambientales adecuadas.
N21	Antes de permitir el vertido a menos de 1 km aguas arriba de las bocatomas de acueductos (Gamarra, La Gloria y San Pablo), la SA tomará medidas tales como ordenar la instalación de barreras flotantes protectoras de los equipos de succión, o coordinar un sistema de turnos alternos entre los dragados y el bombeo de acueducto o cualquiera otra solución que impida la entrada del material dragado a dichos servicios. En épocas de aguas crecientes o cuando los flujos van desde el río hacia las ciénagas, no se podrá verter a menos de 1 Km. de distancia de las bocas de conexión de las ciénagas, aguas arriba por la línea de flujo.
N22	La operación de dragado deberá efectuarse a la menor velocidad posible de la velocidad compatible con la máxima eficiencia en la succión, para minimizar la resuspensión de sólidos en el sitio de corte.

N23	Se suspendera la operación de dragado reparación inmediata de las averías en la tubería de descarga o en sus uniones, que originen descargas incontroladas fuera del sitio aprobado para el vertimiento.
<b>Componente suelo</b>	
N24	Esta prohibida la disposición de grasas, aceites y combustibles en suelos de las islas o tierra firme; se deben acumular en recipientes herméticos para ser evacuados, finalmente a los sitios de disposición final acordados con la Interventoría Ambiental. En ningún caso se podrán arrojar estos recipientes al río o las ciénagas.
N25	El Contratista deberá diseñar y someter a la aprobación de la Interventoría Ambiental un Plan para la disposición de residuos.
N26	En caso de derrames de sustancias contaminantes, deberán ejecutarse las acciones previstas en el Plan de Contingencia bajo la supervisión de la Interventoría Ambiental.
27	Todos los frentes de trabajo deberán disponer de recipientes para los diferentes tipos de residuos (basuras, chatarra, desechos orgánicos, etc.) que deberán ser periódicamente llevados a los sitios de disposición final acordados con la Interventoría Ambiental.
N28	El Contratista mantendrá permanente vigilancia para advertir la ocurrencia de procesos erosivos acelerados o inusitados en las orillas y pondrá en práctica inmediata las acciones y recomendaciones del Plan de Contingencia.
N29	Esta prohibida la realización del "Corte en Cajón" (Box-Cut) o cualquier acción de dragado que favorezca los derrumbamientos de orillas, pérdidas irregulares de vegetación litoral y sus organismos asociados.
<b>Sistema biótico</b>	
N30	Están prohibidas para todo el personal que interviene en el proyecto las labores de cacería, captura de especies de la fauna local, recolección de huevos, crías, mascotas o la utilización de artes ilegales de pesca.
N31	Esta prohibido el empleo de agroquímicos para rocería o apertura de terrenos, control de plagas, etc. que puedan contaminar los recursos bióticos.
N32	Se prohíbe al personal del Contratista comprar, vender y/o recibir en calidad de regalo ejemplares de la fauna local.
<b>Sistema antrópico</b>	
Recursos	
N33	La selección de rutas para el tendido de la tubería de descarga y la ubicación de sitios de disposición de sedimentos debe evitar en lo posible, áreas de cultivos, de conservación, bosques establecidos, viviendas, caminos, etc.
N34	La adecuación de áreas para las obras en las islas o tierra firme debe limitarse a remover la vegetación estrictamente necesaria con el objeto de reducir pérdidas en recursos u organismos.
N35	Las áreas de vertimiento en las islas debe tener un tratamiento paisajístico final que esté acorde con las características visuales circundantes como pendiente del terreno, especies comunes de la vegetación, etc.
N36	El contratista está obligado a recoger los escombros y materiales de desecho una vez terminadas las obras y desmantelados los campamentos o sitios de trabajo. Igualmente, está obligado a restaurar éstas áreas bajo la supervisión de la Interventoría ambiental.
N37	En caso de encontrarse restos arqueológicos en algún sitio de las obras, deberá suspenderse de inmediato la actividad y reportar el hecho a la Interventoría Ambiental para que decida sobre el rescate arqueológico respectivo.
N38	En los casos donde sea posible suministrar los materiales de dragado a las comunidades se deberá seguir el procedimiento APA-8.
Salud y seguridad laboral	
N39	El Contratista deberá implementar las recomendaciones de salud ocupacional, seguridad industrial e higiene laboral contempladas en su Reglamento Interno de Trabajo o aquellas incluidas en la normatividad laboral colombiana.
N40	El Contratista deberá dotar e instruir a sus trabajadores sobre el uso obligatorio de aditamentos de seguridad, según el tipo de actividad, tales como cascos, gafas, botas, overoles, tapaoidos, guantes, chalecos reflectores y salvavidas, etc.

N41	El Contratista deberá disponer de un Plan de Acción Inmediata para la atención de accidentes de su personal o terceros que sean afectados por las actividades u obras del proyecto.
N42	El empleo de menores de edad deberá ajustarse a las disposiciones legales laborales vigentes.
N43	El Contratista verificará la salud de sus trabajadores mediante exámenes médicos de ingreso y control periódico con el fin de asegurar las condiciones de salud de sus empleados.
N44	El Contratista deberá suministrar la atención médica al personal permanente y temporal contratado para el proyecto.
N45	El Contratista deberá adquirir una póliza de seguro de vida que ampare todo su personal permanente, temporal u ocasional.
N46	Como señal preventiva de restricción del tráfico en aquellos brazos sometidos a cierre, además de la pintura anticorrosiva señalada en las especificaciones técnicas del proyecto (Sección 4.19, Norma P-8) se usará pintura reflectiva en los elementos metálicos y alambres de las estructuras retardadoras como señal preventiva nocturna.
N47	Se recomienda igualmente cortar los alambres de las estructuras en fragmentos más cortos para evitar que sean sustraídos y utilizados para propósitos distintos a los del proyecto.
N48	Entre las vallas de advertencia y señalización preventiva incluidas en las especificaciones técnicas (Sección 4.13, Norma P-2) se deberán incluir señales permanentes de uso posterior a la ejecución de las obras con el fin de advertir los cierres de brazos efectuados.
N49	El porte y uso de armas está prohibido dentro de las áreas de trabajo y por parte del personal del proyecto, a excepción del cuerpo de vigilancia autorizado para ello.

Relaciones con la comunidad	
N50	La mano de obra no calificada necesaria para la realización de las obras del proyecto deberá ser preferiblemente contratada con personas propias de la localidad, a las cuales se les debe dar suficiente información sobre las tareas necesarias y se seguirán las recomendaciones de la APA-4.
N51	El Contratista mantendrá tener canales de comunicación activos y abiertos con la comunidad a través de la Interventoría Ambiental y la Auditoría Comunitaria.
N52	El Contratista deberá advertir a todo su personal que se abstenga de informar o comentar a las comunidades sobre el desarrollo del proyecto. El único vocero autorizado para este propósito es la Interventoría Ambiental y toda información deberá ser canalizada a través de ella.
N53	Se requiere el visto bueno de la Interventoría Ambiental y de Paz y Salvos Comunitarios con el objeto de asegurar que no se presenten problemas con las comunidades por parte del Contratistas y sus trabajadores (APA-10).

Mediante la introducción de una tarifa de peajes por tonelada transportada en el tramo Barrancabermeja –La Gloria, se establecerá un fondo para destinación específica de manejo de obras de defensa y reforestación en las orillas.

El peaje será recolectado por el MOPT a través de la Inspección Fluvial, junto con los permisos de zarpe y será entregado a los UMATAS de cada municipio para su manejo y administración.

#### **Recomendaciones adicionales de manejo ambiental**

A continuación se presentan comentarios sobre aspectos de relevancia ambiental a las áreas del

proyecto de rehabilitación del río, pero que están por fuera de los alcances de este estudio.

#### ***Plan de contingencia nacional de transporte fluvial***

No existe una legislación que reglamente la adopción de un plan de contingencia específico para las eventuales emergencias derivadas del transporte fluvial: naufragios, colisiones de embarcaciones, derrames de cargas líquidas o sólidas, manejos particulares de cargas diversas, emisiones de gases o partículas tóxicas, etc.

El MOPT deberá poner en práctica

**Tabla 52. Diseños recomendados para el largo plazo**

DLP	Definición	Descripción
1	Defensa en orillas	Plan de cooperación interinstitucional a largo plazo (MOPT, comunidades, UMATAS), con diseño y la construcción de obras de defensa en los sitios más afectados. Favorece a las comunidades ribereñas y favorece a la navegación por el río. El proceso general se inicia en el programa de Seguimiento y Monitoría (Figura 5).
2	Plan piloto de reforestación	Se iniciará con la reforestación de tramos de 50 m X 15 m en una orilla afectada por erosión, seleccionada por SA. La financiación inicial para el primer año del programa se hará con cargo a los costos de Seguimiento y Monitoría.
3	Fondo de restauración de orillares	Introducción de una tarifa de peajes por tonelada transportada en el tramo Barrancabermeja - La Gloria. Se establecerá un fondo para destinación específica de manejo de obras de defensa y reforestación en las orillas. Peaje recolectado por el MOPT (Inspección fluvial), y entregado a los UMATAS de cada municipio para su manejo y administración.

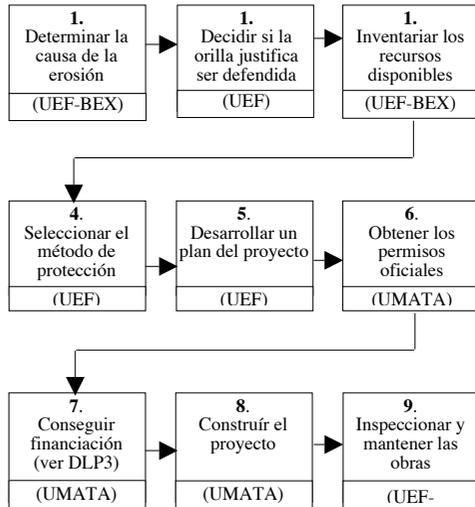


Figura 43. Plan de acción recomendado para defensa de orillas (DLP 1)

una gestión institucional orientada a la adopción de las medidas correspondientes, con base en las recomendaciones de los planes de manejo y de contingencia, del presente estudio, así:

- Estudiar y reglamentar la adopción de planes de contingencia para accidentes, derrames de carga, naufragios, etc., de cumplimiento obligatorio por parte de las flotas de transporte fluvial en todo el territorio nacional y particularmente para la movilización de hidrocarburos, carbones y cargas potencialmente tóxicas. Responsables: Dirección Nacional de Navegación y Puertos-Unidad Ambiental.

- Gestionar un convenio institucional con Ecopetrol para adherir al "plan de ayuda mutua (P,A,M,) para el control de derrames de hidrocarburos", suscrito en agosto de 1989 entre las siguientes partes;
  - Esso de Colombia
  - Occidental de Colombia

- Texaco
- Ecopetrol Complejo Industrial de Barrancabermeja (CIB)
- Ecopetrol Distrito de Producción (DPC)
- Ecopetrol Distrito de Oleoductos (DOL)

La Unidad Ambiental del MOPT deberá entenderse con la oficina responsable de este plan en Barrancabermeja: Oficina de Seguridad Industrial y Contraintendencia de Ecopetrol CIB (Ing. Jorge Moncada R. teléfono 976-222996, extensión 6148-5382, Refinería Barrancabermeja). Se recomienda además involucrar a la Oficina de Atención de Desastres de la Presidencia de la República.

**Plan Integral de Manejo Ambiental del Pan Maestro Nacional del Transporte**

Como puede observarse en la figura 3., capítulo *Contexto Nacional y Regional*, p. 9. el Plan Maestro Nacional del Transporte contempla múltiples proyectos de obras en sus

diversos modos que requieren a su vez la elaboración de los estudios de impacto ambiental. Se recomienda la adopción de un plan integral de manejo ambiental para el sector que parta de la evaluación de las implicaciones de cada uno de los módulos del plan y de la operación del conjunto.

Responsable: MOPT a través de su Oficina de Planeación, con el soporte de la Unidad Ambiental.

**Adecuación de diseños de embarcaciones**

El MOPT deberá promover y reglamentar el diseño y la construcción de embarcaciones de transporte fluvial (barcazas y remolcadores) con características de calado, eslora, manga y puntal, acondicionadas a las profundidades, anchos y curvaturas naturales de estiaje, de los ríos y canales donde tendrán su campo de operación.

Responsable: Dirección de Navegación y Puertos, División de Transporte Fluvial.

**Políticas de utilización y manejo de las planicies fluviales**

En los capítulos de oferta se hizo referencia a que la dinámica hidrológica (comportamiento cíclico e impredecibilidad relativa de caudales, niveles, transporte de sedimentos y nutrientes, etc.) determina prácticamente todos los eventos ecológicos en la planicie aluvial –transporte, depósito y exposición de sedimentos; colonización, desarrollo y descomposición de vegetación herbácea anual; consumo y mineralización de materia orgánica; actividad de herbívoros; migraciones de organismos (v. gr. subienda y bajanza de peces). Aún la pesca, y otras actividades de subsistencia (siembras, cosechas, pastoreo, cacería) están afinadas a los pulsos del río.

Este equilibrio dinámico es fácilmente alterado por todo tipo de obras (carreteras, ductos, líneas de transmisión, obras en el cauce del río, desarrollos agrícolas, etc.) Se requiere que el INDERENA (o la entidad que en futuro asuma sus funciones), en cooperación con otras entidades asociadas al manejo o utilización del río y sus recursos, acometa los estudios necesarios para el desarrollo de un plan integral para el manejo de las planicies aluviales.

**plan de divulgación**

**Objetivo general**

Mantener la comunicación desde el MOPT hacia las personas y entidades del gobierno y las comunidades en la ZI acerca de las actividades del proyecto, durante el desarrollo de las obras. Es complementario pero no reemplaza a las actividades APA 4 y APA 9

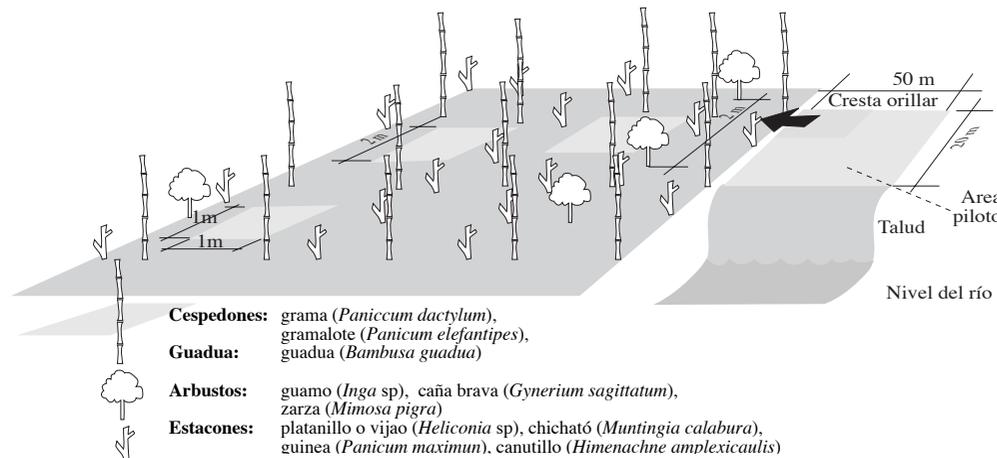


Figura 44. Distribución esquemática de especies en reforestación de orillares

(integrantes del Plan de Manejo de las obras).

### Objetivos específicos

- Evitar la deformación o mala interpretación de los propósitos, alcances y programas del proyecto.
- Inducir la formación de una buena imagen y la creación y mantenimiento de una actitud positiva o neutral hacia el proyecto, el MOPT, sus contratistas, interventores y colaboradores.
- Informar de manera permanente sobre los planes de trabajo, apertura o cierre de frentes, sitios de trabajo, desplazamientos y cronogramas reales de la obra para evitar accidentes y prevenir sobre restricciones en la navegación.
- Dar instrucciones sobre gestiones de interés para la comunidad (pago de indemnizaciones, requerimientos de mano de obra, etc).

### Metodología

La campaña de divulgación se adelantará por tres medios diferentes, según el tipo de público por alcanzar y las necesidades de comunicación, así:

#### *Plegable*

Contendrá información básica sobre el proyecto. Con un texto sencillo y abundante ilustración, impreso a tres tintas. Servirá para ser entregado personalmente a los funcionarios y líderes, en reuniones de pocas personas de las diversas localidades a lo largo del tramo Barrancabermeja - La Gloria, por parte de los funcionarios de la SA y del MOPT que deban visitarlas. Se editarán 3.000 ejemplares.

#### *Sonoviso*

Información básica sobre el proyecto. Con fotografías de aspectos

interesantes del proyecto, textos sencillos y música apreciada en la región (vallenatos, cumbias, etc). Se usará para presentaciones ante públicos más numerosos (entre 20 y 30 personas). Duración no mayor a 10 minutos, es una solución alternativa e intercambiable con el video recomendado para la información general previa en la APA 4.

#### *Cuñas de radio*

Se emitirán avisos de 30 segundos de duración c/u con información cotidiana sobre el desarrollo del proyecto según los objetivos específicos (Tabla 53.). Se seleccionarán los programas de música y de noticias con mayor sintonía en cada una de las emisoras.

### Entidad Responsable

La estrategia general de la campaña de divulgación (políticas, medios y objetivos) se proyectará y realizará con la responsabilidad y financiación del MOPT, a través de la Oficina de Información y Prensa y con la asesoría de la Unidad Ambiental. El costo será financiado con cargo al proyecto como costo integrante del funcionamiento de la SA, entidad que se encargará de efectuar los pagos a los medios, según pautas decididas por el MOPT.

La elaboración de textos informativos sobre actividades cotidianas en obra y el suministro del material a las emisoras, podrá ser realizado por el área de Relaciones con la Comunidad de la SA, bajo la asesoría y supervisión del MOPT.

### Estrategia de comunicación

La comunicación hará énfasis en lo racional, evitando lo argumental, lo dramático y lo emotivo. Se evitará dar imagen de paternalismo o condescendencia. Se usará lenguaje

de fácil comprensión, con los nombres locales de los elementos o actividades, sin vulgarismos pero sin tecnicismos.

Para la campaña de radio se entregarán a las emisoras los textos escritos para que sean leídos por los locutores locales, en tono informativo y coloquial. Se seleccionará un tema musical único que deberá identificar la entrada y salida de la cuña..

## plan de gestión

Los trámites, actividades y procesos recomendados en el EIA para el Manejo ambiental del proyecto, que deben ser realizados por el MOPT, se presentan en la Tabla 54., p. 77.

## plan de contingencia

En el plan de manejo ambiental se determinaron las medidas para evitar emergencias ambientales en el proyecto. Sin embargo, es inevitable la probabilidad de un accidente. Este plan suministra los lineamientos para afrontarla en caso necesario.

### Emergencias en ejecución de obras

La contingencia más posible es el derrame de hidrocarburos que puede ocasionarse por causas imprevistas, como la rotura de una tubería de oleoducto que cruza el río Magdalena cercana a los sitios de dragado; hundimiento o accidentes de embarcaciones durante el transporte o tanques de combustibles, para servicio de maquinarias vinculadas al proyecto; o por choque de embarcaciones.

El plan es aplicable para la eventualidad de naufragio de embarcaciones o convoyes comerciales de transporte de combustibles (que cargan normalmente hidrocarburos

más densos que el agua y por tanto no originan derrames extensivos). Durante el estudio se apreció que las empresas navieras carecen de planes de contingencia particulares, no obstante la legislación vigente sobre la materia.

### Objetivo

Indicar los procedimientos básicos de prevención que deben aplicar los contratistas para minimizar el riesgo de una contingencia, por derrames de combustibles. Y suministrar los elementos básicos necesarios para la toma de decisiones en detención, recuperación, limpieza y protección de áreas sensibles.

### Áreas sensibles y de riesgo

Las áreas clasificadas como sensibles al proyecto se indican en la tabla 56., p. 78.

### Análisis del riesgo

En caso de ocurrencia de una de las contingencias por derrame, el combustible irá directamente al río. La magnitud del derrame varía entre dos extremos: la capacidad del buque que transporta el combustible y el derrame por la ruptura del oleoducto. Pueden presentarse varios escenarios. El caso más desfavorable es la ruptura del oleoducto en época de estiaje. En este caso la presión interna en la tubería se reduce inmediatamente. Si la reducción es mayor de 10%, se activa el mecanismo de control que apaga el bombeo en 5 minutos.

El derrame será la cantidad bombeada en los 5 minutos más el drenaje de la tubería desde la cota más alta. Si la variación es menor del 10%, el bombeo continúa hasta la detección visual del derrame.

### Personal operativo

Para el plan de contingencia, el contratista designará el personal que será entrenado y capacitado para responder ante una emergencia. Un grupo de cuatro personas actuará como Grupo Básico de Respuesta inicial (GBRI). Estará integrado por el coordinador del plan y tres supervisores de contención y recuperación de hidrocarburo, recolección y transporte, y limpieza y recuperación de áreas.

Ante la presencia de un derrame de hidrocarburos en el río, el GBRI deberá actuar como grupo de apoyo al personal de Ecopetrol.

En derrames menores, el GBRI realizará con personal de apoyo, contratado temporalmente, las labores iniciales que consisten en impedir la extensión del derrame, para después proceder a la contención y recuperación del hidrocarburo.

Estos procedimientos deben efectuarse conforme a las estrategias ya previstas por Ecopetrol para estas emergencias, referentes a montaje, transporte, despliegue y anclaje de barreras y demás equipos de contención, recuperación almacenamiento y transporte del hidrocarburo recuperado.

### Funciones

#### *Coordinador del Plan*

- Avisar de inmediato sobre la contingencia a la SA, Ecopetrol y las autoridades locales más cercanas.
- Desplazarse al sitio del accidente, evaluar la emergencia, ordenar activar el plan de contingencia y centralizar la información con medios y autoridades.
- Determinar la magnitud, clase, localización y desplazamiento del derrame.
- Dirigir operaciones de tendido y anclaje de barreras.
- Coordinar las operaciones de almacenamiento, transporte y

restauración.

- Preparar informes del derrame, registrar gastos y evaluar el plan.

#### ***Supervisor de recolección y transporte***

- Coordinar las operaciones de las bombas de vacío .

#### ***Supervisor de contención y recuperación***

- Almacenar, suministrar y transportar los elementos para afrontar la emergencia.
- Ubicar y colocar barreras de contención, bombas, mangueras, anclas y tanques.

#### ***Supervisor de limpieza y restauración***

- Programar las labores de recuperación y limpieza del área afectada.
- Retirar y transportar junto con su cuadrilla el equipo básico de limpieza.

#### ***Equipos requeridos***

El contratista debe garantizar la disponibilidad (por propiedad, arrendamiento, préstamo o alquiler), durante todo el período de obras, del equipo básico mínimo para manejo de contingencias, descrito en la Tabla 55. La SA verificará el cumplimiento de este requisito.

## costos del manejo ambiental

El estimativo de costos se basa en los sueldos, prestaciones, tarifas y multiplicador según resolución MOPT, vigente en julio de 1993.

La opción seleccionada contempla la organización de la SA mediante contrato con una firma consultora, con multiplicador 2,5, Tabla 57.

**Tabla 53. Emisión de cuñas radiales periodicidad y emisoras**

Emisoras	Ciudad	Días	Cuñas/día	Cuñas/mes
Radio El Sol	Barrancabermeja	lunes, miércoles, viernes, sábado	5	80
RCN Rumba Stereo	Barrancabermeja	sábado, domingo	6	48
Voz del Petróleo	Barrancabermeja	martes, jueves, sábado, domingo	5	80
Yarigués Stereo	Barrancabermeja	sábado, domingo	6	48
Radio Yarima	Barrancabermeja	lunes, miércoles, viernes, sábado	5	80
Radio Barrancabermeja	Barrancabermeja	martes, jueves, sábado	6	72
Voz de Aguachica	Aguachica	lunes, miércoles, viernes, domingo	5	80
Ondas del Cesar	Aguachica	martes, jueves, sábado	6	72
Total		lunes 15, martes 17, miércoles 15, jueves 17, viernes 15, sábado 38, domingo 22		<b>560</b>

Tabla 54. Gestión institucional

Plan de Manejo	Gestión	Oportunidad	Dependencia responsable en el MOPT
APA 1	Incorporación PM a pliegos y condiciones de contratos	Una sola vez. Inmediata posterior a aprobación EIA.	Dirección Navegación y Puertos (DNP), División técnica
APA 2	Creación de Interventoría Ambiental	Una sola vez. Inmediata, posterior a aprobación EIA	DNP: trámites administrativo con Jurídica, Presupuesto, Contratación. Elabora Términos de referencia. Nombra Supervisor e integrante de Comité de Supervisión Ambiental. Unidad Ambiental supervisa y asesora.
APA 3	Auditoría Comunitaria	Una sola vez. Previa a iniciación obras	DNP incorpora presupuesto AC al valor de contrato de SA
APA 4	Información a autoridades y líderes locales	Dos reuniones. Una sola vez. Un mes antes de iniciación de obras	Carta del Ministro a los alcaldes de la región. Preparación de video o sonoviso con dirección de Oficina de Prensa y asesoría de la Unidad Ambiental. Presupuesto para video incorporado a valor contrato SA
APA 6	Cumplimiento condicionantes ambientales previos	Repetida para cada sitio de obra. Etapa de diseño previo a iniciación	DNP a través de UEF-BEX
APA 7	Seguimiento y Monitoría	Continua. Un mes antes, durante las obras y tres meses después	DNP a través de SA. Presupuesto incorporado a valor contrato SA
CAP 7	Confinamiento de material dragado (negociación y pago mejoras en sitios de vertido)	Repetida en cada sitio necesario. Previo a iniciación de frentes.	Interventoría ambiental e Interventoría de Obras
DLP 1	Plan de defensa de orillas	Duración indefinida. Después de terminadas las obras.	DNP a través de UEF—BEX, diseña y elabora proyectos. Financia por medio de fondo de restauración (DLP 3)
DLP 2	Plan piloto de reforestación	Duración indefinida. Se inicia durante el plazo de ejecución del proyecto	DNP a través de SA. Contrata asesor forestal experto para desarrollo
DLP 3	Creación Fondo de Restauración de Orillares	Durante ejecución de obras	Creación de peaje con destinación específica: DNP origina trámite: Jurídica, Presupuesto, etc. Elaboración acuerdos con las UMATAS municipales: DNP origina trámite mediante SA. Recolección peaje: Inspección fluvial Barrancabermeja.
Plan de Divulgación	Folleto - Sonoviso - Campaña de radio	Una sola vez, previo a iniciación obras. Un mes antes de iniciación obras. Un mes antes de la iniciación de las obras. Continúa durante todo el tiempo de obra.	Definición políticas y estrategias, diseño final del Plan y supervisión de realización, a cargo de Oficina de Prensa MOPT con asesoría de Unidad Ambiental. Los recursos para la campaña serán asignados al contrato de SA y manejados a través de SA.

Tabla 54. Areas sensibles del proyecto

Areas sensibles	Localización
Sitios de asentamientos de población ribereña en donde se utiliza el agua del río para consumo humano y doméstico, abreviar el ganado, lavado de ropas y riego.	Regidor (k430) - Campo Payares (k513) -La Gloria (k434)-Badillo (k520) -Carolina (k450) - El Guayabo (k524) - Pto Caimital (k454) - Vijagual (k535) Pto Nacional (k470) - Sitio Nuevo (k543) - Gamarra (k473) - Bocas del Rosario (k546) Capulco (k477) - Chingalé (k553) El Contento (k485) - San Pablo (k583) Las Pailas (k482) - Cantagallo (k594) -Bodega Central (k494) - Pto. Wilches (k598) Carpintero (k505) - La Coquera (k605)
Ciénagas con conexión directa y permanente con el río	Ciénaga la Hermosa (k493) -Ciénaga Canaletal (k580-575) -Ciénaga Morales (k440) Ciénaga Palenquillo (k455) - Ciénaga de Puerto Viejo (k437)
Sitios de obras de dragado y vertido y de cierres de brazos secundarios, activos y pasivos.	Serán determinados previamente a la iniciación de las obras.

Tabla 55. Equipo mínimo para manejo de contingencias

Equipo	Características	Cantidad
Barreras de contención	Resistencia a la tracción de 5.000 libras. Balasto de cadena de aluminio galvanizado de 1/4" y puntos de anclaje cada 10 m	80 m
Sorbentes	En poliuretano soplado, con malla y cuerda como tensores y uniones de gancho rápido y cuerda	60 m
Recolectores	Motobomba con motor diesel de 7 HP y bomba de diafragma de 3" X 3", manguera de succión de 3" X 10 m, con manguera de descarga de 3" X 20 m	1 por frente
Tanques de 2000 galones	Portátiles, flexibles, en caucho o poliuretano, marco de acero galvanizado en color negro ó naranja	1
Auxiliar	Pacas de heno	5
	Rollos de cuerda de 1/2" y 1/4"	100 m
	Bomba autocebante	1
	Palas, baldes plásticos, estacas de madera, aserrín, botiquín, linternas, extinguidor, botas	según frentes

Tabla 57. Costos del Manejo Ambiental

Detalle	pesos x 10 <sup>6</sup>
Interventoría Ambiental.	
Costos Personal	95
Administración y Gastos Generales	63
Auditoría comunitaria	19
Seguimiento y monitoreo	26
Información (APA 4 y APA 5)	12
Divulgación (folleto y radio)	11
Plan piloto dereforestación, fondo de restauración orillares	24
<b>Costos totales</b>	250
<b>Imprevistos 10%</b>	25
<b>TOTAL</b>	275

1 US\$ = Col \$ 870 a julio 1993

Alfaro, M. & Y. Hernandez. 1985. Contribución al estudio ecológico de los macróinvertebrados bénticos de los ríos Blanco y Negro (La Unión, Cundinamarca). Bogotá, U. N.

Anzola, E. E. & J.U. Contreras. 1989. La subienda y pesca.

Apron y Duque, Ingenieros Consultores. 1967. Informe sobre el mejoramiento de las condiciones de navegación y aprovechamiento integral de la hoya del río Magdalena. Bogotá.

Arboleda, R. S., G. Vera, M. Zarate & C. Moreno. 1984. Evaluación del esfuerzo y de la captura pesquera durante la subienda 1984 en la cuenca del río Magdalena y análisis del estado actual de sus pesquerías. San Cristóbal, Colombia. Inderena. Centro de Biología Pesquera y Limnología. 39pp.

Arias, P. 1977. Evaluación limnológica de las planicies inundables de la cuenca norte del río Magdalena. Cartagena. Inderena/ FAO.

Bicudo, D.E.M. & R.M.T. Bicudo. 1970. Algas das Aguas continentais brasileiras. Clave ilustrada para indentifica de géneros. Fundação Brasileira para o desenvolvimento do ensino de ciencias. FUNBEC. São Paulo.

Boeters, R.E. , A. M. H. J. Verheil & M. Van der Wal. 1991. Environment - friendly bank protections. Delft Hydraulics. 464, Delft.

Bowen, Stephen H. 1983. Detritivory in neotropical fish

communities. pp. 58-66 en: T. M. Zaret (ed.). Evolutionary Ecology of Neotropical Freshwater Fishes. Dr.W.Junk Publishers. The Hague

C.I.C. Ltda. 1992. Estudio de factibilidad de centros de transferencia y/o consolidación de carga en el corredor Centro Costa Atlántica. Bogotá.

Castaño Uribe C. 1992. Arqueología del horizonte de urnas funerarias en el valle medio del río Grande de la Magdalena en: Arte de la tierra. Sinú y río Magdalena. Fondo de Promoción de la Cultura. Banco Popular.

CIAF. 1983. (Centro Interamericano de Fotointerpretación). Estudio geomorfológico del río Magdalena. Bogotá.

Credhos (Comité Regional de Defensa de los Derechos Humanos). 1991. Citado en el Espectador, sep. 22. Bogotá.

DANE. 1990. Aspectos poblacionales: Estadísticas Municipales de Colombia. Anuario Estadístico. Bogotá.

Dewey J.F. & J.M.H. Bird. 1970. Plate tectonics and geosynclines. Tectonophysics, N° 10. Elsevier Publishing Co. Amsterdam.

Dister, E. & L.C. García Lozano. 1984. Ökologische Aspekte beim Ausbau des Río Magdalena / Kolumbien. Biogeographica 19: 42-56

Duboe, A. 1965. Cours d'hydrologie. Ecole Nationale Supérieure d'Electronique et d'Hydraulique. Université de

Toulouse. Toulouse.

Eigenmann, C. H. 1924. The fishes of western South America. Part I the fresh water fishes of north western South America, including Colombia, Panama, and the Pacific slopes of Ecuador and Peru, together with and appendix upon the fishes of the Río Meta in Colombia. Memoirs of the Carnegie Museum Vol. IX. W. J. Holland. Pittsburgh. 4 Memorias pp 1-350.

ECSAM, 1991. Monitoreo comunidades bióticas en ambientes acuáticos del sector de influencia del complejo industrial de Barrancabermeja y el distrito de producción El Centro. Estudio elaborado para Ecopetrol. Bogotá.

El Tiempo. 1993a. La avicultura se profesionaliza. Abril 10 de 1993. p. 10B. Bogotá

El Tiempo. 1993b. Fiebre piscícola, una realidad de desarrollo. Junio 21 1993. p. 8A. Bogotá.

Esteves, F. A. 1988. Fundamentos de Limnologia. Interciencia: FINEP, Rio de Janeiro. 575 p.

Estrada Pacheco, M. 1985. Confrontación agraria en el Magdalena Medio. Biblioteca Gabriel Turbay. Bucaramanga.

Featherstone, R.E. & C. Nalluri. 1988. Civil engineering hydraulics. Blackwell Scientific Publications. London.

Fernandez, A. 1982. Guía para el estudio de las algas. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Fisher, W. J. & C. Hureau. 1988. Fichas de identificación FAO de especies para los fines de la pesca. Roma, FAO, Vol. II: 233-234.

Fittkau E.J., U. Irmeler, W.J. Junk, F. Reiss & G.W. Schmidt. 1975. Productivity, biomass and population dynamics in Amazonian water bodies. pp 289-311 en: F.B. Golley & E. Medina (eds.), Tropical ecological systems. Trends in terrestrial and aquatic research. Springer-Verlag. Berlín.

Gama Ltda. 1976. Regularización y encauzamiento del río Magdalena en Barrancabermeja. Bogotá.

García Lozano, L.C., P. Velázquez S. & E. Dister. 1993. Hábitats y organismos de la planicie aluvial del Magdalena. Fundación Neotrópicos, Medellín.

García Lozano, L.C. & E. Dister. 1990. La planicie de inundación del medio-bajo Magdalena: restauración y conservación de hábitats. INTERCIENCIA 15(6):396-410

Gery, J. 1977. Characoids of the world. TFH Publications, Inc. Ltd. New Jersey. 672 p.

Goldwater, L. & W. Stopford. 1977. Mercury. pp: 38-63 en: Lenihan & Fletcher (eds.). The chemical environment.

Granados, J. 1975. Estimaciones de la captura, esfuerzo y población pesquera en los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge. Inderena, Bogotá. 103 p.

Harding, A. 1984. Estudio sobre el corredor del Atlántico. Bogotá.

Harris-Hidrotec-Bernardet, 1993. Estudio Plan Maestro de Transporte (EPMT). Capítulo preliminar de acciones y operaciones para el mejoramiento del río Magdalena. Bogotá.

HIMAT, 1977. Proyecto Cuenca Magdalena - Cauca, Convenio Colombo-Holandés. Bogotá.

IGAC. 1975. Aspectos geográficos de la cuenca Magdalena-Cauca. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 104 + vi pp. Bogotá. 12 mapas extolia (Contribución al XII Congreso Nacional de Ingeniería. Paipa, Boyacá: 20-23 de Febrero, 1975)

IGAC, 1977. Zonas de Vida o Formaciones Vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre mapa Ecológico. Bogotá. 238 p.

IGAC, 1980. Estudio general de suelos de los municipios de Barrancabermeja, Puerto Wilches, Sabana de Torres y San Vicente de Chucurí (Departamento de Santander). 386 pp.

IGAC, 1986. Estudio semidetallado de suelos de la parte plana y general de la parte quebrada de los municipios del

sur del Departamento del Cesar. 248 pp.

Ingeominas, 1989. Mapa hidrogeológico de Colombia escala 1:2'500.000. Memoria explicativa. Bogotá.

Illies, J. & L. Botosaneau. 1963. Problemmes et methodes de la classification et de la zonification ecologique des eaux courrants, considerées surtout du point de vue faunistique. Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol. p 12-57.

INPA. 1989. Informe de las actividades del programa de comunidades pesqueras en Santander, en 1988.

INPA. s.f. Lista de especies comerciales de la cuenca del río Magdalena. En: Listas de especies acuáticas. Anexo IV, 2p.

INTEGRAL S.A. 1992. eia Proyecto Hidroeléctrico Porce II. Elabora-do para Empresas Públicas de Medellín. Medellín. 57 pp +anexos.

Irving, E.M. 1971. La evolución estructural de los Andes más septentrionales de Colombia. Boletín Geológico 19 (2) Bogotá.

Julius Berger Konsortium. 1924. Memoria detallada de los estudios del río Magdalena. Obras proyectadas para su arreglo y resumen del presupuesto. Bogotá.

Kapestky, J. 1978. Población de peces y pesquerías de la cuenca del río Magdalena-Colombia. Reporte final. FI, DP/ COL/71/552. 41h.

Khobzi, J. 1985. Evolución del río Magdalena entre 1923 y 1981 en relación con el contexto geomorfológico. Revista CIAF 10(1): 73-84, Bogotá.

Landing, Mary C. (editor). 1988. Inland waterways. Proceedings of a national workshop on the beneficial uses of dredged material (27-30 oct. 1987, St. Paul, Minnesota). Technical Report D88-8, U.S.A.E.W.E.S., Vicksburg.

Lazor, R. L. y R., Medina, editors. 1990. Beneficial uses of dredged material. Proceedings of Gulf Coast Regional Workshop (26-28 April 1988, Galveston, Texas). Technical Report D-90.3, U.S.A.E.W.E.S., Vicksburg.

Leech, H. y M., Sanderson. 1966. Coleoptera. En: Fresh-Water biology.

LEH-MOPT. 1980. Comparación y evaluación de estudios del río Magdalena. Bogotá.

LEH-MOPT. 1987. Análisis de las condiciones de navegación del río Magdalena y obras propuestas Sector Barrancabermeja - La Gloria. Bogotá.

LEH-MOPT. 1991. Seguimiento de las obras de cierre de brazos secundarios del río Magdalena. Tercer informe. Localización Barrancabermeja (Santander). Bogotá.

LEH-MOPT. 1991. Seguimiento de las obras de cierre de

brazos secundarios en el río Magdalena - Barrancabermeja, Santander. Bogotá.

LEH-MOPT. 1978. Plan de dragados del río Magdalena, La Dorada - Gamarra. Bogotá.

LEH-MOPT. 1980. Estudio de navegabilidad y mejoras del río Magdalena, sector Barrancabermeja - Calamar. Bogotá.

LEH-MOPT. 1982. Actualización del estudio de navegabilidad del río Magdalena, sector Barrancabermeja - San Pablo. Bogotá.

Lenihan, J. y W. Fletcher. 1977. The Chemical Environment. Great Britain: Blackie & Son Limited. 163 p.

Linsley, Kohler y Paulus. 1958. Hydrology for engineers. Mac Graw Hill. New York.

Maza, J. A. 1968. Socavación en cauces naturales. Instituto de Ingeniería, U.N.A.M. México.

Mejía, A. 1989. Pasado, presente y futuro de la pesca artesanal en el Magdalena Medio. Informe final. Medellín. Departamento de Antioquia. Secretaría de Educación y Cultura. Sección de investigación y documentación. 143 p.

Miles, C. 1947. Los peces del río Magdalena. Ministerio de Economía Nacional, Sociedad de Piscicultura, Bogotá, 242 p.

Misión Técnica Colombo-Holandesa (MITCH). 1973. Río Magdalena and Canal de Dique survey Project. Bogotá.

MOPT, 1932. Ríos Navegables de Colombia. Dirección General de Navegación. Bogotá.

MOPT, 1990. Manual de Ríos Navegables. Bogotá.

MOPT, 1991. Evaluación económica para la rehabilitación del río Magdalena. Bogotá.

MOPT, 1991. Anuario estadístico del Modo Fluvial. Bogotá

Moreno B., L.F., L.C. García Lozano, & G. Márquez C. 1987. Productividad e importancia del bosque ripario del complejo de ciénagas de Chucurí. (Departamento de Santander, Colombia). Actualidades Biológicas 16: 93-102.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellemberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and sons. New York.

N.E.I. 1974. Estudio de transporte en el área del río Magdalena. Bogotá.

Obdrlik, P. & L.C. García Lozano. 1992. Spatio-temporal distribution of macrozoobenthos abundance in the Upper Rhine alluvial floodplain. Arch. Hydrobiol. 124

(2): 205-224

Ordúz, A. 1980. Pasado, presente y futuro de los Ferrocarriles Nacionales de Colombia. Bogotá.

Paolini, J. 1990. Carbono orgánico disuelto en grandes ríos de la América del Sur. *Interciencia* 15(6):358-366.

Parra O., M. *et al.* 1982. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Cinco Volúmenes Concepción - Chile.

Payne, A. I. 1986. The ecology of tropical lakes and rivers. Jhon Wiley and Sons. Chichester (U.K.).

Pedraza, G.S., Márquez Calle, G., L.C. García Lozano. Aspectos hidro-limnológicos en las ciénagas de Chucurí y Aguas Negras (Magdalena Medio, Colombia) durante un ciclo anual. *Acta Biológica Colombiana* 1(5):9-22

Pennak, R. W. 1989. Fresh-water invertebrates of the United States.

Pérez, D. 1992. Violencia política y alternativas de paz para el Magdalena Medio Santandereano. Barrancabermeja.

PIANC, 1992. (Permanent International Association of Navigation Congresses). Beneficial uses of dredged material - A practical guide. IADC, Bruselas.

Pineda Camacho, R. 1992. Los hombres sentados del Magdalena Medio. Una aproximación al significado del arte funerario prehispánico en: Arte de la tierra Simití y río Magdalena. Fondo de Promoción de la Cultura. Banco Popular.

Presidencia de la República. 1989. Plan Nacional de Rehabilitación: una estrategia de desarrollo social y regional para la reconciliación 1986 - 1990. Bogotá.

R.J. Tipton Associates Eng. 1952. Mejoras de la navegación del río Magdalena entre Bocas del Rosario y La Dorada. Bogotá.

Rivera L. y L. C. Granados, 1981. Morfología fluvial del río Magdalena en el sector San Pablo - Badillo. *Revista CIAF* 6(1-3) 487-503, Bogotá.

Roback S. 1974. Insects (Arthropoda: Insecta). En: Hart C.W. & S. Fuller (eds.), Pollution ecology of freshwater invertebrates. Academic Press New York.

Robertson K., J. A. Triviño & J.B. Alzate. 1983. Estudio geomorfológico del río Magdalena sector Barrancabermeja - Bocas de Ceniza. Anexo 4: Características sedimentológicas y comportamiento de orillas. CIAF - MOPT. Bogotá.

Robertson, Kim., 1985. Dinámica fluvial y evolución del río Magdalena en el tramo Barancabermeja - El Banco durante el Holoceno Superior. *Revista CIAF* 10 (1) 87-97 Bogotá.

Rodríguez, E. 1992. Estudio Plan Maestro de Transporte. Segmento: Transporte Fluvial. Bogotá.

Roldan, G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Fondo FEN. Colombia/Colciencias/Universidad de Antioquía.

Roldan, G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. 529 p.

Ruiz Sepúlveda, J.E. 1991. Los metales traza en el río Magdalena. en: Pasado y presente del Río Grande de la Magdalena. Fundación del Río Magdalena. Bogotá.

Schumm, S.A. 1977. The fluvial system. John Wiley, New York.

Silva, G. 1973. Hidrología - Curso Internacional sobre control de inundaciones. Universidad Nacional, Facultad de Ingeniería. Bogotá.

Sioli, H. 1975, Tropical Rivers as Expressions of Their Terrestrial Environments. pp. 275-288 en: F. B. Golly & E. Medina (eds.). Tropical Ecological Systems. Trends in Terrestrial an Acuatic Research. Springer-Verlag, Berlín.

Sir Alexander Gibb & Partners, 1930. Informe sobre el río Magdalena desde Barranquilla hasta La Dorada. Bogotá.

Sismun - Dane. 1985. Estadísticas Municipales.

Tuffery G. 1979. Incidencias ecológicas de la polución de las aguas corrientes, reveladores biológicos de la polución En: R. Pesson (ed.) La contaminación de las aguas continentales. Mundiprensa Madrid.

Turner, D. *et al.* 1981. *Geochim et Cosmochim. Acta* 45:855-881.

Turner, Th. 1984. Fundamentals of hydraulic dredging. Cornell Maritime Press, Centreville, Maryland.

U.S. Army Engineer Waterway Experiment Station (U.S.A.E.W.E.S.). 1984. Streambank protection guidelines. Vicksburg.

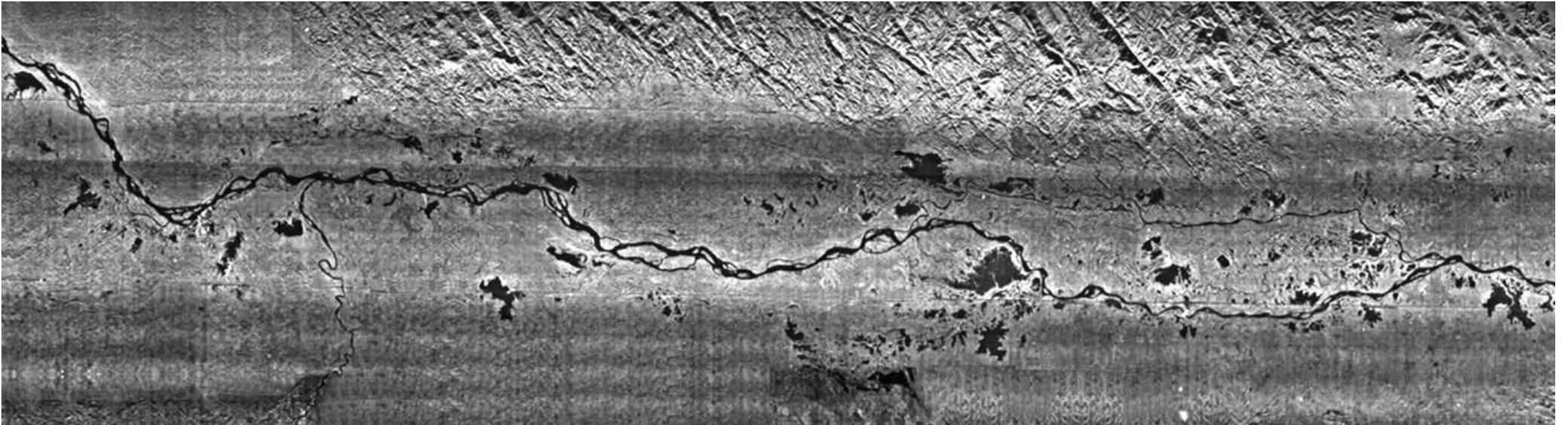
U.S.A.E.W.E.S. 1985. Environmental Effects of Dredging. Technical Notes EEDP-01 to EEDP-09-6. Vicksburg.

UEF-BEX (MOPT). 1993. Pliego de condiciones. Licitación pública internacional. Obras de dragado y adecuación en el río Magdalena y el Canal del Dique. Banco Mundial préstamo 3453-CO. Bogotá.

Valderrama, B. & O. Mora. 1993. La pesca en la cuenca Magdalénica. Situación actual y problemática. Inderena 31 p. Bogotá

Vargas Velázquez, A. 1992. Magdalena Medio Santandereano. Colonización y conflicto armado. CINEP. Bogotá.

Welcome, R. L. 1992. Pesca Fluvial. Documento técnico de pesca: 262. 330 p.



**obras de rehabilitación del río Magdalena  
sector Barrancabermeja-La Gloria  
estudio de impacto ambiental  
*anexo 5. manejo ambiental,  
información para contratistas***



FONDO VIAL NACIONAL

Ministerio de Obras  
Públicas y Transporte



**fonade**

Fondo Financiero de  
Proyectos de Desarrollo

**Consorcio Carinsa-Incoplán Ltda.**

Santafé de Bogotá, Colombia. Agosto de 1993

## plan de manejo, información para contratistas

### Generalidades

El Plan de Manejo contiene las medidas recomendadas para mitigación de los efectos adversos causados por las actividades del proyecto sobre los elementos ambientales durante la ejecución de las obras.

### Medidas recomendadas

Debido al carácter conceptual del proyecto y a la incertidumbre respecto de los sitios precisos de realización de las actividades, el Plan de Manejo no incluye diseños específicos de ingeniería, sino que se ejercerá mediante la introducción de criterios ambientales adicionales que permitan la supervisión y control de las interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos ambientales.

La Tabla 1 presenta un resumen de los impactos susceptibles de ser causados por el proyecto, referidos a los distintos elementos ambientales y las actividades en campo, más la indicación de las iniciales y número de orden correspondientes a las medidas de mitigación adoptadas para minimizarlos, teniendo en cuenta tres tipos de medidas de mitigación planteadas por este documento, así (Figura 1):

- Condicionantes ambientales previos (CAP - Tabla 2)
- Actividades y procesos adicionales (APA - Tabla 3)
- Normas de manejo ambiental (N - Tabla 5)

Estas medidas se detallan a continuación.

#### *Condicionantes ambientales previos (CAP)*

Son limitaciones que el MOPT a través de UEF-BEX ha incorporado

a los diseños, en razón de la alta sensibilidad de los ecosistemas asociados al río y la impredecibilidad del comportamiento final de los factores y variables que intervienen. Se describen en forma de normas que deberán ser tenidas en cuenta en el proceso de definición previa de los sitios de obra y que todos los participantes del proyecto deben conocer y acatar (Tabla 2).

#### **Actividades y procesos adicionales (APA)**

Son aquellos que deben ser incorporados al diagrama de flujo normal de la realización de las obras, para tener en cuenta las implicaciones de carácter ambiental y realizar el manejo, prevención y mitigación de los efectos adversos críticos y severos. En el diagrama de flujo (Figura 2) se muestran las instancias de realización. Se describen en la Tabla 3.

#### • *Supervisión Ambiental (SA)*

La SA será creada por el MOPT y financiada con cargo al proyecto. Actuará en forma independiente para el control ambiental del proyecto. Funcionará con las siguientes características.

#### **Unidad operativa**

La SA será una sola entidad operativa, independientemente del número de contratistas de obra para dragados, para cierre de brazos, del número de firmas interventoras de contrato y del número de frentes de obra que se abran.

#### **Comités de vinculación de la SA con el proyecto.**

La SA cumplirá su función controladora mediante su acción directa en la obra y su comunicación con los ejecutores del proyecto en dos instancias principales de

vinculación, a saber:

El Comité de Supervisión, conformado por el director de SA, sus homólogos del contratista y de la interventoría de obras y el supervisor del MOPT. Tendrá a su cargo la definición de políticas y procedimientos generales de aplicación del Plan de Manejo, la decisión sobre asuntos no contemplados, la aplicación de instrumentos para obligar al cumplimiento de las obligaciones ambientales de las entidades participantes y la intermediación para dirimir las discrepancias que llegaren a presentarse sobre el tema.

El Comité Ambiental de Obras, conformado por el Residente de la SA con sus homólogos del Contratista y la Interventoría de Obras en el sitio de trabajo resolverá sobre la aplicación del Plan de Manejo, resolverá los casos locales, supervisará la puesta en marcha del Plan de Contingencia y velará por el cumplimiento de las obligaciones ambientales de todas las personas y entidades presentes en los sitios de trabajo.

#### **Funciones de la SA.**

- Realizar el control ambiental de las obras; verificar el cumplimiento de todas las normas, condicionantes, diseños, actividades y procesos recomendados en el PMA.
- Servir de vocería oficial del proyecto ante las comunidades y participar en todos los procesos y negociaciones que se adelanten con los residentes y autoridades locales, en combinación con la Auditoría Comunitaria.
- Servir de vocería oficial del proyecto ante las autoridades ambientales del orden nacional o regional (INDERENA y

Tabla 1. Medidas de mitigación -

Sistema	Comp.	Elemento	Actividad	Medidas de Mitigación
Abiótico	Atmósfera	Ruido	3.2. Dragado	N 9
			Agua	Inertes
	4.2 Descarga	CAP 1, N15, N19, N23		
	5.3. Llenado Activo	CAP3, CAP6, N21, N23, N46, N47, N48		
	5.4. Llenado Previo	CAP3, CAP6, N21, N23, N46, N47, N48		
	Biodegradables	Dinámica	5.3 Llenado activo	N13, N14, N26
			5.2. Colocación retardadores	CAP3, CAP5, CAP6, N18
	Fluvial	Fluvial	5.3. Llenado Activo	CAP3, CAP6, N21, N22, N23
			5.4. Llenado Pasivo	CAP3, CAP6, N21, N22, N23
	Suelo	Contaminación	Erosión	4.1. Adecuación sitios de vertido
3.2. Dragado				
Biótico	Acuático	Organismos	3.2. Dragado	CAP1, CAP5, CAP6, N21, N22, N23, N29, N34, N36
			4.2. Descarga	CAP1, CAP5, CAP6, N21, N22, N23, N26, N29, N34, N36
			Hábitats	4.1. Adecuación Sitios de Vertido
	4.2. Descarga	CAP1, CAP5, CAP6, N21, N22, N23, N29, N34, N36		
	Terrestre	Procesos	5.3. Llenado Activo	CAP3, CAP6, N21, N22, N23
			5.3. Llenado Activo	CAP3, CAP6, N21, N22, N23
Antrópico	Recursos	Agua	4.2. Descarga	CAP1, CAP5, CAP6, APA 3, APA6, N19, N21, N23
			5.3. Llenado Activo	CAP3, CAP6, APA3, N21, N23
	Suelo	Erosión	4.1 Adecuación sitios de vertido	CAP7, APA3, N16, N17, N18, N20, N23, N24, N26, N27, N33, N34, N35, N36, N37
Estructura	Ingresos	Ocupación Terrenos	1.2. Negociación predios o mejor	CAP7, APA3, APA5, APA9, N50, N52
			1.2. Negociación predios o mejor	CAP7, APA3, APA5, APA9, N50, N52
			4.1. Adecuación sitios de vertido	CAP7, APA3, APA5, APA9, N16, N17, N18, N50, N52
	Super-estructura	Generación de expectativas	5.3. Llenado Activo	CAP3, CAP6, APA3, N21, N22, N23
			1.2. Negociación predios o mejora	CAP 7, APA 3, APA4, APA9, N50, N51, N52
			2.1. Movilización y alistamiento	APA3, APA4, APA9
	Interrelación Social	Interrelación Social	3.2. Dragado	APA3, APA4, APA9, N51, N52
			4.2. Descarga	APA3, APA4, APA9, N51, N52
			5.2. Colocación y anclaje retardada	APA3, APA4, APA9, N47, N48, N51, N52
			5.3. Llenado Activo	APA3, APA4, APA9, N51, N52
			5.4. Llenado Pasivo	APA3, APA4, APA9, N51, N52
			1.2. Negociación Medios o mejor	CAP7, APA3, APA4, APA5, APA9, N50, N51, N52
Social	Social	2.1. Movilización y alistamiento	CAP7, APA3, APA4, APA5, APA9, N50, N51, N52	
		3.2. Dragado	CAP7, APA3, APA4, APA5, APA9, N50, N51, N52	
		4.1. Adecuación sitios de vertido	CAP7, APA3, APA4, APA5, APA9, N50, N51, N52	
		5.2. Colocación y anclaje retardada	CAP7, APA3, APA4, APA5, APA9, N50, N51, N52	

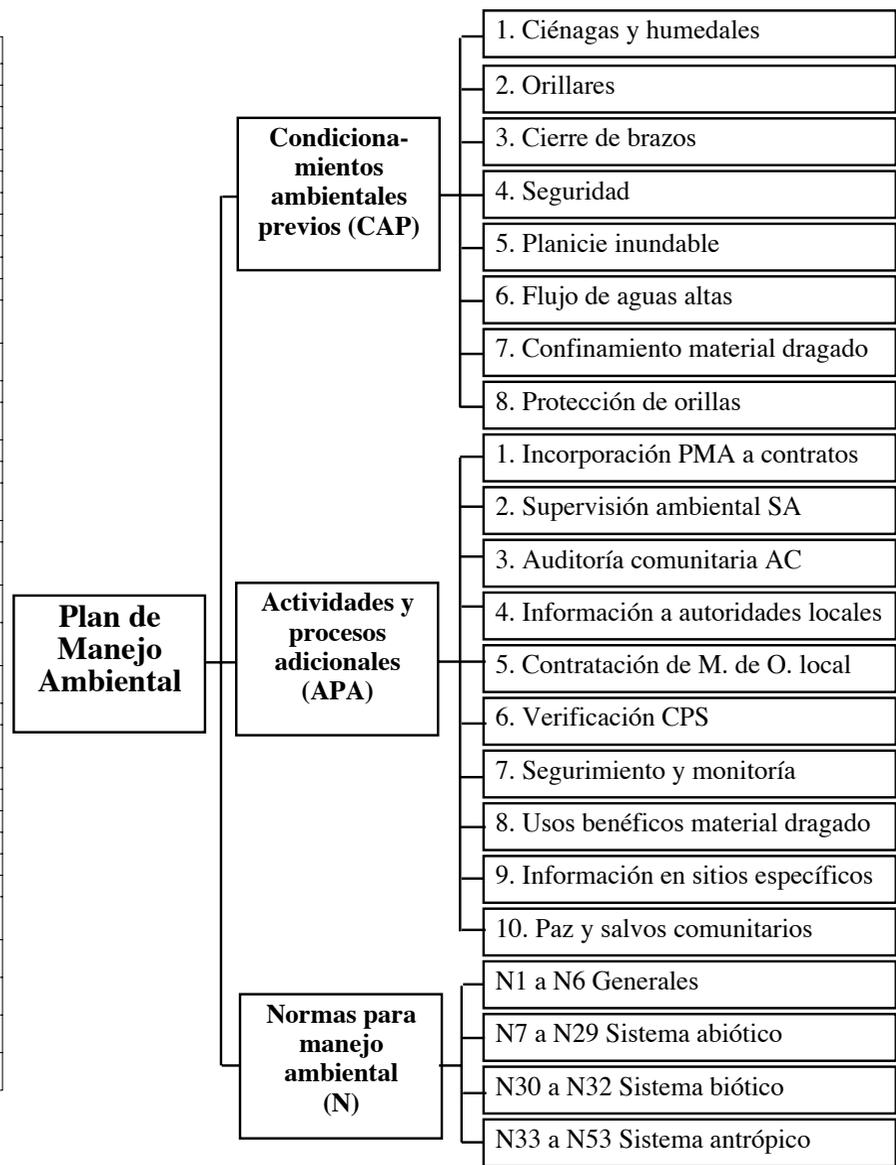


Figura 1. Plan de manejo- Medidas de mitigación

Tabla 2. Condicionantes ambientales previos

CAP	Descripción
1	Ciénagas y humedales. No se tocará ni se modificará bajo ningún concepto el ecosistema conformado por el río y las ciénagas y humedales vecinos. No se dragará ni se dispondrá material dragado dentro de las ciénagas o humedales, ni en los terrenos aledaños a ellos, ni en sus caños de mutua interconexión o de conexión con el río. Esta norma tiene excepción en los tres casos específicos de las ciénagas en Puerto Wilches, Cantagallo y Gamarra, que en la actualidad se encuentran dentro del casco urbano, están totalmente contaminadas e intervenidas, y se han convertido en focos infecciosos y botaderos de basuras.
2	Orillares. No se utilizarán las orillas para colocación de materiales dragados, salvo expresa petición y acuerdo previo con las comunidades locales y con objeto de cumplir usos benéficos de dicho material, tales como rellenos sanitarios, adecuación de terrenos, uso como material de construcción o para diques de defensa contra inundaciones, realces de vías, jarillones, etc.
3	Cierre de brazos. Sólo se cerrarán brazos secundarios que funcionen como tales dentro del cauce del río durante épocas de aguas bajas; no se colocarán estructuras dentro del canal principal, ni se cerrarán brazos que conecten el río con ciénagas o centros poblados, o por donde circule el flujo principal de aguas altas, o que sirvan de comunicación entre comunidades ribereñas, o que de alguna manera se identifiquen como de importancia económica o social para los pobladores vecinos.
4	Seguridad. Todas las personas y entidades que intervengan en el proyecto deberán cumplir y respetar las normas de seguridad fluvial y los reglamentos de señalización y balizaje dictados por el MOPT.
5	Planicie inundable. No se construirán diques a lo largo de las orillas en forma tal que obstruyan el proceso normal de inundaciones estacionales, para no interferir con las interacciones ecológicas de fertilización del valle.
6	Flujo de aguas altas. Las estructuras de cierre con retardadores tendrán una dimensión tal que permita obstruir el flujo durante épocas de aguas bajas, pero sin que se constituyan en obstáculo importante para el tránsito de crecientes.
7	Confinamiento del material dragado. Para el manejo y confinamiento del material dragado que deba ser vertido en tierra deberán seguirse los diseños típicos incorporados en los planos, que incluyen alternativas para diques en tierra o barreras en geotextiles, y detalles de vertederos, protección de canales de desagüe, drenajes internos, etc.
8	Protección de orillas. La SA iniciará un proceso de protección de las orillas que conformen el cauce final del canal principal, una vez se defina su localización mediante la ingeniería previa a la iniciación de las obras propuestas. Los detalles de protección serán determinados según las características particulares en cada sitio, a partir de los resultados del proyecto.

Corporaciones regionales), para atender y hacer cumplir las órdenes o sugerencias emanadas de dichas entidades, mantener la comunicación con ellas e informarlas sobre el adelanto de los trabajos en caso necesario.

- Hacer el seguimiento y la monitoría de los trabajos para comprobar que la realización de la obra se enmarque dentro de los requisitos ambientales y sus resultados correspondan con los esperados; diseñar y recomendar los correctivos necesarios.

- Verificar la instalación y operación del Plan de Contingencia en cada uno de los contratos o frentes, revisar y aprobar los planes de disposición de desechos y, en general, supervisar y hacer cumplir las normas ambientales

de ley y las del PMA.

#### • Auditoría Comunitaria (AC)

Estará formada por personas representantes de las comunidades donde se abrirán los frentes de trabajo y designadas por ellas (un Auditor por cada tramo). Su propósito es servir de canales de doble vía de comunicación del proyecto con las comunidades y verificar el cumplimiento del PMA en todas las actividades y procesos cuya interacción ha sido identificada (Figura 2).

#### Contratación de mano de obra local

Para las actividades que no requieran especialización se preferirá contratar personal residente en los sitios de obra.

Con la asesoría y colaboración de la AC y la supervisión de la SA, la contratación de mano de obra local deberá realizarla el Contratista teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Los jornales de la región están particularmente influidos por los salarios que paga Ecopetrol, bien sea en forma directa o a través de sus contratistas o empresas asociadas y reflejan el alto costo de vida en la zona.

- Existen juntas de desempleados que se encargan de rotar los turnos y designar las personas para trabajos temporales. Se debe negociar la contratación a través de estos estamentos, para no interferir con los principios y procesos de organización social ya establecidos.

- Todo el personal contratado en la zona debe contar con protección médica, seguro de vida y todas las prestaciones sociales de ley.

#### Verificación del cumplimiento de CAPs

Puesto que los planos de licitación no indican la localización definitiva las obras, en el proceso de determinación de los sitios de obras de dragado, vertimiento y cierre de brazos, previo a la iniciación de los trabajos, el MOPT a través de UEF-BEX verificará que todos los CAP sean tenidos en cuenta y cumplidos debidamente, para tomar las medidas correctivas y de mitigación pertinentes.

Si bien los planos de licitación del proyecto deben tomarse como indicativos, puede señalarse un ejemplo de aplicación de este proceso.

En la Tabla 4 se mencionan algunos cierres de brazos secundarios que aparecen en dichos planos y que no se ajustan a los criterios de los CAP.

Se acompañan los números de los planos correspondientes, la localización aproximada y la razón para sugerir la modificación del diseño.

#### Usos benéficos del material de dragado

Es el proceso de definición de utilización del material para propósitos de beneficio común en orillas a solicitud de las comunidades, según está definido en la CAP-2 y de acuerdo con las posibilidades técnicas y económicas del proyecto (accesos, distancias de bombeo, etc).

#### • Paz y salvos comunitarios

Como requisito para autorizar el

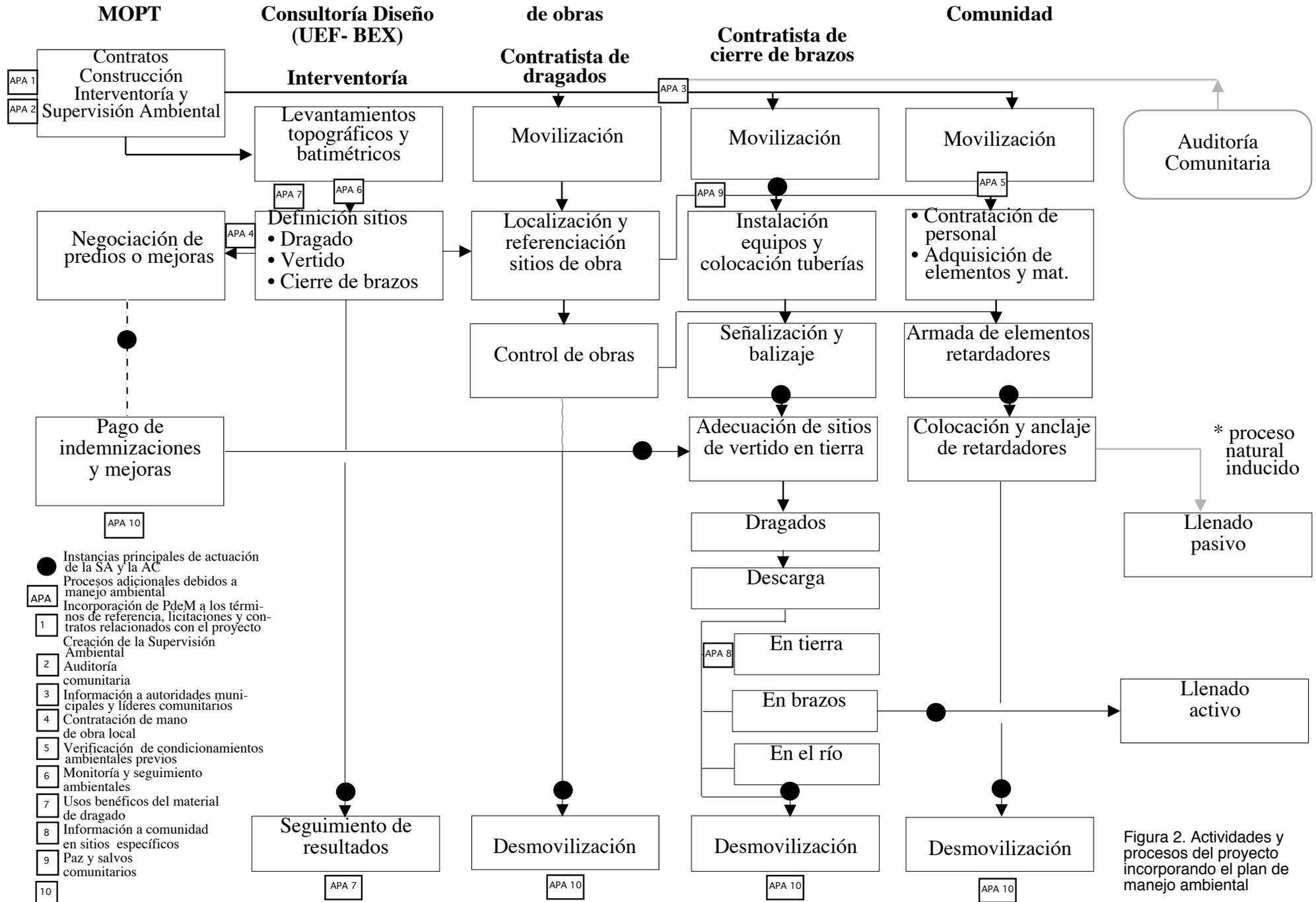


Figura 2. Actividades y procesos del proyecto incorporando el plan de manejo ambiental

retiro final de los Contratistas y la expedición del Acta de Terminación de Obras, se pedirá un Paz y Salvo con las comunidades de cada frente por concepto de deudas del Contratista y de su personal. Este documento será expedido por la AC de cada frente y refrendado por la SA. En caso de conflicto (p. ej., que la AC se resiste injustamente a entregar el documento), la SA efectuará una investigación sobre el estado real de deudas del Contratista o de sus empleados con la comunidad y decidirá sobre la otorgación del paz y salvo bajo su responsabilidad.

Los paz y salvos se refieren al estado final de la obra y no deben ser exigidos para simples cambios de posición dentro de un mismo frente, a salvo que a juicio de la SA, por el hecho de la movilización parcial a otro sitio queden cortadas las comunicaciones con el sitio que se abandone.

### Normas de manejo ambiental (NMA)

Son recomendaciones y guías de carácter preventivo para el manejo ambiental, que deberán ser tenidas en cuenta, conocidas y aplicadas de manera obligatoria en cada caso por el Contratista y sus empleados, bajo la supervisión de la Interventoría Ambiental y la Auditoría Comunitaria. Se presentan en la Tabla 7.

Tabla 3. Actividades y procesos adicionales (APA)

APA	Definición	Descripción
1	Incorporación del manejo ambiental a los contratos de obra e interventoría	Inclusión de PMA y PC en términos de referencia, pliegos de condiciones, y contratos de consultores y contratistas de obra. obligarán el cumplimiento de las normas y recomendaciones ambientales a todas las personas y entidades involucradas en el proyecto.
2	Supervisión ambiental (SA)	SA creada por el MOPT realizara: control ambiental de actividades y procesos de obra; seguimiento y monitoría de resultados; vocería del proyecto ante comunidades y comunicación con la Auditoría Comunitaria.
3	Auditoría comunitaria (AC)	AC formada por representantes de las comunidades vecinas a frentes de trabajo. Servirán de canales de comunicación del proyecto con las comunidades.
4	Información a autoridades y líderes comunitarios	Información sobre los aspectos generales del proyecto, que se adelantarán previa a la realización de las obras.
5	Contratación mano de obra local	Para actividades que no requieran especialización se preferirá contratar personal residente en los sitios de obra.
6	verificación cumplimiento CAP	Para determinación de sitios de obra, se verificará que todos los CAP sean cumplidos. En caso contrario tomar medida de mitigación pertinentes.
7	Seguimiento y monitoría	Se ejercerá por la SA mediante el plan de seguimiento y monitoría (PSM).
8	Usos benéficos de material de dragado	Proceso de definición de utilización del material para propósitos de beneficio común a solicitud de las comunidades de cada frente de obra.
10	Paz y salvos comunitarios	Como requisito para autorizar el retiro final de los contratistas y la expedición del Acta de Terminación de Obras se exigirá un paz y salvo con las comunidades de cada frente, por concepto de pago de deudas y satisfacción de obligaciones del contratista y de su personal.

Tabla 4. Recomendaciones para modificaciones en localización de cierres de brazos

Plano	Localización	Sitio	Observaciones
6	K611 a K608	Entre La Coquera y Terraplén Margen derecha, aguas abajo río Sogamoso	Se obstruyen bocas de ciénaga El Salado y comunicación entre poblaciones ribereñas.
8	K579 a K573	Frente a ciénagas Canaletal y Cimilicico. Tramo entre Canaletal y Paturia	Cierre de caño comunicación a Ciénaga Cimilicico. Optimizar número y localización estructuras para disminuir longitudes y costos
	K540 a K538	A. abajo de Sitio Nuevo	Cierre de canal izquierdo afecta caños que intercomunican ciénagas y caño Barbé
10	K535 a K533	Frente a Vijagual	Cierres en margen izquierda pueden obturar comunicación con caño Los Aliados.
15	K443 a K441	Aguas arriba de El Recreo.	Posible taponamiento de caño de conexión con ciénaga Morales por la margen derecha del río.

Tabla 7. Normas para manejo ambiental

Norm a No.	Descripción
<b>Generales</b>	
N1	Las Normas de Manejo Ambiental (NMA) serán de obligatorio cumplimiento por parte del Contratista y estarán bajo la supervisión de la SA y la Auditoría Comunitaria.
N2	El Contratista es responsable de todas las contravenciones o acciones que originen daño o deterioro ambiental, daños a terceros y/o la violación de las disposiciones legales ambientales vigentes en el país, por parte del personal que labore en el proyecto.
N3	Los costos de las acciones correctivas por daños ambientales atribuibles al proyecto, las multas impuestas o la reparación de daños causados a terceros estarán a cargo del Contratista, quien deberá tomar las acciones pertinentes para remediarlas, según sea el caso, en el menor tiempo posible.
N4	Es responsabilidad del Contratista asegurar un buen funcionamiento de los equipos utilizados en las obras con el objeto de evitar escapes de combustibles y sustancias nocivas que contaminen o dañen los suelos, los cuerpos de agua, el aire, los organismos, las personas o sus bienes.
N5	El Contratista deberá establecer un programa de control y mantenimiento de la maquinaria y los equipos que permita a la SA verificar su buen estado y funcionamiento.
N6	La SA definirá las zonas de riesgo para las diferentes actividades del proyecto, verificará la implantación del Plan de Contingencia y supervisará los simulacros de entrenamiento para el control de derrames de combustibles.
<b>Sistema abiótico</b>	
<b>Componente atmosférico</b>	
N7	Están totalmente prohibidas las quemas a cielo abierto de materiales vegetales, basuras, combustibles, materiales plásticos, cauchos, papel o cualquier otro desecho sólido.
N8	Los equipos de combustión interna que utilicen combustibles que emitan partículas y/o gases al aire deberán estar provistos de filtros.
N9	Los equipos y maquinaria deberán estar provistos de silenciadores para minimizar niveles de ruido superiores a las normas de seguridad laboral o ambiental.
<b>Componente agua</b>	
N10	El tanqueo y aprovisionamiento de combustibles y lubricantes para los equipos y la maquinaria, así como las operaciones de lavado y la purga se efectuarán de tal manera que no se produzcan desechos o derrames que contaminen las aguas del río Magdalena o sus corrientes conexas.
N11	Todas las áreas de trabajo o campamentos, así sean temporales, deberán tener tanques sépticos, pozos de absorción, letrinas de hoyo seco cubiertas o instalaciones similares para la disposición de residuos domésticos. La ubicación de estos sistemas deberá ser acordada con la SA.
N12	En todas las áreas de trabajo se deberá disponer de sistemas de disposición de basuras y de residuos sólidos y líquidos para evitar que se dispongan directamente a las corrientes de agua.
N13	El Contratista deberá instruir a todo el personal sobre el uso adecuado de los sistemas de disposición de excretas y aguas residuales. Está prohibido arrojar en ellas basuras y residuos líquidos como aceites, grasas, etc. para evitar la impermeabilización del sistema y la contaminación de los suelos o las aguas freáticas.
N14	Los residuos sólidos y basuras derivados de las obras del proyecto no podrán enterrarse en las islas ni verse en el río. La SA definirá en acuerdo con el Contratista los sitios en tierra firme para este propósito.
N15	En los sitios de eventual disposición de sedimentos en las islas se deberán mantener los drenajes y líneas de flujo acorde con las curvas de nivel hacia canales naturales. En caso contrario, deberán construirse obras civiles para la conducción de estas aguas.
N16	Esta prohibido el vertimiento en tierra firme, excepto en aquellos casos de utilización benéfica del material (APA-8).
N17	No se permitirán vertimientos de sedimentos de dragado en islas en sitios diferentes a los previamente definidos y negociados por la Interventoría y sus residentes.

N18	El Contratista deberá ejecutar las obras de restauración y/o recuperación de las áreas de las islas afectadas para la disposición de sedimentos, trochas de acceso para colocación de tuberías, señalización y demás actividades.
N19	Antes de dragar en los sitios definidos en el Plan de Seguimiento y Monitoreo (PSM) como de riesgo por la presencia de sustancias tóxicas, el Contratista deberá cumplir todos los procedimientos establecidos en el PSM y obtener el permiso correspondiente por parte de la SA.
N20	Se deberá contar con la aprobación de la SA para desviar corrientes de agua dentro de las islas de ser necesario para el proyecto y deberán implementarse las acciones tendientes a mantener y/o recuperar condiciones ambientales adecuadas.
N21	Antes de permitir el vertido a menos de 1 km aguas arriba de las bocatomas de acueductos (Gamarra, La Gloria y San Pablo), la SA tomará medidas tales como ordenar la instalación de barreras flotantes protectoras de los equipos de succión, o coordinar un sistema de turnos alternos entre los dragados y el bombeo de acueducto o cualquiera otra solución que impida la entrada del material dragado a dichos servicios. En épocas de aguas crecientes o cuando los flujos van desde el río hacia las ciénagas, no se podrá verter a menos de 1 Km. de distancia de las bocas de conexión de las ciénagas, aguas arriba por la línea de flujo.
N22	La operación de dragado deberá efectuarse a la menor velocidad posible de la velocidad compatible con la máxima eficiencia en la succión, para minimizar la resuspensión de sólidos en el sitio de corte.
N23	Se suspenderá la operación de dragado reparación inmediata de las averías en la tubería de descarga o en sus uniones, que originen descargas incontroladas fuera del sitio aprobado para el vertimiento.
<b>Componente suelo</b>	
N24	Esta prohibida la disposición de grasas, aceites y combustibles en suelos de las islas o tierra firme; se deben acumular en recipientes herméticos para ser evacuados finalmente a los sitios de disposición final acordados con la SA. En ningún caso se podrán arrojar estos recipientes al río o las ciénagas.
N25	El Contratista deberá diseñar y someter a la aprobación de la SA un Plan para la disposición de residuos.
N26	En caso de derrames de sustancias contaminantes, deberán ejecutarse las acciones previstas en el Plan de Contingencia bajo la supervisión de la SA.
N27	Todos los frentes de trabajo deberán disponer de recipientes para los diferentes tipos de residuos (basuras, chatarra, desechos orgánicos, etc.) que deberán ser periódicamente llevados a los sitios de disposición final acordados con la SA.
N28	El Contratista mantendrá permanente vigilancia para advertir la ocurrencia de procesos erosivos acelerados o inusitados en las orillas y pondrá en práctica inmediata las acciones y recomendaciones del Plan de Contingencia.
N29	Esta prohibida la realización del "Corte en Cajón" (Box-Cut) o cualquier acción de dragado que favorezca los derrumbamientos de orillas, pérdidas irregulares de vegetación litoral y sus organismos asociados.
<b>Componente biótico</b>	
N30	Están prohibidas para todo el personal que interviene en el proyecto las labores de cacería, captura de especies de la fauna local, recolección de huevos, crías, mascotas o la utilización de artes ilegales de pesca.
N31	Esta prohibido el empleo de agroquímicos para rocería o apertura de terrenos, control de plagas, etc. que puedan contaminar los recursos bióticos.
N32	Se prohíbe al personal del Contratista comprar, vender y/o recibir en calidad de regalo ejemplares de la fauna local.
<b>Componente antrópico</b>	
<b>Recursos</b>	
N33	La selección de rutas para el tendido de la tubería de descarga y la ubicación de sitios de disposición de sedimentos debe evitar en lo posible, áreas de cultivos, de conservación, bosques establecidos, viviendas, caminos, etc.
N34	La adecuación de áreas para las obras en las islas o tierra firme debe limitarse a remover la vegetación estrictamente necesaria con el objeto de reducir pérdidas en recursos u organismos.
N35	Las áreas de vertimiento en las islas debe tener un tratamiento paisajístico final que esté acorde con las características visuales circundantes como pendiente del terreno, especies comunes de la vegetación, etc.
N36	El contratista está obligado a recoger los escombros y materiales de desecho una vez terminadas las obras y desmantelados los campamentos o sitios de trabajo. Igualmente, está obligado a restaurar estas áreas bajo la supervisión de la SA.

N37	En caso de encontrarse restos arqueológicos en algún sitio de las obras, deberá suspenderse de inmediato la actividad y reportar el hecho a la SA para que decida sobre el rescate arqueológico respectivo.
N38	En los casos donde sea posible suministrar los materiales de dragado a las comunidades se deberá seguir el procedimiento APA-8.
Salud y seguridad laboral	
N39	El Contratista deberá implementar las recomendaciones de salud ocupacional, seguridad industrial e higiene laboral contempladas en su Reglamento Interno de Trabajo o aquellas incluidas en la normatividad laboral colombiana.
N40	El Contratista deberá dotar e instruir a sus trabajadores sobre el uso obligatorio de aditamentos de seguridad, según el tipo de actividad, tales como cascos, gafas, botas, overoles, tapaoídos, guantes, chalecos reflectores y salvavidas, etc.
N41	El Contratista deberá disponer de un Plan de Acción Inmediata para la atención de accidentes de su personal o terceros que sean afectados por las actividades u obras del proyecto.
N42	El empleo de menores de edad deberá ajustarse a las disposiciones legales laborales vigentes.
N43	El Contratista verificará la salud de sus trabajadores mediante exámenes médicos de ingreso y control periódico con el fin de asegurar las condiciones de salud de sus empleados.
N44	El Contratista deberá suministrar la atención médica al personal permanente y temporal contratado para el proyecto.
N45	El Contratista deberá adquirir una póliza de seguro de vida que ampare todo su personal permanente, temporal u ocasional.
N46	Como señal preventiva de restricción del tráfico en aquellos brazos sometidos a cierre, además de la pintura anticorrosiva señalada en las especificaciones técnicas del proyecto (Sección 4.19, Norma P-8) se usará pintura reflectiva en los elementos metálicos y alambres de las estructuras retardadoras como señal preventiva nocturna.

N47	Se recomienda igualmente cortar los alambres de las estructuras en fragmentos más cortos para evitar que sean sustraídos y utilizados para propósitos distintos a los del proyecto.
N48	Entre las vallas de advertencia y señalización preventiva incluidas en las especificaciones técnicas (Sección 4.13, Norma P-2) se deberán incluir señales permanentes de uso posterior a la ejecución de las obras con el fin de advertir los cierres de brazos efectuados.
N49	El porte y uso de armas está prohibido dentro de las áreas de trabajo y por parte del personal del proyecto, a excepción del cuerpo de vigilancia autorizado para ello.
Relaciones con la comunidad	
N50	La mano de obra no calificada necesaria para la realización de las obras del proyecto deberá ser preferiblemente contratada con personas propias de la localidad, a las cuales se les debe dar suficiente información sobre las tareas necesarias y se seguirán las recomendaciones de la APA-4.
N51	El Contratista mantendrá tener canales de comunicación activos y abiertos con la comunidad a través de la SA y la Auditoría Comunitaria.
N52	El Contratista deberá advertir a todo su personal que se abstenga de informar o comentar a las comunidades sobre el desarrollo del proyecto. El único vocero autorizado para éste propósito es la SA y toda información deberá ser canalizada a través de ella.
N53	Se requiere el visto bueno de la SA y de Paz y Salvos Comunitarios con el objeto de asegurar que no se presenten problemas con las comunidades por parte del Contratistas y sus trabajadores (APA-10).