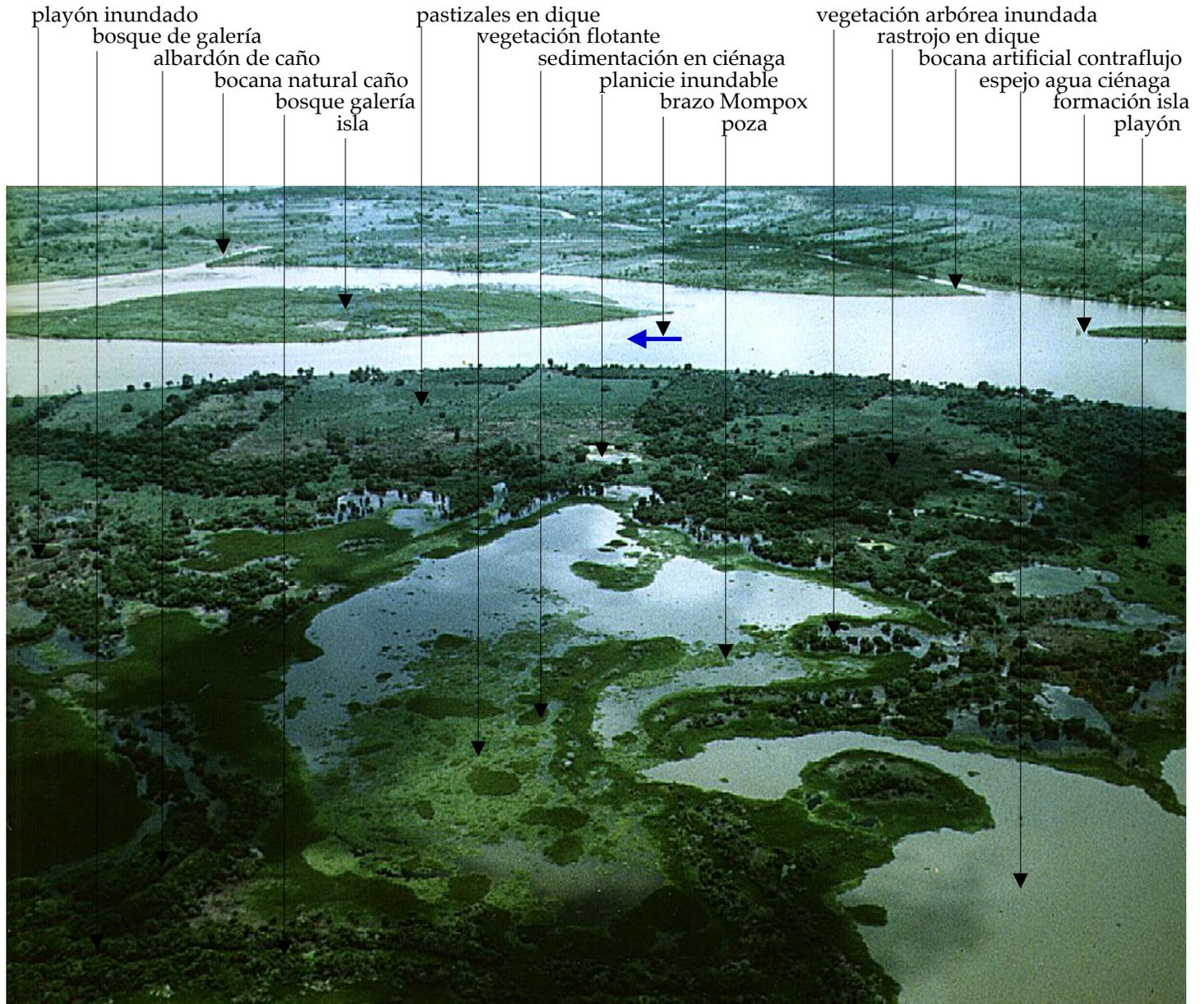


# evaluación ambiental de la etapa de prefactibilidad para riego del proyecto de adecuación de tierras en Mompox



proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	Índices	17.6.1996	29.7.2017	1	51

## Índice general

<b>Introducción</b>	3
Antecedentes	3
Objetivos	3
Marco de Referencia	3
Metodología	3
Área de influencia	3
<b>Metodología</b>	4
<b>Diagnóstico</b>	7
Aspectos físicos	7
Aspectos biológicos	11
Aspectos socio-culturales	27
Hábitats sensibles	29
<b>Evaluación</b>	32
Procesos geomorfodinámicos	32
fitras típicas del Magdalena	33
Interferencias ecológicas	37
Plan agropecuario	39
Pertinencia del desarrollo	40
Otros limitantes sociales	41
<b>Conclusiones</b>	48
Diagnóstico	48
Proyecto de riego	49
Información complementaria	50
<b>Bibliografía</b>	51

## Índice de tablas

1 síntesis de metodología	4
2 sitios de muestreos	5
3 características de macro-hábitats	12
4 información muestreo flora	14
5 áreas muestreo flora	14
6 parámetros físico-químicos aguas	18
7 parámetros físico caños y ciénagas	19
8 metales pesados en peces	22
9 bacterias en aguas	22
10 especies de plantas usadas	24
11 especies de vertebrados	25
12 hábitats sensibles, leyenda mapa 4.	34
13 atributos de fitras	33
14 fitras río Magdalena	35
15 fitras vs. eventos río, planicie	36
16 tenencia de la tierra	40
17 comprobación ambiental	43

## Índice de figuras

1 gradiente pluviosidad, isla Mompox	7
2 balance hídrico	7
3 fitras en El Banco	8
4 procesos geomorfológicos	10
5 funcionamiento actual planicie	11
6 diversidad vegetación/cobertura	14
7 diversidad vegetación/macrohábitat	14
8 diversidad fauna total/macrohábitat	15
9 diversidad anfibios/macrohábitat	15
10 diversidad aves/macrohábitat	15
11 diversidad mamíferos/macrohábitat	15
12 diversidad reptiles/macrohábitat	15
13 procesos socioeconómicos actuales	31
14 procesos geomorfodinámicos	32
15 caudales San Roque vs. La Victoria	34
16 funcionamiento planicie con proyecto	37
17 tenencia y área de predios	40
18 procesos socioeconómicos	41

## Índice de fotos

1 panorámica área del proyecto	9
2 interrupción flujo, caño Guataca	9
3 fauna típica de la isla de Mompox	16
4 ciénaga Terronal (Uvero)	17
5 playón	23
6 pastoreo de ganado	23
7 vivienda campesina típica	27
8 playón de Juan Torres	38
9 brazo de Mompox en sequía	38

## Índice de mapas

1 localización del proyecto	3
2 estaciones de muestreo	6
3 macro-hábitats	12
4 zonas sensibles	30

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	introducción	17.6.1996	29.7.2017	3	51

## Introducción

### Antecedentes

INAT, por conducto de SNC Lavalin encomendó a Neotrópicos en marzo de 1996 la evaluación de las implicaciones ambientales de diferentes *alternativas de riego* dentro de los estudios del *proyecto de adecuación de tierras de Mompox* (ver mapa 1.) y del *plan agropecuario* para su utilización.

El diagnóstico ambiental de la situación actual, básico para la evaluación aquí consignada, hace parte del realizado para el *estudio de factibilidad del proyecto de drenaje y control de inundaciones del proyecto de adecuación de tierras de Mompox*.

Los estudios de riego se encuentran en la etapa de *prefactibilidad*, por tanto la presente evaluación corresponde al *diagnóstico ambiental de alternativas de acuerdo con la Ley 99 de 1993*.

### Objetivos <sup>1</sup>

Se plantan los siguientes:

- identificar los puntos de conflicto entre las alternativas de riego del proyecto de adecuación de tierras de Mompox y la estructura y dinámica de los hábitats de la planicie aluvial y su aprovechamiento perdurable, de acuerdo con la política ambiental vigente en Colombia.
- evaluar las implicaciones del plan agropecuario propuesto desde las perspectivas ambiental propiamente dicha y desde su pertinencia socio cultural para la región.

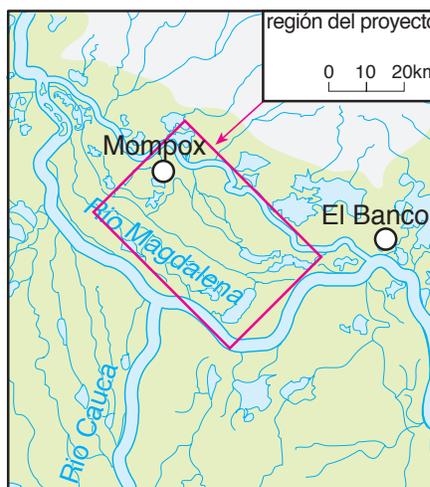
### Marco de referencia

La evaluación ambiental parte de cuatro bloques de información relacionados con:

- las implicaciones físicas, ecológicas y sociales de las alternativas de suministro de agua para riego y
- las implicaciones culturales, sociales, económicas, ecológicas y físicas esperadas de la implementación del plan agropecuario.

1. La estructura y funcionamiento de la planicie aluvial del Magdalena, de la cual la depresión momposina y la isla de Mompox hacen parte. En particular se toma en cuenta la relación entre la variabilidad espacial y temporal de los niveles y caudales del río y los hábitats de la planicie.

2. Evaluación del status actual y tendencias de cambio de los hábitats de planicie aluvial en la isla de Mompox y



Mapa 1. Localización del proyecto de adecuación de tierras de Mompox

sus recursos; en particular su relación y dependencia con los pulsos hidrológicos.

3. Formas de apropiación, uso del territorio y sus recursos por parte de las comunidades campesinas. Dependencia de éstas en la oferta natural.

4. Pertinencia ecológica y sociocultural del plan agropecuario propuesto.

Para la evaluación de las interacciones ambiente natural-cultural vs. proyecto, se tuvieron en cuenta además las recomendaciones del Banco Mundial en lo referente entre otros aspectos a:

- uso adecuado y conservación de relictos importantes de hábitats únicos amenazados (tierras silvestres, humedales),
- desarrollo inducido y socialmente aceptable,
- participación comunitaria y de organizaciones civiles en el análisis.

### Metodología

La identificación de los conflictos ambientales se desarrolló paralelamente en dos niveles: grueso y detallado:

1. El nivel grueso se llevó a cabo mediante el planteamiento de tres diagramas de causalidad para establecer las relaciones entre diferentes procesos y elementos físicos, ecológicos y sociales en tres escenarios:

- la planicie aluvial idealizada, e.i., sin interferencias humanas
- el status real, es decir con las alteraciones que hoy en ella ocurren
- con las interferencias del proyecto (riego y desarrollo agropecuario)

2. El análisis fino se desarrolló para las diferentes alternativas y componentes del proyecto mediante una lista de comprobación ambiental, con los siguientes elementos:

- consecuencias potenciales,
- factores atenuantes actuales
- mitigación o compensación
- información complementaria

### Área de influencia

Se consideraron dos: la definida a priori, i.e., antes de la evaluación ambiental, básicamente la isla de Mompox, desde la bifurcación del río Magdalena en El Banco hasta la confluencia de los dos brazos en Tacamocho y la definida a posteriori, una vez calificadas las implicaciones ambientales. Esta última está conformada por las siguientes zonas:

- los macrohábitats del área propia objeto de estudios de riego y de desarrollo agropecuario
- los complejos de ciénagas (ciénagas, playones, caños y bocanas) internos y periféricos al área de riego
- los tramos del brazo de Mompox, del caño La Victoria y del brazo de Loba que circundan la región del proyecto.

1. El análisis ambiental conjunto de los componentes drenaje-control de inundaciones y riego con sus respectivos planes agropecuarios no está incluido en este documento. Las implicaciones del conjunto son mayores que la simple suma de las de sus componentes.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	metodología	17.6.1996	29.7.2017	4	51

## Metodología

La tabla 1. sintetiza los procedimientos metodológicos empleados para la elaboración del diagnóstico en los aspectos físicos, biológicos y socioculturales y para la elaboración de la evaluación ambiental. En cada uno de los subcapítulos del estudio se presentan los detalles pertinentes.

Tanto para el diagnóstico como para la evaluación se presentan los procedimientos de toma de información y de análisis e interpretación de resultados.

En los dos casos se hizo un uso exhaustivo de la literatura especializada, referenciada al final del documento.

Para el manejo y procesamiento de la información sobre hábitats y organismos (selección y agrupamiento de datos por diferentes criterios ecológicos, temporales o espaciales) se empleó una base de datos relacional georeferenciada, elaborada por Neotrópicos con 4<sup>th</sup> Dimension<sup>®</sup> y MapGrafix<sup>®</sup>.

Las localidades en terreno se ubicaron con GPS. Los puntos de muestreos biológicos se caracterizan en la tabla 2, y se localizan en el mapa 2.

La cartografía que se presenta aquí fue digitalizada de la generada por SNC-Lavalin o convertida de los archivos DXF suministrados por la misma firma.

tabla 1. síntesis de la metodología

tópico	toma información	análisis de la información
<b>diagnóstico</b>		
<b>aspectos físicos</b>		
hidrología y clima	<ul style="list-style-type: none"> <li>precipitación: datos de todas las estaciones regionales procesados por el Himat (Ideam)</li> <li>temperatura y humedad relativa, estación Pinillos (10 msnm, 1974-1995)</li> <li>caudales: registros procesados de caudales (Himat/Ideam) de estaciones limnimétricas localizadas en los tres brazos de la depresión momposina</li> <li>evaluación de <i>f</i>-fitras: con registros de niveles y caudales de las estaciones limnimétricas y limnigráficas localizadas a lo largo del río Magdalena</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>distribución espacial mediante polígonos de Thiessen</li> <li>cálculo de balance hídrico con precipitación efectiva normal variada, ponderada y requerimiento máximo de agua por cultivos</li> <li>cálculo de balance de masas por tramos a la entrada y salida de la depresión momposina</li> <li>cálculo de evapotranspiración: fórmula de García-López (Igac, 1975)</li> <li>determinación del régimen pulsátil del río Magdalena y de su importancia ecológica en la zona del proyecto</li> </ul>
geología, geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> <li>información tomada de SNC-Lavalin, fotografías aéreas, levantamiento información complementaria en campo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>fotointerpretación y corroboración en campo, diagnóstico de unidades determinadas, digitalización de mapas, interpretación</li> </ul>
<b>aspectos biológicos</b>		
hábitats y vertebrados terrestres	<ul style="list-style-type: none"> <li>muestreo de fauna vertebrada (mamíferos, aves, reptiles...)</li> <li>identificación taxonómica de morfoespecies in situ</li> <li>recorridos con guías (esfuerzo muestreo -ema- tiempo)</li> <li>recolección de información en protocolos de campo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tabulación de listados, agrupamientos, ingreso a base de datos</li> <li>determinación taxonómica con base en colecciones y claves</li> <li>contraste de información primaria con reportes de la literatura</li> <li>construcción y análisis de curvas de diversidad (ema vs especies)</li> </ul>
flora terrestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>muestreos de vegetación en parcelas con áreas diferenciadas de acuerdo con tamaño de la vegetación: bosque secundario, rastrojos (alto-bajo) pasto enmalezado</li> <li>determinación de variables/ usos, toma muestras botánicas</li> <li>transectos (ema-área, decámetro, binóculos, tijeras podadoras, prensa...)</li> <li>recolección de información en protocolos de campo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>determinación taxonómica en herbario Neotrópicos, tabulación de listados, agrupamientos, ingreso a base de datos</li> <li>construcción de curvas de diversidad (ema vs especies acumuladas)</li> <li>comparación con registros de diversidad en otras zonas tropicales</li> <li>construcción de curvas de diversidad (ema vs especies acumuladas)</li> <li>interpretación de los resultados obtenidos dentro del marco ecológico y el status de los sitios muestreados</li> </ul>
hábitats y organismos acuáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>mediciones in situ de limnología física (equipos portátiles digitales)</li> <li>toma de muestras de macroinvertebrados (jama, cilindro, tamiz...)</li> <li>registro de macrófitas y peces (transectos, atarraya, observaciones)</li> <li>toma de muestras de aguas y sedimentos (botellas y frascos, neveras...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tabulación e interpretación general</li> <li>contraste de la información primaria con los reportes de literatura</li> <li>identificación en laboratorio de organismos, ingreso a la base de datos, cálculo de curvas de diversidad</li> <li>determinación en laboratorio de Ingeaguas (Medellín), de metales pesados y nutrientes en aguas... <i>nota: ca. 70 muestras de bentos y 12 muestras de sedimentos para análisis de contaminantes están almacenadas, sin procesar</i></li> </ul>
<b>aspectos socioeconómicos y culturales</b>		
complemento diagnóstico Lavalin	<ul style="list-style-type: none"> <li>consulta en campo a la población sobre uso cultural de la biodiversidad</li> <li>informe diagnóstico presentado por Lavalin en mayo de 1996</li> <li>fuentes bibliográficas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tabulación e interpretación general</li> <li>evaluación ambiental del programa agropecuario desde dos perspectivas: <ul style="list-style-type: none"> <li>efectos a generar sobre el medio natural</li> <li>pertinencia del estilo de desarrollo propuesto para la zona</li> </ul> </li> </ul>
<b>evaluación ambiental</b>		
diagramas de procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>revisión de literatura sobre estructura y funcionamiento de planicies aluviales en general y río Magdalena en particular</li> <li>resultados de diagnósticos: <ul style="list-style-type: none"> <li>SNC-Lavalin (hidrología, geología, climatología, aspectos sociales, económicos...)</li> <li>este estudio (estructura y dinámica de hábitats y organismos de la planicie aluvial, recursos, aprovechamiento...)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>discusión interdisciplinaria para establecimiento de cadenas de causalidad</li> <li>representación diagramática de causas-efectos en tres escenarios: planicie ideal, planicie con interferencias actuales y planicie con interferencias causadas por actividades y procesos derivados de proyecto de adecuación de tierras</li> </ul>
lista de comprobación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>construcción de lista con metodología del Banco Mundial</li> <li>construcción con integración de información de SNC-Lavalin y Neotrópicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>conceptualizaciones desde la perspectiva de procesos</li> <li>participación del grupo de trabajo interdisciplinario de Neotrópicos y de la asesora ambiental de SNC-Lavalin</li> </ul>

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	metodología	17.6.1996	29.7.2017	5	51

tabla 2a. estaciones de muestreos vertebrados terrestres

fecha	localidad	sitios	unidad	mamíferos	aves	sitios anfibios y reptiles	n°
				n°	n°		
26.04.	hacienda Morón	Bellalmira	C1	1	1	Bellalmira	1
26.04.	hacienda Morón	ciénaga de Morón	ciénaga	2	2		
27.04.	hacienda Morón	caño Murciélago, ciénaga Matazarsa	C1	3	3	caño Murciélago, caño Mocho	2
28.04.	hacienda Morón	El Indio	So	4	4	El Indio	3
28.04.	El Garcero	Buenaventura	So	5	5	Buenaventura	4
29.04.	El Garcero	caño Raizal, Buenaventura	C1, So	6	6	Buenaventura	4a
30.04.	El Garcero	La Floresta	B2	7	7	Floresta, Los Ponches	5
02.04.	Guataquita	cercanías de Guataquita	So	8	8	Basilio, Flojera, Guataquita	6
03.05.	Guataquita	ciénaga la Vizcaína	C1		9	ciénaga El Peligro- Vizcaína	7
03.05.	Guataquita	caño Sandovalito, ciénaga El Peligro	C1	9			
04.05.	Guataquita	caño Sandovalito	B3	10	10	Sandovalito	8
04.05.	Guataquita	finca Oswaldo, La Montañita	B3		11		
05.05.	Cantera	finca San Juan	B3	11	12	finca San Juan, Cantera	9
06.05.	La Ribona	Fincas Las Flores, San Isidro	So	12	13	San Isidro, Las Flores	10
08.05.	Contadero	ciénaga Guacamayón	C1	13	14	Guacamayón, Contadero	11
09.05.	Contadero	hacienda La Estrella	So	14	15	hacienda La Estrella	11a
10.05.	Contadero	hacienda La Estrella, aljibe	So	15	16	aljibe (caserío)	12
11.05.	Santa Rosa	finca La Roja	So	16		hacienda La Victoria	13
11.05.	Santa Rosa		So			finca La Roja	14
13.05.	Santa Rosa	ciénaga Agudelo	ciénaga		17		
13.05.	Santa Rosa	hacienda Tigre Macho	So	17		hacienda Tigre Macho	15
14.05.	Santa Rosa	caño Guataca	C2, So	18	18	caño Guataca, Santa Rosa	16
15.05.	El Palmar	Cambembe, ciénaga los Pendales	C1	19	19	ciénaga Pendales, Cambembe	17
16.05.	Causado	caño Corredor	B3		20	caño Guataca	18
16.05.	Guacimal	caño Guataca	B3	20		Santa Rosa, Guacimal	19
17.05.	Camorra	finca La Conquista	B3	21	21	finca La Conquista, caño Guacamayo	20
18.05.	Sandoval	finca Mata de Lata	So	22	22	finca Mata de lata, Sandoval	21
18.05.	Las Margaritas	Botón de Leyva	B1	23	23	Botón de Leyva, Margarita	22
20.05.	Guataca	caño Guataca	So	24	24	caño La Puente, Guataca	23
20.05.	Doña Juana	finca El Propio	So	25	25	finca El Propio, Doña Juana	24
Total de sitios muestreados por área de estudio				25	25		24

tabla 2b. estaciones de muestreos limnología

fecha	localidad	sitios	unidad	sitio
26.04.	hacienda Morón	ciénaga Morón	ciénaga	E1
26.04.	hacienda Morón	caño Murciélago	caño	E2
27.04.	hacienda Morón	caño Mocho	caño	E3
28.04.	hacienda Morón/El Garcero	ciénaga Morón	ciénaga	E1
29.04.	El Garcero	caño Barretero, jagüey, caño Raizal	caño, jagüey	E4, E5
30.04.	El Garcero	Poza Los Ponches, Poza siguiente	poza	E6, E7
02.04.	Guataquita	ciénaga La Vizcaína	ciénaga	E8
03.05.	Guataquita	Poza La orilla del mar	poza	E9
03.05.	Guataquita	ciénaga Los Troncos	ciénaga	E10
04.05.	Guataquita	ciénaga del Medio	ciénaga	E11
04.05.	Guataquita	caño Mundo al Revés	ciénaga	E12
05.05.	Cantera	caño Guataca (Guataquita) E14 brazo Mompox	ciénaga, río	E13, E14
06.05.	La Ribona	brazo de Loba (Hatillo)	río	E15
07.05.	El Garcero	jagüey, caño Raizal	jagüey	E5
08.05.	Contadero	ciénaga Orellano	ciénaga	E16
09.05.	Contadero	ciénaga Orellano	ciénaga	E16
10.05.	Contadero	caño Guataca (Corocito)	caño	E17
11.05.	Santa Rosa	ciénaga de Agudelo	ciénaga	E18
11.05.	Santa Rosa	Poza Pundungo	poza	E19
13.05.	Santa Rosa	ciénaga de Agudelo	ciénaga	E18
14.05.	Santa Rosa	caño Mono (complejo Juan Torres)	caño	E20
15.05.	El Palmar	ciénaga La Pedregosa	ciénaga	E21
16.05.	Causado	caño Corredor	caño	E22
17.05.	Camorra	ciénaga Terronal (complejo El Uvero)	ciénaga	E23
18.05.	Sandoval	caño Sandovalito	caño	E24
20.05.	Guataca	caño Guataca	caño	E25
20.05.	Doña Juana	ciénaga Menchiquejo	ciénaga	E26
Total de sitios muestreados por área de estudio				26

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	metodología	17.6.1996	29.7.2017	6	51

tabla 2c. estaciones de muestreos vegetación

fecha	localidad	sitio	n°	unidad
26.04.	hacienda Morón	Bellalmira (Bs)	1	C1
27.04.	hacienda Morón	El Indio (Ra)	2	So
02.04.	Guataquita	caño Sandovalito (Rm) hacienda Basilio, Flojera (Bs)	3	C1 So
03.05.	Guataquita	Cerca ciénaga El Peligro (Ra)	4	C1
04.05.	Guataquita	Finca Tortuga (Ra) hacienda San Basilio (Bs)	5	So So
05.05.	Cantera	finca San Juan (Bs)	6	B3
06.05.	La Ribona	San Isidro, Las Flores (Ra)	7	So
08.05.	Contadero	Cerca a Guacamayón (Bs), (Ra)	8	So C1
09.05.	Contadero	finca La Estrella (Bs)	9	So
10.05.	Contadero	El Aljibe, Contadero (Bg)	10	B3
13.05.	Santa Rosa	finca La Paletilla (Pe)	11	So
16.05.	Causado	caño Guataca, Santa Rosa (Bg)	12	B3
17.05.	Camorra	finca La Conquista (Bs) caño Guataca, Coro-Mamo (Bg)	13, 14	B3
18.05.	Sandoval	finca Mata de Lata (Bs)	15	So
20.05.	Guataca	caño Guataca, Guataca (Rm)	16	So
20.05.	Doña Juana	hacienda El Propio (Bs) finca Panorama (Rb)	17	So So
24.05.	El Garcero	borde caño Caimanes (Ra) camino La Palma (Rb)	18	B2 So
27.05.	El Garcero	Orillar brazo Mompox (Pe), finca Las Flores (Pe), camino La Palma (Pe)	19	B2 So C1
Total de sitios muestreados por área de estudio			19	

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos físicos	17.6.1996	29.7.2017	7	51

## diagnóstico

### Aspectos físicos

#### Clima

El clima de la depresión momposina es de transición entre el Magdalena medio húmedo y la llanura Caribeña seca. La diferencia fundamental entre estas regiones está en la cantidad anual de lluvia, que disminuye hacia el Caribe, y en la duración de la estación seca, que aumenta en la misma dirección.

En la isla de Mompox este gradiente se manifiesta claramente: la zona SO es más lluviosa que la NE (figura 1.). La región del proyecto (ver mapa 1.) está inscrita en esta zona transicional. Por esta razón se analizó la variabilidad espacio-temporal de las lluvias mediante polígonos de Thiessen.

Sobre cartografía 1:25.000 se dibujaron las áreas de influencia de cada una de las estaciones con información de lluvias y se calcularon los polígonos de Thiessen:

- Barranco de Loba (25 msnm, 1974-1995),
- Santa Rosa (40 msnm, 1974-1995),
- El Jolón (25 msnm, 1976-1995),
- Guaymaral (20 msnm, 1976-1995),
- Río Nuevo

El resultado así calculado 1 presenta diferencias importantes con los valores ajustados para la zona del proyecto con datos de las estaciones de Santa Rosa y San Fernando únicamente.

#### Balance hídrico

La evapotranspiración se calculó con base en la fórmula empírica desarrollada para zonas tropicales por García-López, 1970 (cita en Igac, 1975).

$$ETP_{mm/mes} = 12,1^N(1-0,01U_m)+0,21t-2,3$$

donde:

- N =  $(7,45t / (234,7 + t))$
- t = temperatura media en °C
- U<sub>m</sub> = media de humedades relativas

matinales y meridianas

Para el cálculo del balance hídrico se tuvieron en cuenta los requerimientos de riego, drenaje de derivación, por tal motivo y asumiendo que la capacidad de almacenamiento de agua del suelo es de 50 mm (corresponde a un suelo superficial y de textura moderadamente gruesa) y que el día 30 de diciembre, el suelo está a capacidad de campo y el contenido de agua en el suelo a comienzos de enero es de 25 mm, se

puede hacer un balance hídrico menos conservador y con menos requerimientos de derivación.

La figura 2. muestra las necesidades de riego y de drenaje, teniendo en cuenta la precipitación confiable y el máximo uso consuntivo.

#### Régimen pulsátil → variación espacial y temporal → ffitras, elasticidad

Las planicies aluviales hacen parte de un macrosistema fluvial o complejo de ecosistemas, conformado por componentes en los que predominan los flujos internos de materia y energía -ecosistemas- enlazados por componentes de transporte.

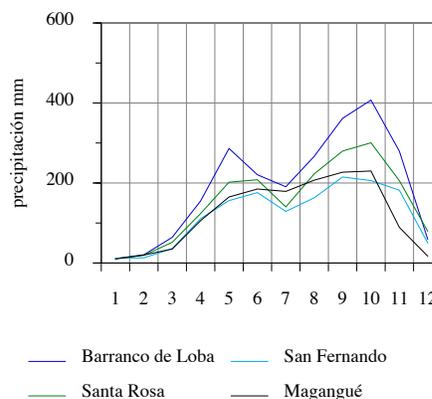


figura 1. gradiente de pluviosidad en la isla de Mompox

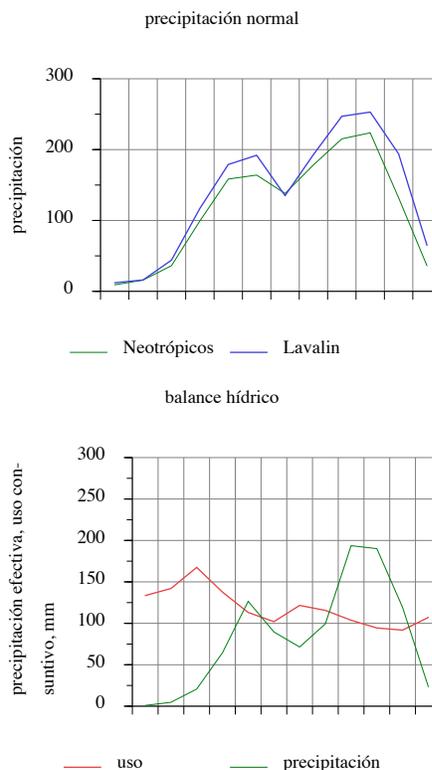


figura 2. balance hídrico

En el caso del Magdalena son páramos, bosques y sabanas sobre suelos diversos, en diferente grado de antropización y con regímenes de precipitación variables que suministran nutrientes a las planicies aluviales vía el Magdalena y sus tributarios.

En estos macrosistemas no hay componente de transporte inverso entre los ríos y los componentes terrestres, pero sí lo hay entre las planicies y los ríos. El énfasis está en la dinámica del macrosistema: el continuo temporal y carácter pulsátil de los flujos, la importancia de interacciones entre los elementos bióticos (organismos), abióticos (clima, hidrología y geomorfología) y culturales (asentamientos humanos, esquemas de utilización de recursos...) y la multidireccionalidad de los flujos de transporte: desde y hacia la planicie aluvial, aguas abajo vía el río y por tramos cortos en dirección aguas arriba vía caños.

Los procesos físicos, químicos, biológicos y ecológicos fluviales siguen un patrón sinusoidal causado por las diferencias temporales en la velocidad y duración del flujo de agua y de materiales transportados (organismos, sólidos disueltos y suspendidos). Cada una de las ondulaciones está compuesta de valores positivos y negativos, respecto de un valor medio. Durante la porción positiva, fase de inundación o potamofase, los cuerpos de agua de la planicie (lagunas, paleocauces y meandros abandonados) se interconectan por el flujo del río y reciben de éste materiales y a su vez aportan al agua materia orgánica y minerales del suelo. La porción negativa, fase de sequía o limnofase, conlleva el flujo de materiales (principalmente organismos) desde la planicie hacia el río y la fragmentación paulatina de los cuerpos de agua de la planicie, su aislamiento y aún su extinción temporal, hasta una nueva fase de inundación. El patrón de variabilidad de estas ondas en una secuencia temporal -en determinado punto y sección del río- conforman el régimen pulsátil.

Los regímenes hidrológicos de los ríos con planicies aluviales desarrolladas (Sinú, Cauca, San Jorge, Cesar, Ariguaní, Magdalena, Orinoco, Amazonas, Negro...) difieren en cuanto a la cantidad y calidad de los materiales en

1. Los cálculos sobre los requerimientos de agua para riego sobre los excesos y almacenamientos en la zona del proyecto son menos conservadores.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos físicos	17.6.1996	29.7.2017	8	51

suspensión y en cuanto a la variabilidad relativa intra- e interanual de sus caudales.

Los valores típicos de caudal: medias mensuales y los rangos máximos y mínimos no son suficientes para entender los eventos desarrollados en sus planicies aluviales.

En planicies aluviales el pulso, comportamiento cíclico e impredecibilidad relativa de caudales, niveles, transporte de sedimentos y nutrientes, etc., determina el funcionamiento e interrelaciones de los hábitats acuáticos -lóticos-lénticos del río, ciénagas, madrevejas y canales de conexión- y de los hábitats terrestres asociados -playones, albardones, islas y orillares.

Prácticamente todos los eventos ecológicos en la planicie aluvial están relacionados positiva o negativamente con la amplitud y regularidad del pulso. El transporte, depósito y exposición de sedimentos; la colonización, desarrollo y descomposición de vegetación herbácea anual y el desarrollo de vegetación leñosa; el consumo y mineralización de materia orgánica; la actividad de herbívoros y carnívoros; las migraciones de organismos, v. gr., peces (subienda y bajanza) insectos, aves acuáticas... y aún la pesca y otras actividades de explotación de re-

ursos (siembras, cosechas, pastoreo, cacería) están afinadas a los pulsos hidrológicos del río.

El patrón cíclico del pulso no es fácil de describir puesto que en él intervienen múltiples variables tanto internas como exógenas.

La función sinusoidal general

$$y = f [a \sin bx^n]$$

permite establecer cuáles son los parámetros que caracterizan las fases de un pulso, donde:

y = niveles, caudales y variables asociadas (p.ej., concentraciones de nutrientes o sedimentos)

x = tiempo

a, b = coeficientes propios de cada macrosistema fluvial que determinan la intensidad (a) y la amplitud (b)

n = exponente específico de cada macrosistema que determina la regularidad

Con este propósito se definió la función **ffitras**: acrónimo de los atributos frecuencia, intensidad, tensión, regularidad, amplitud y estacionalidad de un pulso, estos se representan esquemáticamente en la figura 3.

La **ffitras** en si misma, como resultado de la interacción de múltiples factores, es también una variable, i.e., cambia de un punto a otro de un mismo río

y de una fecha a otra.

Sin embargo en la medida en que los factores que las determinan se mueven entre rangos estadísticos, se pueden tipificar y por tanto comparar puntos o episodios distintos de uno o varios ríos; detectar la influencia de acciones antrópicas (represamiento, canalización de afluentes, obras de riego y drenaje), asociar sus atributos a eventos ecológicos (cambios en productividad, migraciones animales, fenología de eventos reproductivos, etc.) para diseñar esquemas óptimos de manejo de recursos, etc.

La función **ffitras** está caracterizada por dos tipos de atributos:

- espaciales (intensidad y tensión) que determinan la magnitud normal y máxima del pulso en la planicie,
- temporales, relacionados con el comportamiento histórico de los atributos espaciales (frecuencia, recurrencia y estacionalidad).

Las planicies aluviales cumplen una función reguladora: almacenan agua durante la potamofase y la descargan lentamente al río durante la limnofase, la diferencia en área del espejo de aguas entre una y otra se denomina elasticidad, su magnitud es proporcional a la productividad del macrosistema.

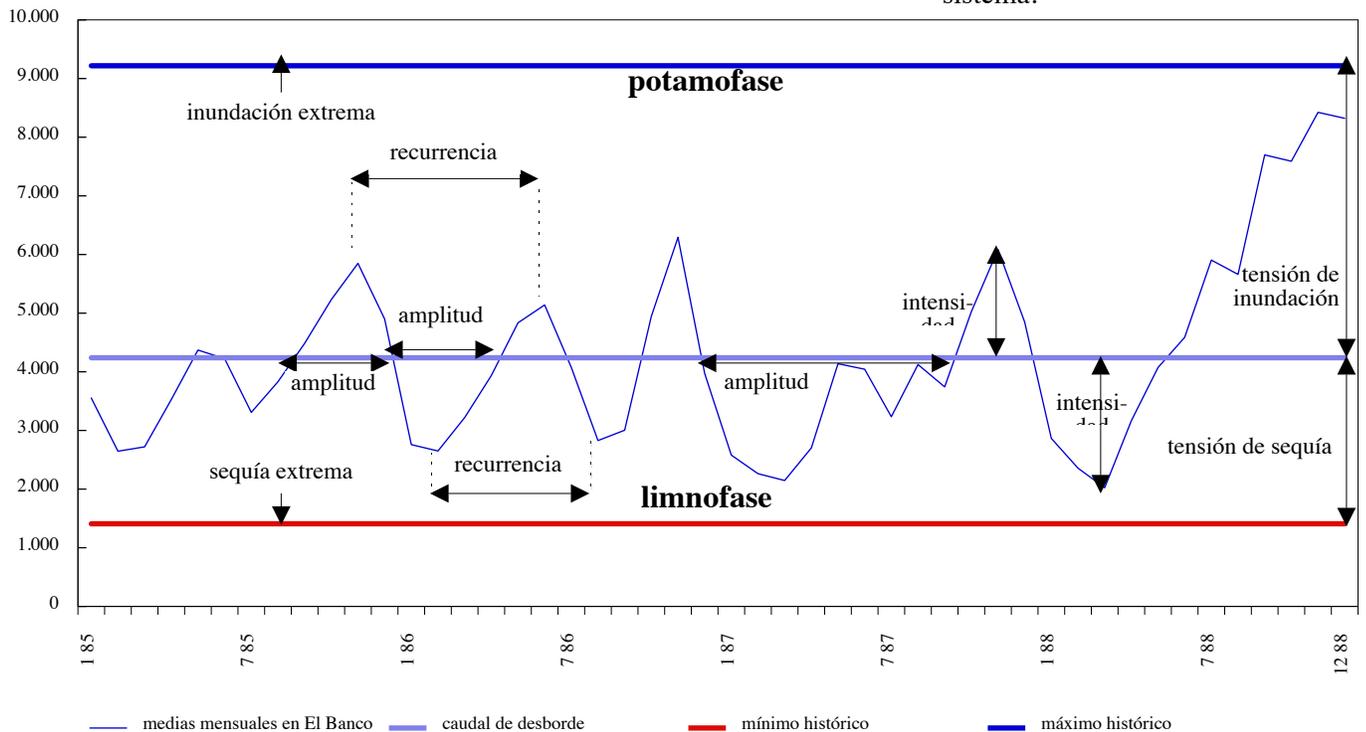


Figura 3. Representación esquemática de los atributos de la función **ffitras**, con base en caudales medios mensuales (m³/s) en El Banco, río Magdalena\*. Caudal de desborde = caudal medio mensual multianual = 4.240 m³/s.

\* Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Santafé de Bogotá, datos sin publicar, febrero de 1996

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	evaluación/consecuencias físicas	17.6.1996	29.7.2017	9	51

### fitras típicas del Magdalena

En la tabla 13. se presentan los atributos de la ffitras tal como están definidos por Neiff (op. cit.) y los algoritmos sugeridos por este estudio para su medición. Estos se aplicaron al Magdalena dentro de las condiciones que se explican a continuación:

1. Los caudales (volúmenes de agua por unidad de tiempo) están correlacionados con los niveles hidrométricos en un punto determinado, pero la relación no es lineal, depende de las características geométricas y físicas del canal. Para el cálculo de la amplitud, en particular de los eventos de inundación, y para el efecto de ciertas extrapolaciones ecológicas en ambientes terrestres, sería preferible estimar los parámetros de ffitras con base en niveles hidrométricos; aunque los caudales disminuyan, los niveles en la planicie pueden permanecer altos, así que los caudales siempre estarán subestimando la duración de los eventos de inundación. Sin

embargo, no se cuenta con información de niveles ni con las curvas de correlación, por tanto los cálculos se realizaron con base en caudales. Esta deficiencia también limita las comparaciones espaciales (de un río con otro y de tramos diferentes de un mismo río) en atención a las diferencias en los canales.

- Para el Magdalena se seleccionaron cuatro estaciones; Arrancaplumas un poco aguas arriba del inicio de la planicie aluvial del río y tres en la planicie aluvial misma (El Banco, antes de la depresión momposina, Tacamocho a la salida de ésta y Calamar donde se inicia el delta). Arrancaplumas y Calamar, las más antiguas, apenas superan los 60 años. El Banco y Tacamocho tienen registros inferiores a 25 años y las localizadas en la zona del proyecto San Roque y Santa Ana sólo cuenta con registros de 20 años.
- Para un mismo río las dos fases del pulso (limnofase y potamofase) di-

fieren en varios de los atributos, por tanto se estimaron para el río las ffitras de años secos (predominantemente de limnofase) y de años húmedos (predominantemente de potamofase).

- La mejor diferenciación entre años secos y húmedos se establece con caudal (o nivel) de desborde del río hacia la planicie. La diferenciación de las dos fases se estableció con base en los caudales medios, ligeramente inferiores a los de desborde. En una planicie los intercambios de agua río-planicie pueden ocurrir en los dos sentidos, a cualquier nivel, dependiendo de la altura relativa entre las dos láminas de agua. En el caso del Magdalena, en el cual el tramo medio (entre las estaciones Arrancaplumas y El Banco) tiene un caudal específico mayor que la cuenca alta, así que los intercambios río-planicie pueden ocurrir en cualquier dirección y en cualquier época.
- Los cambios climáticos y la hidro-

Tabla 13. Atributos de la función fitras

definición (Neiff: 1990, 1994)	medición (este estudio)		
	algoritmo	límites	
		inferior	superior
Frecuencia: número de veces que ocurre un fenómeno determinado dentro de una magnitud de tiempo.	sequía: $[\text{no. años en periodo } Q \text{ anual} < Q \text{ multianual}] \div \text{longitud del periodo}$ inundación: $[\text{no. años en periodo } Q \text{ anual} > Q \text{ multianual}] \div \text{longitud del periodo}$	→ 0	→ 1
Intensidad: magnitud alcanzada por una fase de inundación o de sequía. Se mide generalmente por el valor alcanzado en el hidrómetro más próximo, o en términos de caudal.	sequía: $1 - [Q \text{ mínimo medio mensual de años secos} \div \text{caudal de desborde o medio mensual multianual}]$ inundación: $[\text{caudal máximo medio mensual de años húmedos} \div \text{caudal de desborde o medio mensual multianual}]$	→ 0	→ 1
Tensión: valor de la desviación típica desde las medias máximas o desde las medias mínimas en una curva de fluctuación hidrométrica del río. Se la define también como la envolvente de fluctuación; permite establecer la variabilidad en la magnitud de los eventos de inundación y sequía.	tensión = intensidad máxima sequía: $1 - [Q \text{ mínimo mensual histórico} \div Q \text{ de desborde o medio mensual multianual}]$ inundación: $[Q \text{ máximo mensual histórico} \div Q \text{ de desborde o medio mensual multianual}]$	→ 0	→ 1
Recurrencia: probabilidad estadística de un evento de inundación o sequía de magnitud determinada, dentro de una centuria o de un milenio. Está dada por valores de frecuencia relativa.	sequía: $1 - [\text{probabilidad de excedencia de caudales medios multianuales de años secos}]$ inundación: $[\text{probabilidad de excedencia de caudales medios multianuales de años húmedos}]$	→ 0	→ 1
Amplitud: también expresada como duración es el segmento de tiempo que permanece el río en una fase de inundación o sequía de determinada magnitud.	sequía: $[\text{número de meses continuos con } Q \text{ medio mensual} < Q \text{ de desborde o } Q \text{ medio multianual}] \div 12$ inundación: $[\text{número de meses continuos con } Q \text{ medio mensual} > Q \text{ de desborde o } Q \text{ medio multianual}] \div 12$	→ 0	→ 1
Estacionalidad: se refiere a la frecuencia estacional en que ocurren las fases de sequías o inundaciones. Los organismos, excepto el hombre, tienen ajustes de sus ciclos de vida (fertilidad, reproducción, crecimiento) a la época en que ocurren los eventos hidrológicos.	sequía e inundación: basada en concepto de regularidad temporal, $S = 1 - [R_{\text{real}} \div R_{\text{max}}]$ $R_{\text{real}} = -\sum \pi_i \log p_i$ donde: S = estacionalidad Rreal = regularidad temporal medida Rmax = $\log [\text{longitud de serie en años}]$ $\pi_i = [\text{número de veces en periodo que evento tiene valor extremo en mes } i\text{-ésimo}] \div \text{periodo}$	→ 0	→ 1

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	evaluación/consecuencias físicas	17.6.1996	29.7.2017	10	51

logía misma, han coincidido en distinguir dos épocas en el presente siglo, la primera hasta ca. 1960, con inundaciones poco frecuentes y sequías prolongadas y la segunda, posterior a dicha fecha, con eventos de inundación más prolongados, intensos y frecuentes. Aunque son varias las posibles causas de estas diferencias un factor importante es la frecuencia e intensidad de fenómenos de El Niño, los cuales también se supone afectan el comportamiento de las lluvias en la cuenca del Magdalena. Por esta razón se calcularon ffitras para el río en los dos períodos.

Es posible analizar el conjunto de datos dentro de una escala temporal diferente, esto es, considerar la recurrencia, amplitud e intensidad de macro-pulsos alternos de quinquenios o decenios secos y húmedos; sin embargo los datos no parecen ser suficientes para este análisis.

6. La regularidad temporal (Obdrlik & García Lozano, 1992) hace referencia a la probabilidad de que un evento ocurra en cualquier mes, su complemento es la estacionalidad, i.e., la probabilidad de que el evento esté restringido a un mes particular. En el caso de ffitras se tomó como evento la ocurrencia en un mes dado de valores extremos (sequía o inundación).

La tabla 13. lista los parámetros hidrológicos requeridos para el cálculo de las las ffitras típicas de las dos fases del pulso hidrológico (limnofase y potamofase) en las estaciones registradas en el río Magdalena, para tres épocas (todo el período de registros,

antes y después de 1960).

Los resultados de la tabla 13. muestran claras diferencias en las ffitras en las fases de sequía e inundación de cada uno.

Los eventos de sequía e inundación tienden a ser poco estacionales, i.e., se pueden presentar en cualquier mes, en especial las inundaciones.

¿Cuáles son las implicaciones de la variabilidad de los atributos de ffitras sobre las características estructurales y dinámicas de los hábitats de la planicie aluvial?

Los cálculos presentados hasta ahora y las generalizaciones derivadas sólo hacen referencia a uno de los elementos del pulso, la cantidad de agua. Claramente que los materiales disueltos y en suspensión transportados por ésta y otras propiedades físicas y químicas (temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno y carbono orgánico disuelto, etc.) también son sujeto de análisis mediante el concepto de régimen pulsátil aquí detallado.

La tabla 15. sintetiza los principales tipos de eventos geomorfológicos, ecológicos y culturales asociados a los atributos de ffitras. La asociación de un tipo de evento a uno de los atributos particulares no está en todos los casos especificada por el autor, es más bien la interpretación de los autores. La mención de un evento de ninguna manera quiere decir que estos sean los únicos factores responsables o que exista una relación causal.

Por otra parte, se debe enfatizar que muchos de los eventos citados como asociados a una fase son sólo una parte de un fenómeno cuyo complemento

ocurre en la otra fase. *Los procesos ecológicos requieren de la alternancia estacional de fases de sequía y de inundación de amplitudes e intensidades determinadas, es decir del régimen pulsátil.*

Las inundaciones y en menor grado las sequías, son problemas eminentemente humanos ya que la estructura de los ecosistemas inundables y la biota en sus diferentes niveles de integración, están ajustados mediante mecanismos de selección adaptativa que han operado en forma continua durante períodos muy largos. La inundación es la malla de procesos biológicos, sociales, económicos, políticos y culturales que parten del desborde anormal de las aguas sobre un territorio. Esta situación puede resultar dañina por su magnitud, por su amplitud, por lo inesperado de su ocurrencia pero también por la incoherencia del funcionamiento de la sociedad humana antes, durante y posterior a la misma.

#### **Balance de masas entre las estaciones San Roque y La Victoria**

La figura 15 muestra las diferencias absolutas entre los valores registrados en las estaciones:

- San Roque (24 msnm, 1972-1994)
- La Victoria (24 msnm, 1973-1994).

Las diferencias son el reflejo de lo dicho anteriormente, el régimen pulsátil del río Magdalena tiene la influencia de muchos factores que son importantes seguir analizando:

- Los eventos El Niño que afectan el clima subcontinental, supuestamente determinan períodos de sequías en la

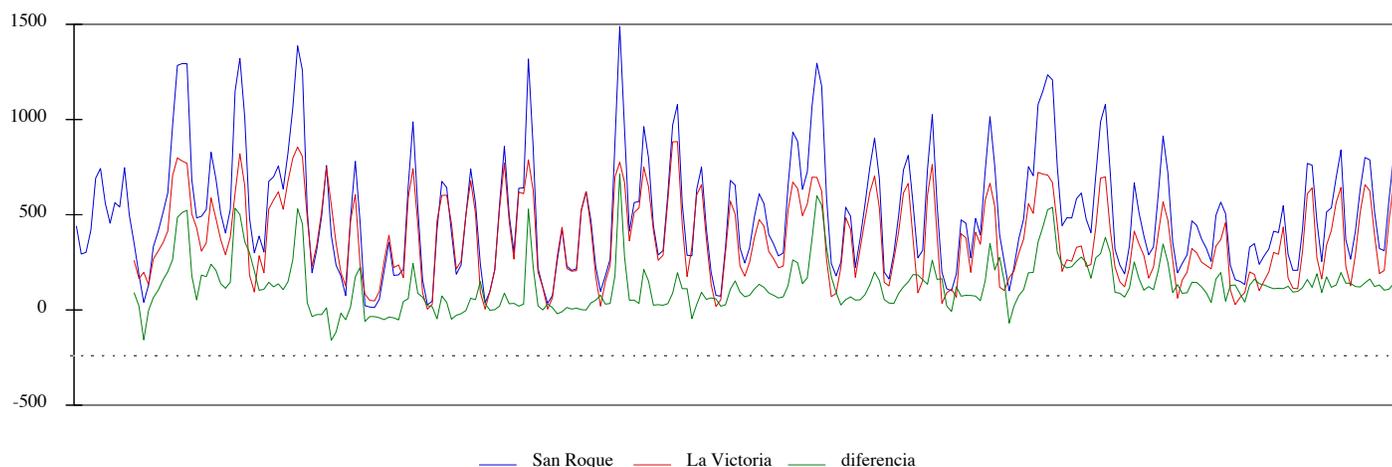


Figura 15. Diferencia de caudales en las dos estaciones localizadas dentro del área de influencia del proyecto

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	evaluación/consecuencias físicas	17.6.1996	29.7.2017	11	51

Tabla 14. Valores de los atributos de la función fitras en cuatro estaciones del río Magdalena

localidad	Arrancaplumas	El Banco	Tacamocho	Calamar
latitud	05°11' N	09°00' N	09°29' N	10°15' N
longitud	74°43' O	73°58' O	74°48' O	74°55' O
altitud (msnm)	830	24 msnm	14 msnm	8
caudal de desborde m <sup>3</sup> /s	1.453	4.240	7.115	6.598

parámetros *f* fitras

período	1934		1972		1976		1940	
	seco	húmedo	seco	húmedo	seco	húmedo	seco	húmedo
tipo de año								
media de promedios anuales	1.226	1.710	3.737	4.893	6.450	7.854	5.826	7.783
número de años en período	45	16	13	10	10	9	19	36
desviación	142	174	350	313	467	521	552	830
probabilidad de duración de caudales	0,68	0,27	0,68	0,27	0,68	0,27	0,68	0,27
promedio anual mínimo	876	1.469	2.828	4.471	5.558	7.159	4.670	6.785
promedio anual máximo	1.453	2.127	4.054	5.359	7.038	8.855	6.575	9.988
mínima mensual	111		1409		2617		1953	
máxima mensual		3.217		9.218		13.470		15.382
longitud de serie	61	61	23	23	19	19	55	55
R real	0,47	0,36	0,34	0,44	0,37	0,43	0,30	0,44
R max	1,79	1,79	1,36	1,36	1,28	1,28	1,74	1,74
sequía media: meses	4,54		4,52		5,16		4,53	
sequía máxima	12		11		11		12	
inundación media		2,95		3,83		4,37		5,27
inundación máxima		7		8		8		10

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	evaluación/ aspectos ecológicos	17.6.1996	29.7.2017	12	51

del Magdalena. Estos eventos han sido más frecuentes a partir de 1960. Por esta razón se analizaron por separado para las cuatro estaciones, los datos anteriores y posteriores a 1960.

- El régimen del Magdalena es predominantemente de potamofase.
- En el Magdalena en el período reciente (1961-94) los años secos (de limnofase) son menos frecuentes, la recurrencia de los episodios de sequía es mayor y estos más intensos (niveles más bajos) aunque más cortos que en el período anterior a 1960. La esta-

cionalidad en los dos períodos es alta (ca. 75%).

- También en el período reciente (1961-94), los años húmedos (de potamofase) son más frecuentes, los episodios ocurren con recurrencias ligeramente menores pero con tensiones e intensidades mayores y más estacionales (restringidos a meses particulares) que en el período anterior a 1960, pero son menos estacionales que las sequías.
- El efecto regulador de la planicie aluvial sólo se muestra por la reduc-

ción de la intensidad y tensión de los episodios de potamofase a la entrada de la depresión momposina.

- Los eventos El Niño están operando más sobre el comportamiento de la potamofase que de la limnofase, contrario a lo planteado en la premisa anterior. El ciclo completo (limnofase + potamofase) se hace más impredecible en sus componentes temporales (frecuencia, recurrencia, amplitud y estacionalidad) que en los espaciales (intensidad y tensión).

Tabla 15. Eventos del río y la planicie asociados a los atributos de fftras

tipo de evento asociado al régimen pulsátil	atributo
<b>Limnofase</b>	
exposición de sedimentos en la planicie aluvial	amplitud + intensidad +
colonización de sedimentos expuestos por vegetación herbácea	recurrencia + estacionalidad+
colonización de sedimentos expuestos por vegetación leñosa	amplitud + tensión +
actividad de herbívoros terrestres (mamíferos, insectos) y sus depredadores (carnívoros, carroñeros, insectívoros)	amplitud + intensidad +
incremento de la concentración de nutrientes en lagos de la planicie	amplitud +
aumento de la productividad primaria en lagos de la planicie	amplitud +
estabilidad de bancos y orillares	amplitud + intensidad +
iniciación de las migraciones de peces desde los lagos de planicie hacia el río	intensidad + estacionalidad+
aumento de las concentraciones de carbono orgánico particulado en el río	intensidad +
disminución de la temperatura del agua y aumento del contenido de oxígeno del río	intensidad +
fragmentación de los hábitats acuáticos de la planicie, reemplazo de comunidades reófilas por comunidades limnéticas particularmente invertebrados acuáticos y sus depredadores (otros invertebrados, anfibios)	amplitud + intensidad + tensión -
aumento de los procesos extractivos (pesca, caza, leñateo, madera...)	amplitud + tensión -
establecimiento de explotaciones agropecuarias y de asentamientos urbanos en la planicie	amplitud + tensión + frecuencia -
<b>potamofase</b>	
transporte y depósito de sedimentos en la planicie	intensidad + amplitud +
descomposición de materia orgánica terrestre, acumulación de detritos y aumento de la actividad bacteriana en los sedimentos	intensidad amplitud
reactivación de paleocauces	intensidad +
integración de hábitats acuáticos de la planicie, predominancia de comunidades reófilas	amplitud + intensidad + tensión +
aumento de la concentración de carbono orgánico disuelto en el río	intensidad +
erosión de bancos y orillares	intensidad +
disminución de productividad primaria en lagos de planicie, aumento de la turbidez y disminución de la concentración de nutrientes en el agua	intensidad +
migraciones de retorno de peces a los lagos de la planicie	intensidad + estacionalidad+
abandono de explotaciones agropecuarias y de asentamientos	amplitud + intensidad + tensión +

\* El signo + ó - se refiere al de la correlación estimada o inferida entre el evento y el atributo

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos físicos	17.6.1996	29.7.2017	13	51

## Geología y geomorfología

Por ser la zona una planicie aluvial característica, la geología y la geomorfología están íntimamente ligadas.

Los materiales que conforman esta zona son en su mayoría sedimentos aluviales de edad reciente a subreciente, depositados por la dinámica de los ríos y caños. Las variaciones morfológicas no son bruscas, los cambios en altura o pendiente son sutiles pero muy significativos y determinan la vocación de cada una de estas zonas (portada y foto 1.).

Geomorfológicamente se distinguen en la zona 7 unidades así (mapa 3):

### **S<sub>0</sub> Albardón (planicie de Mompox)**

Es formada por los desbordes de las corrientes, no está sometida a procesos de inundación, se presenta a lo largo del brazo de Mompox y del caño Guataca, se da en ella un alta intervención antrópica por su baja inundabilidad y relativa fertilidad. Es muy estable ante los diversos procesos dinámicos de la planicie.

**B<sub>2</sub> Complejo de ciénagas y playones senescentes.** Esta unidad se encuentra ubicada en la zona central del proyecto, es un complejo de ciénagas, playones, caños y albardones, sometido a constante inundación por procesos de escorrentía e infiltración y en ocasiones por actividad del brazo de Mompox, del cual se encuentra aislada por las vías que funcionan como diques. Estos impiden el paso de la inundación del río hacia las ciénagas en tem-



foto 1. panorámica del área del proyecto (ver portada)

porada de creciente y de los complejos de ciénagas al río en época de estiaje. Esta unidad es muy sensible a las intervenciones antrópicas sobre los procesos de la planicie.

**B<sub>1</sub> Complejo de ciénagas y playones activos.** Esta unidad se encuentra localizada en la parte sur del proyecto. Está conformada por ciénagas, playones, caños y orillares, con una heterogeneidad espacio-temporal muy alta pues está sometida a los procesos de inundación del río por la zona del caño Violo y del brazo La Victoria. Se in-

terviene para manejar la inundación mediante desviación, ruptura y taponamiento de caños. Esta unidad es muy sensible a los diferentes procesos de intervención del ecosistema.

**C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub> Orillares recientes y subrecientes del brazo Mompox.** Aquí se presentan dos unidades diferenciadas por su posición respecto del brazo de Mompox, con características similares y están conformadas por grupos de paleocauces y orillares, asociados a la dinámica meándrica del brazo de Mompox que varían su morfología constantemente, por lo que son unidades muy sensibles a las variaciones en los caudales del brazo.

**B<sub>3</sub> Orillares del caño Guataca.** Esta unidad esta asociada al cauce del caño Guataca, antiguo cauce del río Magdalena. Es un complejo de paleocauces y orillares, no sometidos a procesos morfodinámicos fuertes, por lo que su estabilidad es alta.

**Colinas bajas.** Es una unidad de poca extensión, la más alta del área, nunca está sometida a procesos de inundación. Está conformada por rocas semi-consolidadas y su estabilidad es muy alta frente a los diversos procesos de intervención. Esta unidad no fue incluida en los muestreos porque no hace parte del funcionamiento de la dinámica de la planicie aluvial.



foto 2. interrupción del flujo normal del caño Guataca por terraplén vial y puente

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos físicos	17.6.1996	29.7.2017	14	51

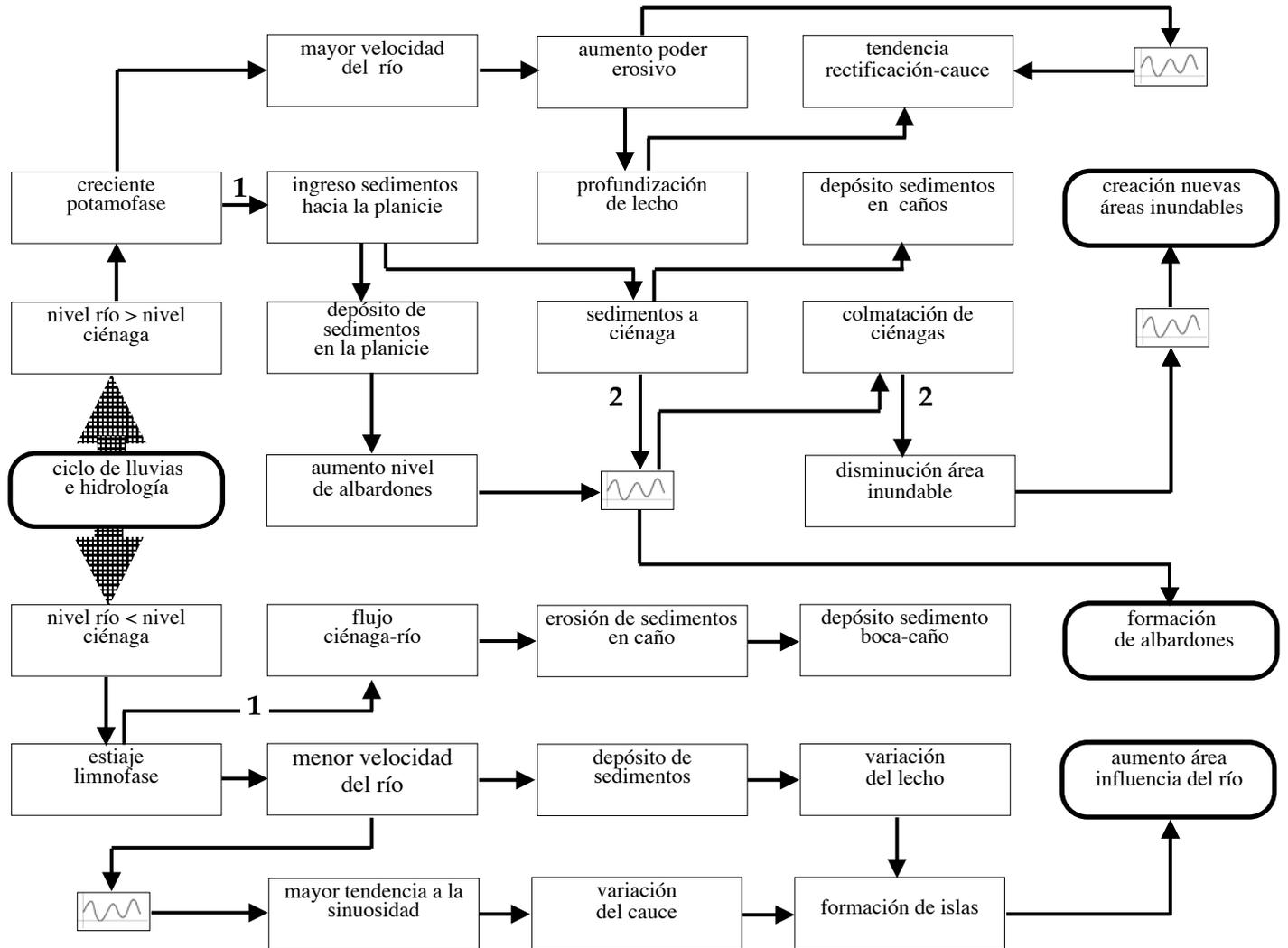


figura 4. procesos geomorfodinámicos fluviales. 1, interrupción de flujo por diques y jarillones longitudinales y transversales. 2, avulsión de caños para acelerar colmatación de ciénagas

Este símbolo representa una función de retardo que indica que los efectos no ocurren al final de un ciclo, sino que requieren muchas iteraciones de éste. v.gr., la formación de un albardón es la resultante de la acumulación paulatina de sedimentos durante los episodios de desborde, es un proceso lento puede tomar muchos años.

Los números sobre las flechas indican las interferencias actuales con los procesos geomorfodinámicos en la planicie aluvial de Mompox, ver detalles en el texto.

La dinámica de la planicie aluvial es alta, se observan cambios en las geofomas en períodos de tiempo cortos (30-40 años), esto se evidencia mediante la comparación diacrónica de fotografías aéreas, observación de variaciones y huellas de cambios, en particular en los paleocauces de los ríos. Para la segunda fase del proyecto se recomienda un estudio detallado de esta dinámica espacio-temporal (foto 2).

### Procesos morfodinámicos

El proceso geomorfodinámico está dominado por los ciclos hidrológicos y de lluvias de la zona., (figura 3.), que afectan el sistema en dos tipos de eventos: con los aumentos o disminuciones de nivel del río en relación con el de las ciénagas.

Cuando el nivel del río es mayor que el de las ciénagas, se inicia una creciente

o potamofase, esto introduce sedimentos a la planicie, los que por un lado se depositan en la planicie aumentando el nivel de los orillares y con el tiempo se forman albardones. Por otro lado algunos de estos sedimentos son introducidos a las ciénagas, las que se colmatan y reducen el área inundable, lo que hace que se creen nuevas áreas inundables.

Durante potamofase también aumenta la velocidad del río con el consecuente aumento del poder erosivo que con el tiempo tiende a rectificar el cauce.

Cuando el nivel de las ciénagas es mayor que el del río, se da estiaje o limnofase. En esta etapa se da un flujo ciénaga-río, el cual erosiona el lecho de los caños y los deposita en las bocan formando pequeños abanicos. En los brazos principales en limnofase disminuye el caudal del río y su velocidad, se de-

positan sedimentos, aumenta la tendencia a la sinuosidad y por lo tanto aumentan las áreas de orillares.

### Situación actual

La condición natural descrita se encuentra intervenida en la actualidad de diferentes maneras: tanto para impedir la inundación, como para drenar rápidamente las áreas inundadas. Para impedir la entrada de agua a la planicie se construyen diques paralelos al curso del río y transversales a la red de drenaje de la planicie y perimetrales a ésta (v. gr., los terraplenes viales) y se taponan las bocan de los caños (1 en la figura 4.).

Otra forma de intervención es el *abonamiento* mediante la apertura de caños hacia las ciénagas para acelerar su colmatación y disponer de nuevas áreas para pastos (2. en la figura 3.).

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	15	51

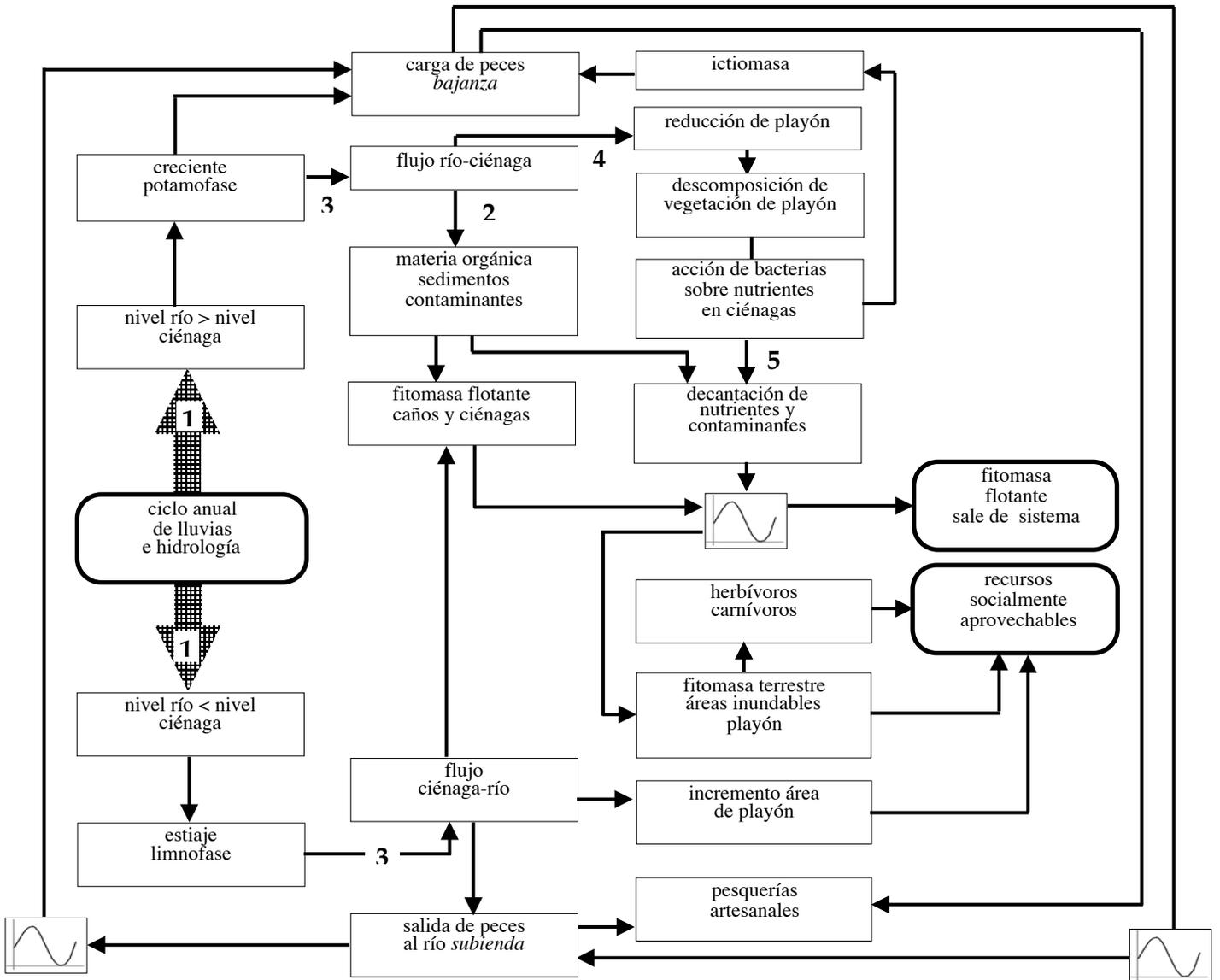
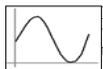


figura 5. funcionamiento actual de la planicie de inundación de Mompox



Este símbolo representa una función de retardo que indica que el efecto no ocurre en la fase actual del ciclo (limnofase o potamofase) sino en la fase inmediatamente siguiente. v. gr. la decantación de nutrientes en los playones, que ocurre en la potamofase, sólo es incorporada a la vegetación terrestre en la limnofase siguiente. Los números representan alteraciones actuales al funcionamiento natural, ver detalles en el texto.

## Aspectos biológicos

### Funcionamiento natural de la planicie aluvial

El diagrama base para el entendimiento del funcionamiento natural de la planicie de inundación de Mompox se presenta en la figura 4. Inicialmente la planicie se encuentra sometida al régimen hidrológico, el cual demarca dos situaciones características: el período lluvioso, con aumentos del nivel de las aguas, aportes de aguas del río a la planicie y sus ciénagas y caños; recíprocamente el período seco, conlleva la progresiva desecación de los distintos cuerpos de agua y a su relativo aislamiento, debido al flujo de las aguas hacia el río como elemento mayor del drenaje natural.

En las dos situaciones se involucra la entrada y salida de agua, lo que implica el movimiento de sedimentos, nutrientes y organismos asociados.

Inicialmente durante la potamofase se produce la inundación que permite la entrada de nutrientes y peces hacia las ciénagas, lo que enriquece estos sistemas. Ello conlleva la reducción de playones y la descomposición de su vegetación, con aporte de nutrientes en forma de limos al fondo y como alimento (limos, bacterias e invertebrados) a la ictiofauna.

Una vez se presenta el descenso en el nivel del agua en el río, las aguas comienzan a ser drenadas desde las ciénagas hacia éste, lo cual induce la salida de ictiofauna (subienda), se reduce

el espejo de agua y aparecen los playones fertilizados, cuya vegetación latente comienza a renacer, ésta es aprovechada por la fauna desplazada durante las aguas altas.

### Interferencias actuales sobre el funcionamiento de la planicie

Actualmente la dinámica natural está alterada por los siguientes procesos, indicados por un número, figura 4.

1. *contaminación*: el río transporta contaminantes por las descargas de las industrias y de las poblaciones ubicadas a lo largo de su gran cuenca.
2. *exceso de sedimentos*: el río está sobrecargado de sedimentos producto de la erosión y deforestación tanto en su tramo alto como en los de sus afluentes.

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	16	51

3. *taponamiento de caños*: en forma natural por excesos de sedimentos y adicionalmente por acciones antrópicas como la construcción de terraplenes para vías, la obstrucción de pasos y alcantarillas y la desviación o cierre directo de las bocanas.

4. *desección de zonas inundables*: mediante la construcción de diques y jarillones se aíslan playones de sus ciénagas y caños.

5. *colmatación de ciénagas*: se favorece la entrada de sedimentos mediante la ampliación de bocanas de caños a ciénagas e incluso construyendo canales o *chorros* para inducir el *abonado*,

#### Macrohábittats

El ciclo de sequía-inundación conlleva en el ambiente a una dinámica de cambios en la vegetación y la aparición y desaparición de hábitats, a los cuales

se hallan asociadas las diferentes especies faunísticas.

Dadas las pocas diferencias tangibles en campo entre las unidades y subunidades geomorfológicas previamente definidas, así como observaciones en cuanto a la cobertura vegetal típica y el papel de la inundación y sus efectos, se delimitaron grandes unidades-hábitats (macrohábitats) descritos en la tabla 3 y ubicados en el mapa 3. É-

Tabla 3. Leyenda del mapa 3. caracterización general de los macrohábitats de la isla de Mompox (unidades geomorfológicas)

macrohábitat	geomorfología	estado red hídrica	paisaje	poblamiento	poblados típicos	tenencia de la tierra	actividades económicas	uso del territorio
<b>B1</b> orillares recientes del brazo de Mompox	<ul style="list-style-type: none"> <li>sometido a inundación periódica, asociada a dinámica del brazo Mompox</li> <li>con cauces abandonados retomados en aguas altas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>intervención media</li> <li>caños taponados, con un dique longitudinal (vía) que impide el paso de la inundación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>fragmentos de bosque y claros asociados</li> <li>rastrojo bajo, áreas encharcadas, fangosas con vegetación flotante</li> <li>caños en estiaje, de sustrato limoso con vegetación emergente, bordes con vegetación herbácea, arbustiva o arbórea</li> <li>áreas en regeneración natural con pastizales y vegetación arbustiva, encharcadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>predomina baja-dispersa</li> <li>en menor proporción nucleada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>aislado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mediana y pequeña</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ganadería</li> <li>rastrojos</li> <li>frutales</li> </ul> <p>localizados</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>pancoger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>privado</li> </ul>
<b>C1</b> complejo ciénagas y caños activos	sometida a sequía e inundación, dinámica en espacio y tiempo presenta caños ciénagas y playones, ligada directamente a la actividad del río	Caños intervenidos por diques transversales y bloqueo de bocanas, ruptura de caños para colmar las ciénagas (abonamiento)	<ul style="list-style-type: none"> <li>manchas de bosque y áreas de rastrojo alto o pastizales a borde de ciénaga o caño</li> <li>pastizales y rastrojo bajo distanciados en su mayoría de cuerpos de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>muy bajo-disperso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dispersos</li> <li>temporales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>latifundio</li> <li>comunal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ganadería</li> <li>caza</li> <li>pesca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>comunitario</li> <li>privado</li> </ul>
<b>C2</b> complejo ciénagas y playones senescentes	sometido a inundación periódica, separada de la dinámica del río por la carretera, heterogénea en espacio y tiempo por su dinámica	intervención, con diques, rectificación de caños, vías impiden el drenaje y propician la formación de zonas pantanosas por tener pocas alcantarillas, que están taponadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>compuesto por pastizales o rastrojo bajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>despoblado</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>latifundio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ganadería</li> <li>caza</li> <li>pesca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>comunitario</li> <li>privado</li> </ul>
<b>B2</b> orillares subrecientes del brazo de Mompox	Sometido a inundación periódica, asociada a la dinámica del brazo Mompox, presenta cauces abandonados retomados en aguas altas	Los drenajes se encuentran muy intervenidos, por diques perimetrales y transversales para impedir y/o desviar la inundación	<ul style="list-style-type: none"> <li>fragmentos de bosque sobre suelos secos o alrededor de charcas o pantanos con vegetación litoral emergente, limnética flotante y bordes con vegetación arbórea, cuando hay rastrojo es alto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>muy baja y dispersa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>aislado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>latifundio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ganadería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>privado</li> </ul>
<b>B3</b> orillares del caño Guataca	Sometido a inundación periódica, se encuentran rasgos de antiguos cauces	Caños intervenidos por diques, retrabajados por el arado de las zona par siembra de pastos, perdiéndose cauces	<ul style="list-style-type: none"> <li>fragmentos de bosque, rastrojo bajo en su mayoría aborde de río y pastizales en terreno seco o a borde de caños o asociados a áreas encharcadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>alta y nucleada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Santa Helena</li> <li>Porvenir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>minifundio</li> <li>mediana</li> <li>latifundio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ganadería</li> <li>agricultura transitoria y permanente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>privado</li> </ul>
<b>So</b> Albardón	Unidad alta, no inundable en inundación normal, se encuentra a lo largo de brazo de Mompox y caño Guataca	Los caños que atraviesan esta unidad se encuentran taponados por diques transversales en las bocanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>mosaicos que incluyen manchas de bosque a lo largo de caños; pastizales y rastrojo bajo y alto frecuentemente asociados a borde de ciénagas o bajos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>alta y nucleada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mompox</li> <li>Margarita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>minifundio</li> <li>mediana</li> <li>latifundio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ganadería</li> <li>agricultura transitoria y permanente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>privado</li> </ul>

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/ aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	17	51

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	18	51

tos son el punto de partida para la evaluación de la biodiversidad en el área de estudio.

La metodología para la evaluación y cálculo la biodiversidad es la propuesta en Neotrópicos, 1996, basada en el concepto de *isla-habitat* derivado de la teoría de biogeografía insular de MacArthur-Wilson (ver referencias en Neotrópicos, 1996).

El principio fundamental de este enfoque es el cálculo del valor esperado de biodiversidad de un hábitat determinado con base en la tasa de acumulación de especies en un muestreo, mediante la ecuación de la *curva de especies-área*. La tasa es función de la riqueza real del hábitat y no del esfuerzo de muestreo, de tal manera que se pueden hacer comparaciones espaciales y temporales inter- e intra-habitats aunque los tamaños de las muestras sean diferentes.

La forma general de la ecuación de la curva de especies - área es:

$$S = c AZ$$

donde:

- S = número de especies presentes u observadas
- A = área del hábitat o área muestreada
- z = constante, pendiente de la curva
- c = constante, depende de la unidad básica de área utilizada

Las evaluaciones se consignan en gráficas, con las observaciones representadas por puntos y los valores esperados por extrapolación de la ecuación de regresión mediante líneas para cada macrohábitat. Los ejes de las gráficas son logarítmicos para que todos los puntos de una curva dada muestren la misma pendiente.

## Flora

tabla 4 Información general muestreo flora

parámetro	unidad de vegetación						
	bosque secundario (> 10 cm dap)	regeneración bosque	rastrajo alto (> 5 cm dap)	regeneración rastrajo alto	rastrajo medio (3-10 m altura)	rastrajo bajo (1,5-3 m de altura)	pasto enmalezado (< 1,5 m altura)
número de parcelas	16	14	7	7	2	3	16
área parcela, m <sup>2</sup>	100	25	100	25	50-100	25	13
área muestreada, m <sup>2</sup>	1.600	350	700	175	150	75	200
número de familias	15	27	12	16	16	23	23
número de especies	26	69	21	35	17	27	74
árboles	20	45	17	13	9	8	15
palmas	4	6	3	1	1	2	1
arbustos		6		6	1	4	8
bejucos	2	4	1	4	2	6	13
enredaderas					1	4	9
hierbas		3		2	2	8	26

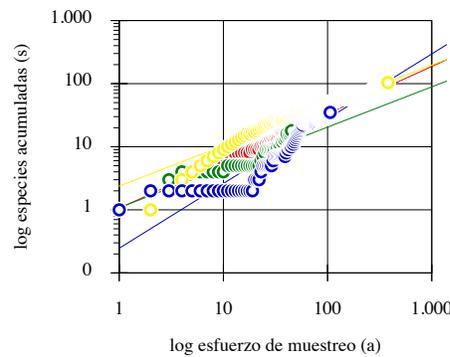


figura 5. diversidad de vegetación nativa por tipo de cobertura

unidad	ecuación	r	O (°)	ε (-)	n
bosque secundario	s = 1,06a <sup>0,75</sup>	0,99	28	103	74
rastrajo alto	s = 1,08a <sup>0,64</sup>	0,93	18	54	45
rastrajo bajo	s = 0,25a <sup>1,03</sup>	0,93	35	131	106
pasto enmalezado	s = 2,38a <sup>0,64</sup>	0,97	104	118	380

## Diversidad

Se muestrearon 3.250 m<sup>2</sup> con vegetación nativa en 19 sitios, mediante parcelas con área diferencial, de acuerdo con el tamaño de la vegetación y el tipo de macrohábitat (tablas 4 y 5).

**Comparación por coberturas.** La diversidad de especies es mayor en el rastrajo alto que en el bosque secundario, y mayor en los pastos enmalezados que en el rastrajo bajo (figura 5). Esta situación se explica por el alto grado de alteración de bosques tanto en composición como en estructura, causada por el uso intensivo de recursos: madera, leña, medicinas, materiales para construcciones, ramoneo de ganado, entre otros. En la isla de Mompox, inclusive en el área de estudio, no se encuentran restos de bosque primario; desde la colonia esta zona ha sido objeto de un uso intensivo de recursos naturales.

En cuanto a pastos enmalezados, la

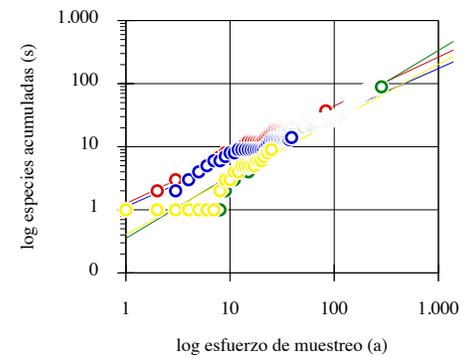


figura 6. diversidad de vegetación nativa por macrohábitat

unidad	ecuación	r	O (°)	ε (-)	n
C1	s = 1,26a <sup>0,77</sup>	0,99	37	125	83
S0	s = 0,35a <sup>0,10</sup>	0,98	89	128	284
B2	s = 1,12a <sup>0,73</sup>	0,96	14	86	39
B3	s = 0,41a <sup>0,90</sup>	0,91	9	85	25

mayor diversidad está correlacionada con una mayor área de muestreo y con el registro de la vegetación menor (más especies por unidad de área). En el bosque y rastrajo alto predominan especies arbóreas mientras que en pastos y rastrajo bajo dominan especies herbáceas y arbustivas.

**Comparación por macrohábitats.** La biodiversidad de la vegetación nativa por macrohábitat es mayor en S<sub>0</sub> y C<sub>1</sub> y menor en B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub> (figura 6). Esta situación se explica por el mayor número de mosaicos de diferentes coberturas en las dos primeras unidades (bosque, rastrojos, pastos) y por la mayor área muestreada (tabla 5).

La mayor diversidad de especies vegetales se encontró en el macrohábitat S<sub>0</sub> a pesar de corresponder a la zona de uso más intensivo del suelo (cultivos y pastos), debido a que los suelos más profundos y menos inundables son un ambiente más favorable para el desarrollo de vegetación y por las existencia de barbecho (descanso de tierras cultivadas).

Le sigue muy de cerca la unidad C<sub>1</sub>, correspondiente a grandes manchones de bosque secundario y rastrajo alto, que aún se conservan, más por su difi

tabla 5. área muestreada por macrohábitat

macrohábitat	bosque secundario	regeneración bosque	rastrajo alto	regeneración rastrajo alto	rastrajo medio	rastrajo bajo	pasto enmalezado
C <sub>1</sub>	300	75	200	50	50		50
S <sub>0</sub>	800	200	400	100	100	75	100
B <sub>2</sub>				25			50
B <sub>3</sub>	500	75	100				

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompo, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	19	51

cil acceso (bosques de galería a lo largo de los caños) que por la protección dada a ellos por la población.

Los valores obtenidos (número de especies por unidad de área) difieren de los registrados por diferentes investigadores en bosques tropicales (54 especies arbóreas en 100 m<sup>2</sup>, 17 en rastrojo medio y 27 en rastrojo bajo, Gentry, 1996). La diversidad del bosque secundario para la zona del pro-

yecto es menor, y mayor la de rastrojos medio y bajo. Esto indica una vez más el alto grado de alteración del bosque por causas antrópicas.

### Importancia de la flora

La importancia de la vegetación nativa presente en la zona de estudio, radica en el alto grado de utilización que los pobladores locales hacen de las diferentes especies, ver tabla 10, para un

sin número de aplicaciones, entre las cuales sobresalen el aprovechamiento de compuestos activos de las plantas para el tratamiento de dolencias y enfermedades, y como combustible (leña) y estacones. Igualmente la vegetación nativa actual sirve para el sustento de un gran número de especies de fauna dependen de los productos del bosque y la vegetación herbácea.

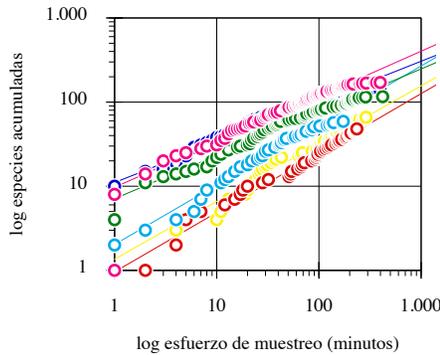


figura 8. diversidad fauna total/macrohábitat

hábitat	ecuación	r	O (°)	ε (-)	n
B1	$s = 2,03a^{0,71}$	0,99	58	78	173
B2	$s = 0,96a^{0,71}$	0,99	47	45	235
B3	$s = 7,11a^{0,51}$	0,99	111	159	420
C1	$s = 11,05a^{0,48}$	0,96	134	196	395
C2	$s = 1,36a^{0,69}$	0,99	66	67	289
S0	$s = 9,36a^{0,54}$	0,98	163	245	245

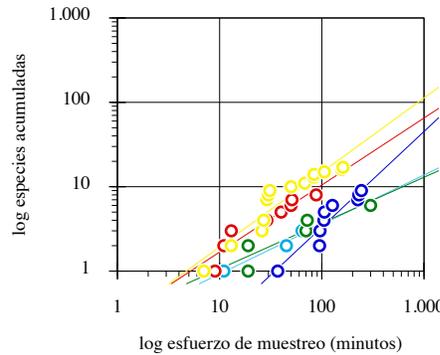


figura 9. diversidad de anfibios/macrohábitat

hábitat	ecuación	r	O (°)	ε (-)	n
B1	$s = 0,24a^{0,59}$	0,94	3	3	64
B3	$s = 0,27a^{0,79}$	0,94	8	9	88
C1	$s = 0,30a^{0,54}$	0,91	6	7	300
C2	$s = 0,02a^{1,13}$	0,94	9	9	244
S0	$s = 0,25a^{0,88}$	0,99	17	22	161

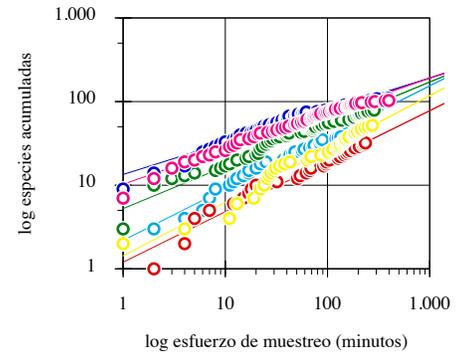


figura 10. diversidad de aves por macrohábitat

hábitat	ecuación	r	O (°)	ε (-)	n
B1	$s = 2,19a^{0,62}$	0,99	38	45	135
B2	$s = 1,20a^{0,60}$	0,98	32	32	235
B3	$s = 5,25a^{0,50}$	0,97	79	91	286
C1	$s = 13,44a^{0,38}$	0,98	109	134	395
C2	$s = 1,43a^{0,64}$	0,98	52	52	275
S0	$s = 10,28a^{0,42}$	0,99	103	129	398

## Fauna vertebrada terrestre

### Diversidad

El ciclo de estío-inundación conlleva en el ambiente a una dinámica de aparición y desaparición de hábitats.

Macrohábitats muestreados inundables y que al momento presentaban terrenos sin lámina de agua presentaron tendencia a una mayor biodiversidad general de fauna asociada (figura 8, curva B<sub>1</sub>).

La oportunidad de aprovechamiento de recursos que no están disponibles en época de inundación, induce a la fauna vertebrada a la ocupación de éstos hábitats temporales, que a su vez se autoregulan cuando se invierte el fenómeno hidrológico.

Cabe esperarse que el movimiento de fauna esperado más factible sea hacia ambientes similares que por alguna razón no puedan ser ocupados temporalmente, y una diversidad similar si tal condición no se presenta, como se puede observar si se compara la curva B<sub>1</sub> con S<sub>0</sub>, que presentan similitud en cuanto a ecotonos presentes relacionados con caños o ciénagas.

Desde otro punto de vista, los albardones sometidos a inundación periódica (B<sub>1</sub>), se constituyen en las áreas menos presionadas antrópicamente, lo que los hace más apetecibles para la fauna vertebrada terrestre (incluso aves).

Esto hace pensar que un cambio en la direccionalidad de ésta condición, conlleva un aumento del deterioro de

la diversidad de fauna local, como se puede observar al comparar la curva correspondiente a áreas de ciénagas y playones en proceso de colmatación y desecación o abonamiento, v.gr., C<sub>2</sub> y B<sub>1</sub>. Los albardones establecidos, B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub>, son las áreas más propensas a la antropización, puesto que son las menos factibles a inundación, lo que afecta negativamente su biodiversi-

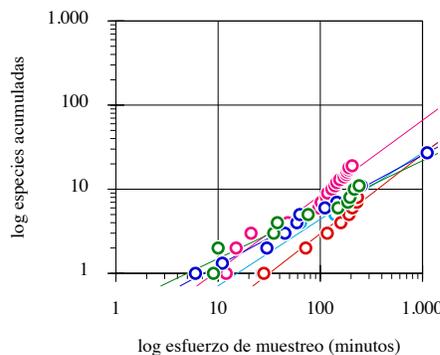


figura 11. diversidad mamíferos/macrohábitat

hábitat	ecuación	r	O (°)	ε (-)	n
B1	$s = 0,12a^{0,79}$	0,93	7	7	173
B2	$s = 0,04a^{0,94}$	0,98	8	7	231
B3	$s = 0,39a^{0,58}$	0,97	11	10	240
C1	$s = 0,27a^{0,65}$	0,99	11	10	252
S0	$s = 0,14a^{0,90}$	0,98	19	16	205

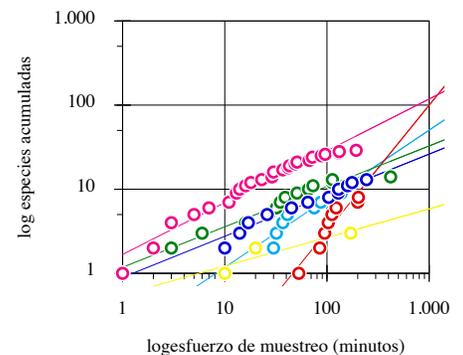


figura 12. diversidad de reptiles/macrohábitat

hábitat	ecuación	r	O (°)	ε (-)	n
B1	$s = 0,18a^{0,82}$	0,93	9	10	138
B2	$s = 0,003a^{1,50}$	0,94	8	9	203
B3	$s = 1,18a^{0,48}$	0,98	14	22	420
C1	$s = 0,89a^{0,49}$	0,99	13	13	244
C2	$s = 0,56a^{0,34}$	0,91	3	3	171
S0	$s = 1,68a^{0,62}$	0,98	29	43	193

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	20	51

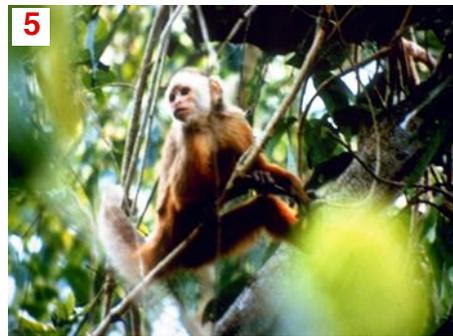


foto 3. Fauna típica de la isla de Mompox

1. serpiente *Chironius carinatus* y tigrillo, *Leopardus tigrinus*
2. monos aulladores, *Alouatta seniculus*
3. iguana, *Iguana iguana*
4. bebehumo, *Busarellus nigricollis*
5. cariblanco, *Cebus albifrons*
6. tortuga, *Chrysemis scripta*
7. garcípola, *Florida caerulea*
8. yuyos, *Phalacrocorax olivaceus*

dad, como efectivamente está ocurriendo.

En la fauna que depende del espejo de agua en algún estadio de su ciclo reproductivo (figura 9), debe esperarse, como se observa con la curva  $C_1$ , una mayor diversidad en ecotonos con espejo de agua todavía persistente, esperándose que la pendiente de áreas similares en proceso de degradación ( $C_2$ ) sea menor, como se observa al comparar éstas dos curvas.

$B_3$ , por el grado de presión antrópica, siguen siendo el área más pobre en organismos.

La situación de la diversidad de fauna en general se refleja nuevamente en la diversidad de aves en particular (figura 10), que encuentra temporalmente en los ecotonos asociados a  $B_1$  un recurso que decrece en la medida que desaparece la asociación de los ecoto-

nos con el agua.

La figura 11 (mamíferos), es una variación de la condición general (en este caso  $S_0$  es más diversa que  $B_1$ ), aunque en esencia no cambia la hipótesis propuesta, puesto que en todo caso hay similitud temporal de los ecotonos de éstas dos unidades de macrohábitat, así que lo que se esté reflejando es la distribución del espacio en beneficio de la disminución de competencia inter-especie (debe tenerse en cuenta que si bien  $S_0$  se refiere a planicie no inundable, la documentación se hizo en ecotonos asociados a caños y ciénagas, por lo que la primera condición no afecta la comparación).

La curva  $B_3$  y  $C_1$ , siguen presentando la menor diversidad, apoyando la hipótesis propuesta con la gráfica 1 y aceptándose en las figuras 8 y 9.  $C_2$

presenta ausencia de mamíferos.

El mismo efecto de distribución espacial diferencial se observa en la figura 12 (reptiles) comparada con las otras gráficas, donde  $B_2$  en este caso provee las mejores condiciones temporales de aprovechamiento de recurso.

La condición de  $C_2$  en éste grupo, reflejando en todos los casos, junto con  $B_3$ , el colapso de los hábitats que contienen por fragmentación continua de los mismos, lo que en otras palabras significa la extinción local de fauna vertebrada asociada.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	21	51

## Hábitats y organismos acuáticos

### Status limnológico

El diagnóstico de los hábitats acuáticos de la planicie aluvial de la isla de Mompox y del área del proyecto se realizó con base en observaciones y muestreos físicos, químicos y biológicos durante el período abril-mayo de 1996, época de transición entre el estiaje y el primer período lluvioso del año., época correspondiente al final de la limnofase.

En este informe se reportan y analizan en profundidad los resultados de los muestreos físicos, químicos y bacteriológicos de los diferentes cuerpos de agua. Sobre el bentos sólo se hace una evaluación cualitativa, las muestras, ca. 70, están almacenadas para su determinación taxonómica. Igualmente se almacenaron 12 muestras de sedimentos de varios cuerpos de agua para caracterización química posterior.

Los resultados obtenidos en este estudio, en particular los relacionados con las concentraciones de metales pesados y nutrientes, se comparan con los datos de la escasa literatura limnológica del Magdalena, dos trabajos son particularmente valiosos:

- Ruiz (1992), quien reporta un amplio estudio del Himat (hoy Ideam) de tres años a lo largo del Magdalena desde Neiva hasta Barranquilla.
- Arias (1985), sintetiza información de las principales ciénagas del medio y bajo Magdalena, levantada por el proyecto Inderena-FAO (1974-79).

Con el objeto de contextualizar la información sobre metales pesados producida por este estudio y ante la usencia de datos comparativos sobre el Magdalena, se citan los rangos de concentraciones de dichos iones en diferentes reservorios (suelos, sedimentos, aguas dulce, plantas y animales acuáticos y terrestres...) compilados por Bowen (1956, 1979) quien compiló y sintetizó la extensa literatura internacional sobre este tema (más de 1.500 referencias). Estas comparaciones no deben tomarse como estándares internacionales sino como simples indicadores de lo que ocurre en sistemas u organismos análogos, es decir tiene un propósito exclusivamente heurístico.

**Muestreos.** Para la zona de estudio se muestrearon un total de 26 sitios, incluyendo los brazos de Mompox y

de Loba, el complejo de ciénagas al sur de Guataquita, externas, el caño Guataca y las ciénagas internas, es decir, las ubicadas entre el brazo de Mompox y el caño Guataca (ver tablas 6. y 7.).

### Ciénagas internas

Durante la fase de campo, los niveles fueron bajos, tomados en las ciénagas internas, Orellano, La Pedregosa, Agudelo, Pundungo; reducidos espejos de agua y grandes áreas de vegetación flotante (tapón) que favorecen el aislamiento del espejo de agua y hacen difícil la pesca. La aguas eran negras, de altas transparencias, alrededor del 50 % de la columna de agua.

Debido a prolongadas sequías (hace dos años), algunas de éstas ciénagas internas se desecaron en gran extensión, por lo cual sus fondos aun hoy son duros.

La temperatura superficial del agua estuvo entre los 27,5 y 35,3 °C, la mayoría de los valores fueron mayores al correspondiente de la temperatura ambiental debido a que las mediciones se realizaron después de las 11 am.

El pH es en la mayoría de los casos ligeramente menor a la neutralidad, entre 6,6 y 7,9, valores normales considerando el rango 5 a 9 citado por Roldán (1992) para las ciénagas del Magdalena.

La conductividad se presenta entre 106,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 172,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , considerados dentro de los valores normales para el las ciénagas de Colombia, entre los 82 y 280 (Arias, 1985). Se registraron valores extremos en dos pozas más aisladas y prácticamente cubiertas de vegetación flotante y emer-

gente (Raizal y de los Ponches), con 332,3 y 223,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivamente.

En cuanto al oxígeno, los valores están entre 1.2 y 11,0 mg O<sub>2</sub>/l. Aunque el promedio de saturación es casi 100 %, la ciénaga La Pedregosa y la poza Los Ponches fueron los cuerpos de agua con niveles bajos, 33 % de saturación, ello indica altas tasa de descomposición de materia orgánica dada la gran cobertura vegetal que presentan. Igualmente, Arias (1985), reporta un rango amplio, 0,3 a 10,6 mg/l con un promedio de 4,74 mg O<sub>2</sub>/l

Salvo el fósforo que se presenta en concentraciones que triplican el promedio de 0,6 mg P/l para las ciénagas del bajo Magdalena, los restantes nutrientes (NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub> y NH<sub>4</sub>.) presentaron bajos niveles respecto a los frecuentes citados por Roldán (1992).

Tanto la alcalinidad total como la dureza total, se muestran dentro del rango común a las ciénagas del país, entre 36 y 77 mg/l y 36 y 68 mg CaCO<sub>3</sub>/l respectivamente (Arias, 1977, citado por Arias, 1985)

### Ciénagas externas

Las ciénagas externas a la zona del proyecto, Terronal (Uvero), Morón, Vizcaína, Los Troncos y del Medio (las últimas tres del complejo Juan Torres), presentan espejos mayores con aguas blancas, cuyas menores transparencias varían en relación con la distancia a las entradas de agua, grandes caños y brazos del río, entre el 8,2 y 27 % de la columna. Los fondos fueron predominantemente limosos, foto 4.

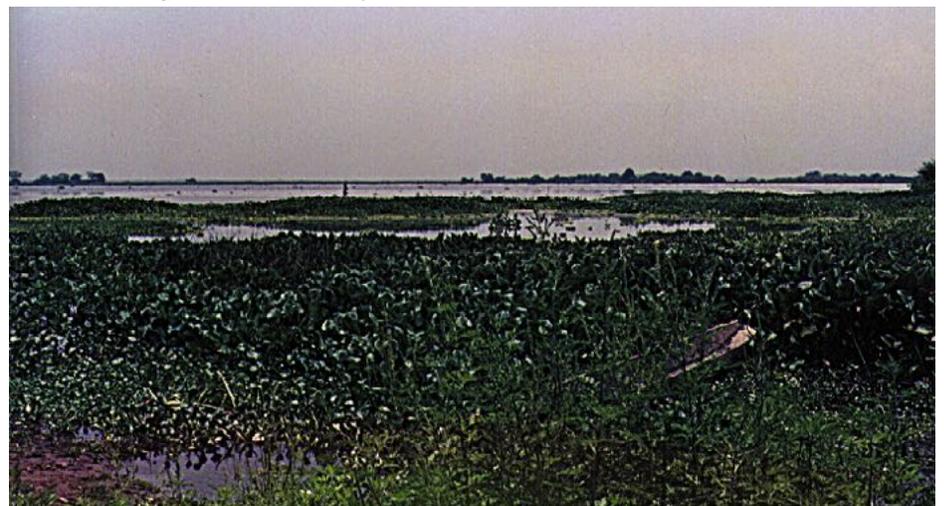


foto 4. aspecto general de las ciénagas externas (Terronal, Uvero)

Tabla 6 parámetros fisicoquímicos completos de aguas de algunos de los sitios muestreados entre 26.04. y 20.05.96

proyecto		temática		creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego		diagnóstico/aspectos biológicos		17.6.1996	29.7.2017	22	51

Parámetro físico-químico	caño Mundo al Revés	cañeta Vizcaina	Poza La Otra Orilla del mar	Brazo Mompox	caño Corredor	caño Guataca	cañeta Menchiquejo	cañeta Orellano	cañeta Agudelo	cañeta La Pedregosa	cañeta Terronal	máximo valor aguas dulces <sup>1</sup>	máximo valor admisible 2	máximo valor admisible 3	norma riego 4	rango modal <sup>5</sup>
Zona (Tu, Re, Lt, Lm)	E12 limnética	E8 litoral	E9 limnética	E14 turbulenta	E22 remanso	E25 remanso	E26 limnética	E16 limnética	E18 limnética	E21 limnética	E23 limnética					
Fondo (Ar, Pe, Fa)	fangoso	fangoso	fangoso	arenoso	fangoso	fangoso	fangoso	pedregoso	pedregoso	pedregoso	pedregoso					
Color (blancas, claras, negras)	blancas	blancas	negras	blancas	negras	negras	negras	negras	negras	negras	blancas					
Profundidad promedio (cm)	110	110	120	70	81,7	250	91,7	85	100	98,3	136,7					
Transparencia (cm)	5	30	70	4,3	51,7	35	43,3	58,3	43,3	45	15					
Transparencia (% de la columna)	4,5	27,3	58,3	7,5	65,6	14,4	47,9	69,2	43,4	46,4	15,5					
Temperatura ambiente (°C)	30,5	32,2	32,7	30,9	32,8	31,1	32,8	33,5	32,8	34,5	30,1					
Temperatura del agua (°C)	30,5	34,4	32,1	29,6	29,1	29,3	35,3	32,5	34,9	32,7	30,7					
pH ( <i>in situ</i> )	7,65	7,41	6,86	7,8	6,5	6,67	7,9	7	6,81	6,92	8,02				5 a 9	
Potencial oxido-reducción (mV)	-12	1	-2	-22	54	46	-25	27	38	40,5	34					
Conductividad ( $\mu$ Siemens/cm)	148,4	161	152,5	171,8	129,3	116,5	142,9	172,5	109,5	123,6	154,2				150-280	
Oxígeno disuelto (mg O2/l ó ppm)	7,7	8	6,2	7,5	2	2,8	9,4	10,4	6,6	2,4	12,6		mín. 4			
Porcentaje de saturación (%)	101,9	113,2	84,9	98,8	26,4	36,6	135,3	142,7	95,5	33,4	168,7					
pH (laboratorio)	7,71	7,59	7,62	7,78	6,84	6,96	7,55	7,01	7,2	7,28	7,92		5-9	6,5 - 9,0	4,5 - 9,0	
Turbiedad (N.T.U.)	585	38	11	571	23	42	24	7	12	18	224			5	-	70-300
Alcalinidad total (mg/l)	59	73	81	58,5	68	54,5	77	46	56	36	63			30 - 150	-	-
Dureza total (mg CaCO3/l)	82	74	82	80	76	42	68	36	45	54	84		250	250	250	10-15
Cloruros (mg Cl/l)	7,25	6,99	0,5	8,99	9,25	8	1,5	4,5	4,7	5,6	1,75		400	250	250	11-25
Sulfatos (mg SO4/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd					
Nitritos (mg NO2/l)	<0,01	0,014	0,022	0,024	0,029	0,033	0,033	0,069	0,029	0,027	0,022			0,1	-	-
Nitratos (mg NO3/l)	0,94	0,012	0,167	0,393	0,369	0,262	0,262	0,214	0,226	0,202	0,226		10	45	-	0,2-2,5
Nitrogeno amoniacal (mg/l NH4/l)	0,468	0,44	0,496	0,312	0,851	0,922	0,766	0,78	0,766	0,823	0,241		1	-	-	0,4-0,8
Fosfatos (mg/l)	<0,01	<0,01	1	<0,01	2,15	1,76	1,49	1,63	2,03	1,95	1,73			-	-	0,55-0,6
Silíce (mg SiO2/l)	0,165	0,055	7,71	0,165	7,05	5,98	6,89	5,13	4,25	4,88	6,28			-	-	6,5-12,0
Sólidos totales (mg/l)	1,245	1,56	145	686,6	175	190	235	100	110	100	126			500	-	-
Sólidos disueltos (mg/l)	180	133	135	133,3	160	170	215	160	170	215	100			-	-	10-200
Sólidos suspendidos (mg/l)	1,065	2,3	10	553,3	15	20	20	10	10	10	26			-	-	-
Sólidos sedimentales (mg/l)	1,6	0,16	0,2	0,6	0,03	0,4	0,08	0,3	0,02	0,1	0,02			-	-	-
Cadmio (mg Cd/l)	<0,001	<0,001	<b>0,027</b>	<0,001	<b>0,026</b>	<b>0,024</b>	<b>0,027</b>	<b>0,028</b>	<b>0,027</b>	<b>0,025</b>	<b>0,028</b>	0,003		0,005	0,01	
Zinc (mg Zn/l)	<0,001	<0,001	0,022	<0,001	0,017	0,012	0,031	0,026	0,036	0,02	0,051	0,1		10	2	
Cobalto (mg Co/l)	<0,001	<0,001	0,01	<0,001	0,003	0,01	0,009	0,009	0,012	0,01	0,012	0,008		-	0,05	
Cobre (mg Cu/l)	0,015	<0,001	0,008	0,024	0,003	<0,001	<0,001	0,003	0,005	<0,001	0,005	0,03		1	0,2	
Cromo (mg Cr/l)	0,026	<0,001	0,032	0,041	0,015	0,019	0,02	0,021	0,023	0,026	0,028	0,006	0,05	0,05	0,1	
Hierro total (mg Fe/l)	<b>26,8</b>	0,079	1,82	<b>34</b>	3,41	0,87	4,89	0,079	<b>26,8</b>	<b>34</b>	3,78	1,4	0,3	0,3	5	0,8-6,0
Manganeso (mg Mn/l)	<b>0,25</b>	0,018	0,088	<b>0,3</b>	0,16	0,087	0,04	0,049	0,16	0,11	0,073	0,13	0,15	0,1	0,2	
Plomo (mg Pb/l)	0,11	<0,001	0,017	<0,001	0,034	0,012	0,034	0,035	0,036	0,01	0,045	0,12	5X10 <sup>-5</sup> 2a	0,05	5	
Aluminio (mg Al/l)	2,15	<0,1	<0,1	3,7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,5	0,2	0,2	5	
Mercurio (mg Hg/l)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,0028	6X10 <sup>-6</sup> 2a	0,001	-	
N. P. Coliformes totales / 100 ml	1.600	141		>2.400		>2.400								<2/100ml	5.000	
N. P. Coliformes fecales / 100 ml	348	<2		920		>2.400								<2/100ml	1.000	

1 Bowen (1979) 2 Forero et al., (1986) 3 Comare (1994) 4 Ministerio de Salud (1984) 5 Roldán (1992)

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	23	51

La temperatura superficial en estas aguas está entre 30,3 y 34,4 °C, en la mayoría superior a la ambiental.

El pH entre 6,9 y 8,0, caracteriza estas aguas como ligeramente alcalinas, con un promedio 7,5 similar al citado por Arias (1985) para las ciénagas colombianas.

Las conductividades están entre 149,3 y 154,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , no alejadas de los valores característicos de la zona.

Los tenores de oxígeno están entre 6,2 y 12,6 mg O<sub>2</sub>/l, con una saturación promedio mayor al 100 %. Dado su tamaño y mayor dinámica estas ciénagas presentan una mayor superficie de

intercambio atmosférico y frecuencia en la renovación de aguas lo que favorece su oxigenación.

Los tenores en los nutrientes nitrogenados y fósforo, fueron igualmente bajos respecto a los característicos de las ciénagas, salvo el fósforo que fue 2 a 3 veces mayor al normal de 0,6, Roldán (1972).

tabla 7. parámetros físicos del agua de caños y ciénagas de la zona de influencia del proyecto

cuerpo de agua	profundidad muestreo (cm)	zona	tipo de fondo	color	profundidad media (cm)	transparencia (cm)	transparencia (%)	temperatura aire °C	temperatura agua °C	pH (in situ)	potencial redox	conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	oxígeno disuelto mg/l	porcentaje de saturación
caño Murciélago	10	remanso	fangoso	negras	12,5	12,5	100	29,6	29,6			130,1	5,7	74,8
caño Barretero	10	remanso	fangoso	blancas	95	30	38,4	29,4	28,5			198,1	2,6	33,3
caño atrás Ponches	10	remanso	fangoso	negras	30	30	100	29,8	27,5	6,74	43	205,3	3,2	41,1
caño Sandovalito	10	remanso	fangoso	blancas	50	11,7	24,7	31	27,9	6,76		230,2	1,8	23,4
caño Guataca	10	remanso	fangoso	blancas	60	16,7	39,3	31	30,4	6,59	56	148,8	2,8	38,5
caño Corredor	10	remanso	fangoso	negras	81,7	51,7	65,6	32,8	29,1	6,5	54	129,3	2	26,4
	50								29,2	6,54	50,7	133,2	1,6	20,8
	100								28,9	6,53	50	133,1	1,5	19,5
caño Guataca (Guataca)	10	remanso	fangoso	negras	250	35	14,4	31,1	29,3	6,67	46	116,5	2,8	36,6
	50								28,3	6,74	42	122	1,6	21
	100								28	6,69	45	125,4	1,6	20
caño Sandovalito	10	remanso	fangoso	blancas	36,7	20	58,3	33,7	30,1	7,03	27	226,3	4,4	61,4
	50								27,3	7,01	25	222	1,6	19,5
caño Mocho	10	remanso	fangoso	negras	86,7	40	47	31,7	28,9			212,7	2,9	37,1
Brazo Mompox	10	turbulenta	arenoso	blancas	70	4,3	7,5	30,9	29,6	7,8	-22	171,8	7,5	98,8
Brazo de Loba	10	turbulenta	fangoso	blancas	73,3	6,3	8,9	31	29,2	7,8	-17	170,1	7,7	100,5
caño Mono	10	remanso	fangoso	blancas	>300	5	1,7	29,4	30,3	7,68	-14,3	148,1	8	105,8
caño Mundo al Revés	10	limnética	fangoso	blancas	110	5	4,5	30,5	30,5	7,65	-12	148,4	7,7	101,9
	50								30,6	7,68	-12	148,4	8	107,7
	100								30,5	7,4	4	156,3	7,6	100,6
ciénaga Morón	10	limnética	fangoso	claras	135	58,3	52,9	31,5	34,5	6,75	43	167,9	11	156,7
ciénaga Orellano 1	10	limnética	pedregoso	negras	85	58,3	69,2	33,5	32,5	7	27	172,5	10,4	142,7
ciénaga Los Ponches	10	litoral	fangoso	negras	100	32,5	32,5	29,4	27,5	6,63	46	223,5	2,7	33,9
ciénaga Orilla del Mar 1	10	limnética	fangoso	negras	120	70	58,3	32,7	32,1	6,86	-2	152,5	6,2	84,9
ciénaga Vizcaína 1	10	litoral	fangoso	blancas	110	30	27,3	32,2	34,4	7,41	1	161	8	113,2
ciénaga Los Troncos 1	10	limnética	fangoso	blancas	100	20	20	32,7	30,3	7,57	-12	149,5	9,6	127
	50								29,9	7,63	-11	149,5	9,7	128,3
	100								29,5	7,6	-11	151,9	8,4	109,2
ciénaga del Medio 1	10	litoral	fangoso	blancas	85	7	8,2	32,5	33,5	7,63	-12	149,3	7,2	100,2
	50								31,1	7,51	-2	151,4	6,3	84,8
	100								30	7,39	4	155,8	4,6	60,9
ciénaga Agudelo 2	10	limnética	pedregoso	negras	100	43,3	43,4	32,8	34,9	6,81	38	109,5	6,6	95,5
	100								31,7	6,65	46,7	126,4	1,2	20,7
ciénaga Terronal (Uvero)	10	limnética	pedregoso	blancas	136,7	15	15,5	30,1	30,7	8,02	34	154,2	12,6	168,7
	50								30	8	-32	154,2	12	159,2
	100								29,9	8	-30,7	154,2	11,5	152,1
poza Pundungo 2	10	limnética	pedregoso	negras	90	48,3	53,7	32,1	35,5	7,23	19	106,2	9,8	141,3
	90								33,4	6,9	32,7	118,6	1,2	19,7
ciénaga La Pedregosa 2	10	limnética	pedregoso	negras	98,3	45	46,4	34,5	32,7	6,92	40,5	123,6	2,4	33,4
	50								31,3	6,98	26,7	127,9	4	54,3
	100								30,7	6,86	33,3	139,1	1,9	25
ciénaga Menchiquejo 2	10	limnética	fangoso	negras	91,7	43,3	47,9	32,8	35,3	7,9	-25	142,9	9,4	135,3
	50								31,1	7	26	145,1	6,6	89,2
	100								30,7	6,93	29,7	165,4	1,4	18,7

1. complejo Juan Torres

2. ciénagas depresión central

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	24	51

Es de notar que las concentraciones de nutrientes (compuestos nitrogenados y fosforados), en estas ciénagas fueron más bajas respecto a las registradas en las ciénagas internas, evidencia de una mayor dilución y renovación de aguas, así como un mayor equilibrio entre la cobertura vegetal (flotante o emergente) y el espejo de agua.

La alcalinidad total esta entre 63 y 81 mg/l y la dureza entre 74 y 84 mg CaCO<sub>3</sub>/l, un poco mayores a los de ciénagas internas. Los valores de la alcalinidad corresponden a los típicos de aguas tropicales, menores a 100 mg/l (Roldán op. cit.). En cuanto a la dureza, al igual que las ciénagas internas, las externas son muy productivas, reflejando su riqueza en iones calcio y magnesio.

### Caños y brazos del río

Salvo los caños del sur, el Mundo al Revés y Mono, de mayor dinámica, los caños internos como el Sandovalito, el Guataca, Corredor, Barretero, se presentaron invadidos de vegetación flotante y emergente, por interrupción del flujo de sus aguas. Excepto el brazo de Mompox, arenoso-limoso, el fondo de todos los caños observados fue limoso, indicando la gran decantación y acumulación, favorecida por la falta de flujo, de materiales aportados por la vegetación ribereña y los asentamientos humanos aledaños.

Como producto de la decantación, las aguas fueron de altas transparencias, en promedio el 47 % de la columna. Los brazos Mompox y Loba, así como el caño Mundo al Revés, fueron los de menor transparencia debido a las grandes cantidades de sólidos transportados.

La temperatura de las aguas entre 27,5 y 30,4 °C refleja el efecto de la cobertura vegetal riparia y de la misma vegetación flotante de gran abundancia en estos cuerpos de agua. Los brazos por su anchura registraron temperaturas cercanas a los 30 °C.

Las aguas fueron de carácter ligeramente ácido, con pH entre 6,5 y 7,03 unidades. En los brazos del río y caño Mono, los valores fueron un poco mayores, 7,6 a 7,8, ligeramente básicos.

La conductividad fue más variable, con algunos valores altos como 226,3 μS/cm en el Sandovalito y alrededor de 170 μS/cm para los brazos Mom-

pox y de Loba. Los restantes caños registraron conductividades entre 116, 5 y 148,4 μS/cm.

El oxígeno entre 1,8 y 5,7 se presenta crítico, aguas con una saturación de 41,4 % en oxígeno. Es alta la cobertura vegetal flotante y emergente lo que determina una alta descomposición de materia orgánica.

Tanto la alcalinidad como la dureza, presentaron valores bajos en caños y el brazo de Mompox, respecto a las ciénagas, 54,5 a 68,0 mg/l y 42 a 82 mg CaCO<sub>3</sub>/l.

Es de destacar como el caño el Mundo al Revés presenta casi el doble de sólidos totales y suspendidos que el brazo de Mompox, 1.245 y 1.065 respectivamente. Este dato permite evidenciar el papel fundamental de filtro que tienen los caños que como éste alimentan ciénagas, la Vizcaína y la poza contigua la Orilla del mar, en donde estos parámetros sólo alcanzan en promedio 156 y 23 mg/l y, 145 y 10 mg/l respectivamente, siendo estas ciénagas las más alejadas del caño por la presencia de otras ciénagas contiguas: i.e., Los Troncos y la del Medio.

Finalmente, las mediciones realizadas a distintas profundidades (superficial, 50 cm y 100 cm), permiten evidenciar un descenso en la temperatura y el oxígeno y, leve en el pH. Igualmente se presenta aumentos en la conductividad como reflejo de la descomposición en el fondo y mayor presencia de macronutrientes (v.gr. calcio, potasio, sodio.), Roldán (1992).

### Metales pesados

Para 11 sitios, considerados importantes dentro del área de estudio, por su localización, su uso por parte de la población humana, se realizaron determinaciones de 10 metales pesados.

Dados los antecedentes sobre el río Magdalena y su papel como principal cuerpo de drenaje del país, salida y fuente obligada para grandes poblaciones ribereñas (Forero, *et al.*, 1986; Hahn, 1987; Barros & Gutiérrez, 1985), es fundamental el obtener la visión actual del estado de sus aguas, así como la de los cuerpos cenagosos de su planicie aluvial, en especial de aquellos involucrados dentro de la zona de influencia del proyecto y en el cual el agua es el elemento fundamental a manejar.

### Cadmio

Los valores detectados están entre fracciones menores a 0,001 y 0,028 mg/l. Las fracciones se presentaron en las aguas de cuerpos en constante dinámica por su conexión a corrientes grandes, tal como el caño Mundo al Revés, la ciénaga Vizcaína y el brazo de Mompox, en tanto que los altos 0,24 a 0,28 mg/l, nueve veces más que el considerado normal para aguas dulces (Bowen, 1979), se registraron en los caños y ciénagas de la depresión central del área del proyecto, cuerpos aislados de las grandes corrientes por efecto de la sequía.

Ruiz (1991), reporta para el río Magdalena, valores altos entre 0,00018 y 0,016 mg Cd/l para muestras de agua (período 1986-1989) y 0,0021 mg/l en aguas frente a Magangué, niveles considerados peligrosos.

Bowen (1979) reporta rango 0,2-9,0 mg/l como tóxico para plantas y 1,5 a 9 g/día letales para el hombre. Aunque los niveles medidos no fueron tan altos, es importante recordar el carácter de bioacumuladores en que pueden constituirse las plantas y animales a través de la cadena trófica, llegándose a acumular a veces en concentraciones superiores a las del medio (Uhlmann, 1979; Ehlich & Ehlich, 1975, citado por Gast & Ayala, 1992; Poullain, 1993, citado por Ruiz *et al.*, 1996). Especial de mención es el caso de Japón: vertimientos de altas concentraciones de Cd sobre cultivos de arroz conllevaron a la aparición de la enfermedad itai-itai, caracterizada por desórdenes renales y degeneración del sistema esquelético (Uhlmann, 1979; Bär, 1982).

### Zinc

Se registra un comportamiento similar al del Cadmio, variando entre fracciones menores a 0,001 y 0,051 mg/l, valores máximos que alcanzan la mitad de la máxima concentración considerada normalmente presente en aguas dulces, 0,1 mg/l. fueron los cuerpos con corrientes y la gran ciénaga Vizcaína asociada a ellos, los que presentaron una mayor dilución reflejada en las menores concentraciones.

Los reportes de Ruiz (1991) para el río Magdalena están entre 0,0093 y 0,0363 mg/l, valores bastante altos, y para Magangué, aguas abajo de Mompox, 0,029 mg/l igualmente mayor.

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	25	51

Aunque es considerado como esencial para todos los organismos, es tóxico para plantas en concentraciones entre 60 y 400 mg/l y entre 150 y 600 mg/día para el hombre, Bowen (1979).

Algunas pocas plantas de las familias Caryophyllaceae, Cruciferae, Plumbaginaceae y Violaceae se reconocen como acumuladoras (Jones, 1972, citado por Bowen op. cit.).

#### *Cobalto*

Sus concentraciones entre fracciones menores a 0.001 y 0.012 mg/l, siguen el mismo patrón de variación respecto a los cuerpos de agua; las aguas de ciénagas y caños relativa y temporalmente aislados, tales como el caño Guataca, ciénagas Agudelo, Orellano, La Pedregosa (durante el muestreo aislados), fueron las de mayores concentraciones.

No obstante, los valores en su mayoría no fueron muy altos con referencia a los considerados normales, menores a 0,008 mg/l.

Se considera elemento esencial para todos los organismos excepto para algunas formas de algas verdes. Los niveles de toxicidad para plantas varía entre 0,1 y 3 mg/l y, para el hombre 500 mg/día (Bowen, op. cit.).

#### *Cobre*

Este elemento se muestra en mayor concentración en el Brazo de Mompox (0,024 mg/l), y el caño El Mundo al Revés (0,015mg/l), distante pero muy similar en cuanto a su dinámica y alto contenido de sedimentos suspendidos que acarrear. Las aguas de los otros cuerpos presentaron concentraciones en promedio la séptima parte del valor máximo del considerado normal para aguas dulces, 0.03 mg/l, es decir, fueron bajas las concentraciones de este elemento.

Un promedio de 0,08 mg Cu/l, mayor dos veces al valor normativo, fue reportado por Arias (1985), para las ciénagas del bajo Magdalena, superior a los tenores registrados en el presente estudio, salvo los registros en los cuerpos más activos ya enunciados.

También para el río Magdalena, Ruiz (1991), reporta valores entre 0,002 y 0,0141 mg/l, bajos respecto al normal; para la zona de Magangué el tenor fue de 0,0047 mg Cu/l, mayor a los de la depresión Momposina.

Bowen(1979), enuncia como familias

de plantas con pocas especies acumuladoras de Cu a Cruciferae, Compositae, Labiatae y Tiliaceae.

Igualmente cita valores entre 0,5 y 8 mg/l de Cu como los niveles tóxicos para plantas mientras que 250 mg/día lo son para el hombre; destacándose también como un elemento esencial para todos los organismos.

El cobre, así como el zinc y el plomo tiene efectos directos sobre las branquias y la secreción protectora en peces (James, 1976 citado por Rodda, 1976).

#### *Cromo*

Al igual que el Cobre, este elemento se halló más concentrado en las aguas del Brazo de Mompox y el caño El Mundo al Revés, los de similares condiciones de mayor arrastre de sedimentos, valores de 4 a 6 veces los máximos valores considerados normales para aguas dulces.0,006 mg/l.

Aguas de los otros cursos, aunque menores sobrepasan los niveles normales máximos en tres y cuatro veces.

El estudio realizado por Ruiz (1991), no registro Cromo en solución en varios sitios del medio y bajo Magdalena.

Los niveles tóxicos para las plantas fueron de 0,5 a 10 mg/l, bastantes altos respecto a los reportados aquí; para el hombre 3 g/día sería nivel letal.

#### *Hierro*

Sus concentraciones fueron muy variables de un cuerpo de agua a otro, entre 0,079 y 34 mg/l, posiblemente reflejan condiciones particulares; no obstante la gran mayoría de las concentraciones fueron mayores al límite máximo registrado normalmente en aguas dulces (1,4 mg/l).

Es un elemento esencial para todos los organismos, interviene en procesos metabólicos fundamentales, sin embargo en concentraciones entre los 10 y 200 mg/l es tóxico para plantas, igualmente 200 mg/día lo son para el hombre (Bowen, op. cit.).

Tal como se evidenció en el trabajo de campo inicial de Lavalin, las aguas obtenidas de aljibes en la zona de estudio, presentaron altos contenidos de hierro (Lavalin,1996).

De acuerdo con las normas para riego (Decreto 1594 del 26 de junio de 1984, capítulo IV, artículo 40), el ni-

vel máximo fue de 5 mg/l, por lo cual aguas como las de el caño El Mundo al Revés, brazo Mompox, ciénaga Agudelo y La Pedregosa necesitarían especial atención. Es necesario citar que los muestreos se realizaron durante la parte final de la época de sequía, por lo cual dichas concentraciones, una vez se aumenten los niveles, pueden disminuir.

Para el río Magdalena se reportan 0,07 y 0,152 mg Fe/l y para el área de Magangué 0,122 mg Fe/l, valores bajos respecto a 1,4 mg Fe/l considerado normal, estos reportes del período 1986-1989, permiten determinar el aumento en la concentración de Fe en estas aguas.

Arias (1985), referencia 0,80 mg Fe/l como el promedio para las ciénagas del bajo Magdalena, solamente las aguas del caño Guataca se acercan a dicho valor, lo cual parece indicar, a la luz de los actuales resultados,un aumento en las concentraciones durante los diez años transcurridos.

#### *Manganeso*

Su mayor concentración se registra en el Brazo de Mompox, 0,30 mg/l, también el caño Mundo al Revés presenta alta concentración de Mn, 0,25 mg/l; valores que fueron el doble del nivel máximo reportado por Bowen (1979) para aguas dulces, 0,13 mg/l.

Los restantes sitios presentaron niveles de Mn inferiores y levemente mayores al máximo. No se presentaron diferencias entre las aguas de caños-ciénagas interiores y las ciénagas más cercanas a los caños y brazos activos, quizás debido a su mayor disposición asociada a los sedimentos, siendo mayor su concentración en el agua solo cuando ésta arrastra gran cantidad de sedimentos tal como ocurre los sitios con mayor concentración ya descritos.

Los valores reportados por Ruiz (1991) para el río de 0,00088 a 0,0133 mg Mn/l y para la zona de Magangué 0,0031 mg Mn/l, fueron menores a los registrados ahora, sugiere un aumento también de este elemento durante los diez años transcurridos.

Para la zona del río Magdalena aledaña a Barranquilla, Forero *et al.*, (1986), reportan valores entre 0,3 y 0,86 mg/l, también superiores al máximo normativo, tratándose de aguas corrientes con alto contenidos de sólidos transportados.

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	26	51

Este elemento esencial para todos los organismos, en concentraciones entre 1 y 100 mg/l se hacen tóxico para las plantas; aunque algunas especies de las familias Ericaceae y Theaceae se describen como acumuladoras, Bowen, (1979).

#### Plomo

Su concentración para los sitios muestreados, estuvo entre fracciones menores al 0,001 y 0,11 mg/l, valores todos por debajo del máximo reportado para aguas dulces, 0,12 mg/l (Bowen, 1979). Salvo el máximo 0,11 Mg/l del caño Mundo al Revés, los restantes cuerpos de agua tienen menos de la mitad del máximo normal.

Los niveles registrados fueron bajo inclusive si se comparan con los los valores máximos admisibles de aguas para consumo humano, 0,05 mg/l (Decreto 2105 de 1983, capítulo III, artículos 12 a 18).

Tal como lo describe Hahn (1986), el plomo es conjuntamente con el mercurio, uno de los elementos contaminantes más usados, de efectos acumulativos y altamente nocivos.

Bowen (1979), registra un rango entre 3 y 20 mg Pb/l como los niveles tóxicos para las plantas; en tanto que 1 mg/día y 10 g/día es tóxico y letal respectivamente para el hombre.

Para este elemento el Consorcio Carinsa-Incoplán Ltda. (1983), realizó muestreos para la zona Barrancabermeja - La Gloria (Magdalena medio), tanto en aguas como en sedimentos, no registrando trazas de los mismos, pero no descartando su presencia en sedimentos más profundos. Complementando estas observaciones, Ruiz (1992), obtuvo los valores bajos en estaciones dentro del bajo y medio Magdalena como producto de alta dilución en la zona., tenores entre 0,00030 y 0,00054 mg Pb/l, que comparados con los actuales muestran también un aumento.

#### Aluminio

Solo se registraron valores altos en los cursos de aguas con flujo, el Brazo de Mompox y el caño Mundo al Revés, con 3,7 Mg/l y 2,15 mg/l respectivamente; correspondiendo a las mayores concentraciones de sólidos transportados. Las aguas de ciénagas y caños internos a la zona del proyecto presenta-

ron fracciones menores a 0,1 mg/l, debido fundamentalmente a la previa decantación establecida en estos sitios dado su aislamiento y poca dinámica.

Salvo las aguas del brazo de Mompox, todas las aguas presentaron niveles menores al máximo normalmente reportado para aguas dulces, 3,5 mg/l. Aunque para organismos animales es raramente tóxico, para las plantas los tenores entre 0.1 y 30 mg/l son tóxicos, excepción hecha de varias especies de las familias Ericaceae, Melastomataceae, Symplocaceae, Diapensiaceae y Theaceae (Bowen, op. cit.)

#### Mercurio

Este elemento se presenta en fracciones menores a 0,1 mg/l en todas las aguas analizadas, indicando solamente que los tenores fueron bajos y el nivel de detección fue bajo en resolución. Sin embargo dados los antecedentes de bioacumulación, es posible que su concentración se de a un nivel mayor en sedimentos y organismos (v.gr. peces, invertebrados, vegetación acuática), por lo cual los niveles en el agua fueron mínimos (Roldán, 1992).

Evidencias de la concentración en animales fueron los estudios realizados por Ruiz *et al.*, (1996), en peces del río Magdalena, zona Honda (tabla 8)

tabla 8 Niveles de metales pesados en tejido muscular de peces (Honda, 1995)

especie	metal	mg/kg-peze	
		mín	máx
<i>Pimelodus clarias</i> (nicuro)	Cadmio	nd	0,104
	Cobre	nd	0,447
	Mercurio	0,032	3,572
	Plomo	nd	nd
<i>Prochilodus reticulatus</i> (bocachico)	Zinc	10,81	23,95
	Cadmio	nd	0,256
	Cobre	nd	6,512
	Mercurio	0,024	2,6
	Plomo	nd	4,76
Zinc	9,14	41,89	

Adicional al registro, se alerta sobre el riesgo para los pescadores locales que son los que consumen dichos peces, con referencia al mercurio, aduciendo el hecho de que la ingestión de Hg, se da en las ciénagas, donde se alimentan y crecen estas especies, siendo allí donde se da la metilación transformándose el mercurio a su forma más tóxica (Masso, 1978 y Organización Panamericana de la Salud, 1978, citados por Ruiz *et al.*, 1996).

Ruiz (1992), registró para el bajo y medio río Magdalena, concentraciones entre 0,000001 y 0,00012 mg Hg/l, muy bajos respecto al máximo normal de aguas dulces, 0,0028 (Bowen, 1979). Dado que los actuales registros no son precisos (<0,1 mg Hg/l), dados los incrementos en otros metales como los ya citados, es muy probable que sus concentraciones hayan aumentado igualmente.

#### Análisis bacteriológicos

Aunque no es el propósito directo del proyecto en cuestión el de brindar agua para consumo humano, se determinaron número probable de coliformes totales (NPCT) y coliformes fecales (NPCF) para cuatro sitios considerados a ser manejados (Tabla 9).

Tabla 9. concentraciones bacteriológicas en aguas

parámetro	caño Mundo al Revés	ciénaga Vizcaína	Brazo Mompox	caño Guataca
NPCT/100ml	1600	141	>2.400	>2.400
NPCF/100ml	348	<2	920	>2.400

Los resultados muestran aguas no aptas para consumo humano, ya que dichas bacterias no deben estar presentes (máximo normativo <2 /100 ml). El NPCT no deberá exceder a 5.000 y NPCF a 1.000, cuando el agua se use para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto.

Las aguas de la zona sur del proyecto, caño Mundo al Revés y ciénaga Vizcaína muestran una mejor dilución de sus aguas y relativo despoblamiento, en tanto que el Brazo Mompox y el caño Guataca reflejan los aportes de los núcleos poblacionales que se asientan en sus orillas.

La reducción de los caudales acrecienta las concentraciones bacterianas, aspecto crítico durante el estiaje, mientras que una rehabilitación del flujo, como la propuesta para el caño Guataca favorece localmente la dilución de los aportes.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	27	51

### **Fauna y Flora asociada**

Dentro de la fauna asociada se registraron 23 especies de peces, entre los cuales se hallan los importantes comercialmente.

Las capturas de pescadores observadas durante la fase de campo, son compuestas fundamentalmente por dos a tres especies: *Prochilodus reticulatus magdalenae* (bocachico), *Triportheus magdalenae* (sardina, arenca) y *Curimata magdalenae* (pincho, viejito), ocasionalmente se registraron *Pimelodus clarias* (nicuro), *Sternopygus macrurus* (mayupa) y *Hypopomus brevirostris* (chucho ovejero).

Es importante destacar la gran abundancia, especialmente en las ciénagas (internas y externas al área del proyecto) y caños aislados de la barbona o lora, especie introducida de la familia Cichlidae (variedad de "tilapia"), cuya resistencia a condiciones extremas le ha permitido invadir todos los cuerpos de agua de la región.

En las ciénagas internas (Orellano, La Pedregosa, Agudelo, Menchiquejo), la pesca se ha visto desmejorada debido por una parte al aislamiento progresivo y por otra a la utilización de largos transmallos (> 200 varas). Este último aspecto se ve disminuido por la presencia del tapón (vegetación flotante) y su divagación de acuerdo con los vientos locales.

En los caños, salvo levemente el Guataca en la población homónima, la pesca no se da, debido a su casi que total cobertura vegetal flotante y arraigada, sin embargo se observó la presencia de pequeños peces como la lora o barbona (Cichlidae) y la picúa o agujeta (*Hyporhamphus unifasciatus*).

También se realizaron muestreos de macroinvertebrados acuáticos, pendientes de su determinación taxonómica, entre los cuales se registran efemérotos, larvas de díptera, trichoptera, odonatos, crustáceos.

Otras especies de fauna vertebrada que se observaron asociadas a los cuerpos de agua son: la nutria (*Lutra longicaudis*), babilla (*Caiman sclerops*), iguana (*Iguana iguana*) bebe humo (*Busarellus nigricollis*), culonas o gallito de ciénaga (*Jacana jacana*), garza morena (*Ardea cocoi*), garza blanca (*Casmerodius albus*), pato mono (*Dendrocygna bicolor*), pisingos (*Dendrocygna autumnalis*), pato yuyo (*Phalacrocorax olivaceus*), martín pescador (*Chloroceryle amazona*), chavarría (*Chauna chavarría*) y otras aves, grupo más diverso y abundante.

La flora asociada estuvo representada por 55 morfoespecies (en proceso de determinación taxonómica), de las cuales 21 son formas herbáceas, 7 arbustivas, 3 arbóreas, 3 bejucos y 2 palmas.

De acuerdo con el hábito, dentro de los cuerpos de agua, 22 especies son emergentes, 11 flotantes, 2 postradas y 1 sumergida. Sobresale aquí la *Eichornia crassipes* (taruya), la más abundante y dominante en los bordes de caños y ciénagas, en estas últimas conforma con *Cyperus* sp (cortadera), *Paspalum* sp (gramalote), entre otras más el llamado tapón, islas de gran extensión y densidad, Foto 5,

Son entonces las ciénagas y los caños, con sus ecotonos o áreas de transición, playones y albardones, los hábitats cuya dinámica de pulsaciones determina, la presencia de gran cantidad de especies de fauna y flora silvestre asociadas, muchas de ellas importantes como recurso para las poblaciones humanas circundantes, incluyendo a través de la historia la fauna doméstica común ahora, el ganado, Foto 6.



foto 5 área de playón sobresalen: taruya, gramalote y cortadera



foto 6 utilización de fitomasa terrestre por herbívoros

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/ prefactibilidad riego	diagnóstico/ aspectos biológicos	17.6.1996	29.7.2017	28	51

tabla 10. especies vegetales utilizadas en zona del proyecto

nombre común	nombre científico	cerca viva	estación	leña	construcción	aserrijo	frutal	medicinal	mágico	comestible	nombre común	nombre científico	cerca viva	estación	leña	construcción	aserrijo	frutal	medicinal	mágico	comestible	
																						aceituno
ajeno	<i>Artemisa absynum</i>										lata de gallinazo	<i>Bactris maraja</i>										
albahaca	<i>Ocinum basilicum</i>										laurel	<i>Nectandra sp</i>										
alivia dolor											lengua de vaca											
amor seco	<i>Desmodium sp</i>										limón	<i>Citrus lemon</i>										
anamú	<i>Petiveria alliacea</i>										limoncillo	<i>Cassearia sp</i>										
anón de monte	<i>anón de monte</i>										madura plátano	<i>Dialium guianensis</i>										
árnica	<i>Senecio formosus</i>										maiz cocido	<i>Lonchocarpus sp</i>										
arrayán											malibú											
artemisa de tierra											malva											
azahar de la india	<i>Murraya exotica</i>										mamón de puerco	<i>Corynostilis sp</i>										
azota caballo	<i>Capparis baducca</i>										mangle	<i>Symmeria paniculata</i>										
bagre	<i>Trichilia martiana</i>										mariangolo											
balsamí	<i>Momordica charantia</i>										marimoña											
barraco	<i>Threma mycranta</i>										matandrea	<i>Aloinia occidentalis</i>										
bejuco cruceta											matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>										
bejuco de agua											matarratón monte											
bejuco malibú	<i>Cydistia aequinoctialis</i>										mora	<i>Chlorophora tinctoria</i>										
bejuco mazamorra	<i>Mikania congruata</i>										naranja	<i>Crataeva tapia</i>										
bejuco murciélago	<i>Macfadyena uncaia</i>										orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>										
bejuco peinilla	<i>Entadopsis polystachia</i>										oro azul											
bejuco tomé											paico	<i>Chenopodium ambrosoides</i>										
buche pava	<i>Stylogyne laevis</i>										palma amarga	<i>Sabal mauritiiformis</i>										
cadillo de perro											palma de corozo	<i>Elaeis oleifera</i>										
campano	<i>Pithecellobium saman</i>										palo prieto											
canelón											patica de paloma	<i>Hamelia patens</i>										
cantagallo	<i>Erythrina fusca</i>										pepa de bruja	<i>Ardisia turbacensis</i>										
caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>										pimentillo											
cascabelino											pimiento	<i>Phyllanthus acidus</i>										
caspín	<i>Rhus jugandifolia</i>										piñón	<i>Sterculia apetala</i>										
cobalonga	<i>Thevetia peruviana</i>										platanillo	<i>Heliconia sp</i>										
cola de caimán											pringamoza	<i>Cnidoscylus urens</i>										
colecaballo	<i>Equisetum sp</i>										pringamoza caballo											
conga milonga											quesito											
coquillo	<i>Lecythis minor</i>										rabo de alacrán	<i>Helliotropium indicum</i>										
coquillo	<i>Lecythis tuiyana</i>										rabo de alacrán	<i>Helliotropium sp</i>										
culantrillo											rodilla de viejo											
diente de perro	<i>Pithecellobium figuistrum</i>										rosa vieja											
dormidera	<i>Mimosa púdica</i>										ruda											
escobilla	<i>Sida ocuta</i>										salvia	<i>Salvia palaefolia</i>										
espino	<i>Mimosa sp</i>										sávila	<i>Aloe vera</i>										
eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>										siete cueros	<i>Machaeryum capote</i>										
guacamayo	<i>Albizia caribaeae</i>										solera	<i>Cordia gerascanthus</i>										
guacharaco	<i>Cupania sp</i>										suan	<i>Ficus dendroclida</i>										
guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>										suelda con suelda	<i>Commelina elegans</i>										
guácimo colorado	<i>Luehea seemani</i>										tapa culo											
guáimaro	<i>Poulsenia armata</i>										te											
guamacho	<i>Pereskia colombiana</i>										tope torope											
guamo	<i>Inga sp</i>										toronjil	<i>Melissa officinalis</i>										
guamo macho	<i>Inga sp</i>										totumo	<i>Crescentia cujete</i>										
guamo mico	<i>Inga sp</i>										tua tua											
guayabo león											tuna	<i>Ountia sp</i>										
guayabo Perú	<i>Rubiaceae NNI</i>										vara blanca	<i>Cassearia corymbosa</i>										
guiso											vara santa	<i>Triplaris americana</i>										
higuereta											venturosa	<i>Lautana camara</i>										
iguamarillo	<i>Pseudosamanea guachapele</i>										yantén											
jaboncillo - pepo	<i>Sapindus saponaria</i>										yaya											
jagua	<i>Genipa americana</i>										yerbabuena											
jengibre	<i>Zingiber officinalis</i>										zarza hueca											
jobo	<i>Spondias mombin</i>																					
juan garrote	<i>Coccoloba uvifera</i>																					
													<b>totales</b>	5	14	25	10	9	17	58	8	5



proyecto						temática						creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego						diagnóstico/ aspectos biológicos						17.6.1996	29.7.2017	30	51

aves	macrohábitat						uso			
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	S <sub>0</sub>	ornamental	alimento	venta piel	mascota
<i>Ortalis garrula</i>										
<i>Pachyrhamphus cinnamomeus</i>										
<i>Pandion haliaetus</i>										
<i>Phaethornis anthophilus</i>										
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>										
<i>Phimosus infuscatus</i>										
<i>Piaya minuta</i>										
<i>Picumnus cinnamomeus</i>										
<i>Pitangus sulphuratus</i>										
<i>Polyborus plancus</i>										
<i>Porphyrio martinica</i>										
<i>Progne chalybea</i>										
<i>Pteroglossus torquatus</i>										
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>										
<i>Rosthramus sociabilis</i>										
<i>Sakesphorus canadensis</i>										
<i>Saltator coerulescens</i>										
<i>Scaphidura oryzivora</i>										
<i>Scardafella squammata</i>										
<i>Sicalis flaveola</i>										
<i>Sporophila intermedia</i>										
<i>Sporophila minuta</i>										
<i>Sporophila nigricollis</i>										
<i>Sporophila schistacea</i>										
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>										
<i>Synallaxis candei</i>										
<i>Synallaxis sp</i>										
<i>Tachycineta albiventer</i>										
<i>Tapera naevia</i>										
<i>Thamnophilus doliatus</i>										
<i>Thamnophilus sp</i>										
<i>Thraupis episcopus</i>										
<i>Thryothorus leucotis</i>										
<i>Tigrisoma lineatum</i>										
<i>Tityra inquisitor</i>										
<i>Todirostrum cinereum</i>										
<i>Todirostrum sylvia</i>										
<i>Troglodytes aedon</i>										
<i>Tyrannus melancholicus</i>										
<i>Vanellus chilensis</i>										
<i>Veniliornis kirkii</i>										
<i>Vireo olivaceus</i>										
<i>Volatinia jacarina</i>										
<i>Xiphorhynchus picus</i>										
<i>Zarhynchus wagleri</i>										

mamíferos	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	S <sub>0</sub>	ornamental	alimento	venta piel	mascota
<i>Agouti paca</i>										
<i>Alouatta seniculus</i>										
<i>Aotus lemurinus</i>										
<i>Ateles paniscus</i>										
<i>Artibeus jamaicensis</i>										
<i>Artibeus lituratus</i>										
<i>Artibeus sp</i>										
<i>Ateles belzebuth</i>										
<i>Bradypus variegatus</i>										
<i>Caluromys lanatus</i>										
<i>Carollia perspicillata</i>										
<i>Cebus albifrons</i>										

mamíferos	macrohábitat						uso			
género	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	S <sub>0</sub>	ornamental	alimento	venta piel	mascota
<i>Cebus capuchinus</i>										
<i>Choloepus hoffmanni</i>										
<i>Coendou prehensilis</i>										
<i>Dasyprocta punctata</i>										
<i>Dasybus novemcinctus</i>										
<i>Glossophaga soricina</i>										
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>										
<i>Lutra longicaudis</i>										
<i>Marmosa robinsoni</i>										
<i>Myotis nigricans</i>										
<i>Phyllostomus discolor</i>										
<i>Procyon cancrivorus</i>										
<i>Proechimys semispinosus</i>										
<i>Proechimys sp</i>										
<i>Saguinus leucopus</i>										
<i>Sarcopteryx bilineata</i>										
<i>Sciurus granatensis</i>										
<i>Sturnira lilium</i>										
<i>Tamandua mexicana</i>										
<i>Uroderma bilobatum</i>										

reptiles	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	S <sub>0</sub>	ornamental	alimento	venta piel	mascota
<i>Ameiva septemlineata</i>										
<i>Ameiva sp</i>										
<i>Ameiva sp1</i>										
<i>Ameiva. cf. ameiva</i>										
<i>Anolis sp1</i>										
<i>Anolis sp2</i>										
<i>Anolis sp3</i>										
<i>Anolis sp4</i>										
<i>Basiliscus basiliscus</i>										
<i>Bothrops atrox</i>										
<i>Caiman sclerops</i>										
<i>Chironius carinatus</i>										
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>										
<i>Colubridae sp1</i>										
<i>Colubridae sp2</i>										
<i>Constrictor constrictor</i>										
<i>Corallus hortulanus</i>										
<i>Dendrophidium sp1</i>										
<i>Gekkonidae sp1</i>										
<i>Gonatodes albogularis</i>										
<i>Gonatodes sp1</i>										
<i>Helicops sp1</i>										
<i>Iguana iguana</i>										
<i>Iguanidae sp1</i>										
<i>Imantodes cenchoa</i>										
<i>Imantodes sp1</i>										
<i>Leptodeira annulata</i>										
<i>Mabuya sp1</i>										
<i>Norops auratus</i>										
<i>Podocnemys lewyana</i>										
<i>Pseudemys scripta</i>										
<i>Scincidae sp1</i>										
<i>Spilotes pullatus</i>										
<i>Teiidae sp1</i>										
<i>Tupinambis teguixin</i>										

134 66 47 58 111 163 13 15 1 1

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos socioculturales	17.6.1996	29.7.2017	31	51

## Aspectos socioculturales

Estos aspectos se presentan como complemento a los estudios socioeconómicos y culturales elaborados por el equipo de trabajo de SNC Lavalin

### *Aprovechamiento social de recursos*

Como respuesta adaptativa a las características del funcionamiento de la planicie aluvial, el aprovechamiento de recursos naturales es una estrategia generalizada en la región,

Algunos de estos recursos, especialmente plantas medicinales, son cultivados por los campesinos en los patios de sus casas o en las parcelas. Otros los consiguen en relictos boscosos, potreros, diques y albardones y en áreas de uso comunal (ciénagas, caños, playones y en el río), Estas áreas además son fundamentales para la reproducción social y económica de la población, toda vez que son lugares de actividades productivas.

La población aprovecha especies animales y vegetales para diversos usos: construcción de vivienda, de utensilios, y artesanías, alimentación, comercialización de pieles y de otros subproductos, medicinal, protección contra la mala suerte o los malos espíritus o para tener buena suerte. Esto representa para la población fuente de alimentación, instrumentos de trabajo, ingresos, solución a algunos problemas de salud y seguridad psicológica (tablas 10 y 11).

La abundancia de recursos presenta una tendencia decreciente, producto de la sobreexplotación, y fundamentalmente de la alteración de los hábitats como consecuencia de las modificaciones inducidas al funcionamiento de la planicie aluvial. Por esta razón, la perdurabilidad del aprovechamiento social de la biodiversidad depende de la restauración y conservación de hábitats y del funcionamiento natural de la planicie aluvial.

### **Especies vegetales utilizadas para la construcción de viviendas**

Se utilizan diferentes especies, dependiendo de la parte de la casa. El techo es elaborado con las hojas de la palma amarga (*Sabal* sp), también se utiliza como opción mas barata y a veces regalada la palma de vino (*Scheelea butyraca*), su durabilidad y es inferior. La varazón o estructura que sirve de



foto 7 vivienda construida con materiales de la región, caño Mundo al Revés

sostén al techo es elaborada del tronco de la misma palma amarga que es tendido en fracciones longitudinales llamadas chingale, también utilizan la vara blanca (*Cassearia corymbosa*), el roble (*Tabebuia rosea*) y el quesito (*Maviscus arbóreos*) (foto 7).

Los estantes o postes, columnas que sostienen el techo, son de: gusanero (*Astronium graveolens*), iguamarillo (*Pseudosamanea guachapele*), matarratón (*Gliricidia sepium*), carrito (*Aspidosperma dugandii*), ébano (*Caesalpinia ebano*) o roble (*Tabebuia rosea*) algunas especies como el ébano, el carrito, el iguamarillo y el gusanero fueron reportadas como escasas y su consecución parece ser en los bosques de *la montaña* (tierras altas no inundables al frente de la isla Margarita o Mompox, en el departamento del Magdalena).

Las paredes poseen una estructura interna que forma el esqueleto que sirve de sostén al recubrimiento de barro mezclado con el excremento de ganado vacuno; esta estructura es construida con latas obtenidas del tallo de la palma de lata de castilla (*Bactris maraja*).

Los amarres son hechos en bejuco malibú (*Cydista aequinoctialis*) que esta escaseando y por tal razón recurren

al alambre dulce, no sin lamentar tal cambio ya que el alambre dura menos por oxidarse y las reparaciones son mas frecuentes.

Estas casas de bahareque están siendo reemplazados por la construcción de las casas de material (cemento, zinc o asbesto-cemento), por ser más durables y como razón constante, el miedo a que se queme el rancho; se persigue también mostrar mejor condición económica, las personas de más edad lamentan tal hecho por la justa razón de que estas casas son más calientes. Los límites son demarcados con cercas de cardón o guadua.

### **Especies vegetales utilizadas como cercas vivas y para la fabricación de utensilios**

Cercas vivas de jobo y matarratón son las que en forma general se observan en toda la región. Algunos corrales son de madera obtenida del campano (*Pithecellobium saman*), roble y guayacán (*Bulnesia arborea*).

Los mangos, cabos o soportes de las herramientas como el cavador, la pala, el barretón, el hacha son elaborados preferiblemente en guayacán (*Bulnesia arborea*) se encuentran también en roble y matarratón (*Gliricidia sepium*).

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/ prefactibilidad riego	diagnóstico/ aspectos socioculturales	17.6.1996	29.7.2017	32	51

La canoa, es elaborada en campano o iguamarillo ahuecando el tronco con hachuela o fuego. El canaleta o remo es hecho en cedro (*Cedrella montana*). La pértiga de impulso en aguas de poca profundidad es fabricada del tronco de la palma de Lata de Castilla. La varas de redes de pesca se fabrican en quesito o en totumo, las flechas en caña brava, lata o quesito con puntas de hierro.

### Fabricación de artesanías

Muchos de los utensilios de uso cotidiano son artesanales, sin embargo su comercialización no está desarrollada a niveles que representes significativos ingresos para las familias. Sólo en Contadero (vereda de Santa Rosa) se reportó como una entrada económica de mediana significación. La palma de corozo es la mas utilizada para la artesanía, en musengues, esterillones y escobas. El junquillo se utiliza para la elaboración de las esterillas.

### Especies vegetales de uso medicinal

Su uso es frecuente, la mayoría son cultivadas en el patio de la casa en potes o vasijas que son montadas en una construcción muy común en la región llamada "troja", hecha con 4 horquetas (estaca que remata en forma de V) y travesaños de matarratón, para protegerlas de los animales domésticos. La madre es la responsable de la crianza de los niños y es quien conoce las diferentes especies y sus propiedades curativas. La mayoría de las plantas se usan para las enfermedades más comunes como fiebres, resfriados, dolo-

res de muela, de cabeza, de estómago, para las lombrices, para curar heridas, detener hemorragias, como contra para la picadura de culebra. Los sahumerio y la utilización de hierbas en baños y otras curaciones de sintomatologías más severas son recetadas por el curioso o el culebrero, personas a las quienes se les atribuye poderes y conocimiento sobre plantas y animales.

### Especies asociadas a creencias mágico religiosas.

Se reporta la constante de la suerte y la protección de maleficios. Si la planta o el animal se muere es símbolo de haber recogido el mal que le habían enviado los enemigos o envidiosos. Se reportó una especie vegetal traída de Venezuela la conga milonga.

### Especies animales aprovechadas

Debido a la sobrexplotación y a la reducción y alteración de los hábitats de fauna, la actividad ha mermado su importancia. Sin embargo persiste el aprovechamiento generalizado de algunas especies como galápagos o icoteas en las épocas de verano en los meses de febrero y marzo siendo las más codiciadas las que aún no han puesto sus huevos. De éstas además de consumir su carne también aprovechan comercialmente las caparzones que son compradas por intermediarios que luego las venden a fábricas de abonos agrícolas.

A nivel de fauna aprovechada, los peces son los de mayor importancia para la población, no sólo por servir de ali-

mento sino porque representa fuente de ingresos, complementarios o exclusivos como es el caso de comunidades asentadas cerca de ciénagas activas.

Otras especies aprovechadas son guaratinaja, zaíno, mico negro, mico machín, mico colorado, armadillo,, ñeque, perezoso, iguana,(ver p. 16.).

En términos económicos, en general el aprovechamiento de flora y fauna ha perdido peso relativo en los ingresos familiares. Sin embargo aún subsisten algunas comunidades cuyo actividad económica exclusiva es la pesca.

Se puede concluir que excepto en el caso de los pescadores exclusivos, el aprovechamiento de la biodiversidad es una fuente complementaria de ingresos y bastante significado en cuanto tener acceso a estos recursos brinda seguridad psicológica a la población bien sea por asociaciones mágico-religiosas ó por su uso medicinal, sobre todo si se tiene en cuenta la precariedad e inaccesibilidad relativa a los servicios de salud de la mayoría de la población.

A nivel de fauna aprovechada, los peces son los de mayor importancia para la población, no sólo por servir de alimento sino porque representa fuente de ingresos, sea complementarios o, exclusiva como es el caso de comunidades asentadas cerca de ciénagas activas.

Otras especies aprovechadas son guaratinaja, zaíno, mico negro, mico machín, mico colorado, armadillo, ñeque, perezoso, iguana.

En términos económicos, en general el aprovechamiento de flora y fauna ha perdido peso relativo en los ingresos familiares. Sin embargo aún subsisten algunas comunidades cuyo actividad económica exclusiva es la pesca.

Se puede concluir que excepto en el caso de los pescadores exclusivos, el aprovechamiento de la biodiversidad es una fuente complementaria de ingresos y bastante significado en cuanto tener acceso a estos recursos brinda seguridad psicológica a la población bien sea por asociaciones mágico-religiosas ó por su uso medicinal, sobre todo si se tiene en cuenta la precariedad e inaccesibilidad relativa a los servicios de salud de la mayoría de la población.



foto 8 pastoreo de ganado en playón comunal , época de sequía

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/aspectos socioeconómicos	17.6.1996	29.7.2017	33	51

### Proceso de reproducción socioeconómica y cultural

La figura 13 representa el proceso de reproducción socioeconómica en la región, el cual involucra disponibilidad y acceso a recursos, actividad económica y cultura.

Los números representan las tasas de cambio en la situación actual. Como interpretación general se puede decir que las tasas de cambio actuales son relativamente bajas.

1. Las alteraciones del funcionamiento de la planicie producto fundamentalmente de adaptaciones pa-

ra uso agropecuario, han mermado la productividad natural de la estructura productiva (la zona en conjunto: suelos, bosques, ciénagas...) y su aprovechamiento común se restringe en favor de beneficios particulares. v.gr., desecar ciénagas disminuye áreas comuna-

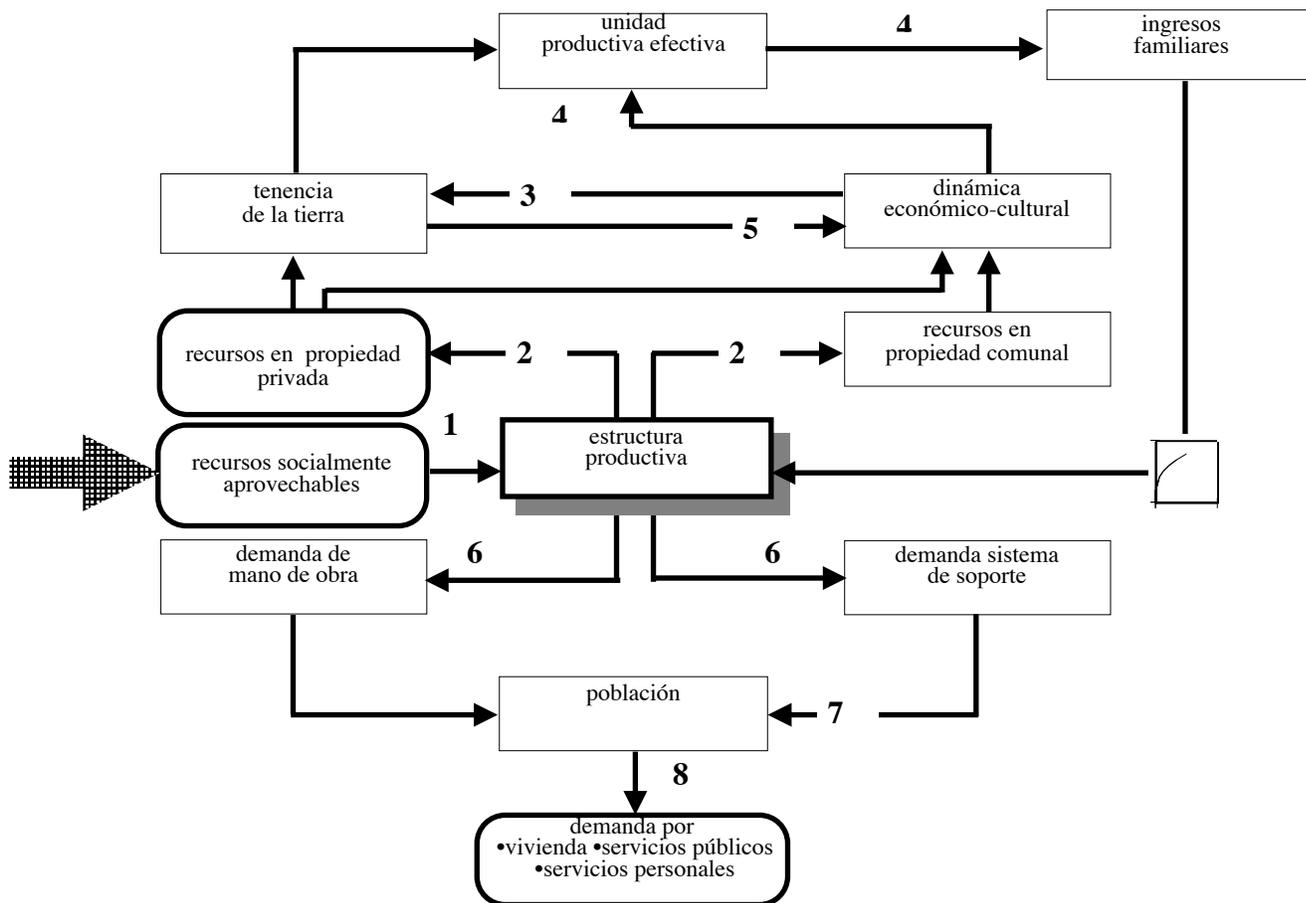


figura 13. diagrama de procesos socioeconómicos

Este símbolo representa una función de retardo que indica que el efecto de disminución de estructura productiva familiar y de ingresos ocurre en el ciclo productivo siguiente

- les y los recursos que alberga en favor de explotaciones agropecuarias de carácter privado.
- 2. El latifundio se ha ampliado en muchos casos mediante alteraciones de ciénagas en detrimento de áreas de uso comunal
- 3. La ampliación del latifundio se traduce en mayor concentración de la tierra. Esto obliga a las personas que han quedado con poca ó sin tierra a cambiar sus patrones productivos. v.gr., disminución de la actividad ganadera de pequeños

- productores por impedimento de la trashumancia
- 4. El cambio en el tamaño de la unidad productiva efectiva (propiedad privada + áreas comunales) sin cambios en los sistemas tecnológicos implican modificaciones en los ingresos de los productores.
- 5. Dinámica económica cultural (actividades económicas como valores culturales).
- 6. En la situación actual los niveles de absorción de fuerza de trabajo

- son bajos y relativamente estables.
- 7. El sistema de soporte corresponde a los servicios que las actividades agropecuarias requieren como provisión de insumos, asistencia técnica, comercialización, transporte... En la actualidad su crecimiento es bajo.
- 8. La demanda por bienes y servicios está directamente relacionada con el tamaño de la población y el nivel de ingresos.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	diagnóstico/hábitats sensibles	17.6.1996	29.7.2017	34	51

## Hábitats sensibles

En su conjunto, el área objeto del proyecto de riego y su zona de influencia ecológica hacen parte del gran complejo de humedales de la depresión momposina.

En palabras de Ledec (1996), "aunque los humedales con frecuencia han sido considerados (y aún lo son) *tierras inservibles*, cada vez más, los humedales naturales están siendo reconocidos, por los importantes beneficios que le aportan a la sociedad. Dichos beneficios incluyen diversos servicios ambientales, tales como el suministro de agua y la regulación de caudales, el mantenimiento de la calidad del agua, protección contra los daños ocasionados por tormentas e inundaciones, retención de sedimentos y adición de suelos y hábitats para muchas especies de peces y otras económicamente valiosas. Estos beneficios son ofrecidos virtualmente sin ningún costo; sin los humedales, muchos de los mismos sólo podrían ser obtenidos –de ser posible– mediante la construcción de infraestructura a costos mucho más elevados."

A pesar del estado de deterioro en que se encuentran los hábitats del área del proyecto de adecuación de tierras de Mompox, estos juegan todavía un papel fundamental en la economía familiar de un amplio sector de la población campesina.

Estos hábitats son propiedad comunal, aunque en proceso de privatización, y si bien no son en esencia objeto del proyecto, éste tácitamente los puede tomar como áreas no utilizables. En este sentido las afirmaciones generales de Ledec (1996), cobran una relevancia especial en la isla de Mompox.

No es el status actual el criterio fundamental para definir la sensibilidad particular de un área a las acciones y procesos del proyecto de adecuación de tierras. Desde esta óptica prácticamente no existirían áreas sensibles.

Para su definición se debe considerar por una parte, los servicios ambientales que proveyeron, proveen o pueden en un futuro proveer y por otra la dinámica natural de la planicie del Magdalena, i.e., el régimen pulsátil y su capacidad de recuperación natural. En este sentido, la concepción del proyec-

to se deben tener en cuenta los siguientes elementos que definen las áreas ecológicamente sensibles:

1. Servicios ambientales actuales y potenciales (por nuevos usos o por recuperación de usos perdidos) de los diversos hábitats y población beneficiada
2. Status actual de deterioro, causas y posibilidades de restauración de los diversos hábitats
3. Alteración potencial y mitigabilidad de las acciones y procesos del proyecto de adecuación de tierras sobre los diversos hábitats de la planicie.

Con base en éstos se preparó el mapa 4. de áreas sensibles cuya leyenda se presenta en la tabla 12.

Tabla 12. Leyenda del mapa 4., hábitats sensibles en zona de influencia de la fase de riego del proyecto de adecuación de tierras de Mompox

hábitat	bocanas	caños	playones
importancia geomorfológica	• interrupción del albardón del río	• transporte de sedimentos	• renovación de suelos
hidrológica	• intercambios de agua + materiales + organismos entre río y ciénagas	• conexión río-ciénagas, transporte de sedimentos, nutrientes, organismos	• almacenan agua de crecientes
ecológica	• permiten el ingreso/salida de peces y salida de vegetación flotante	• ecotono con abundancia de especies de cacería, en particular en el estiaje	• procesamiento de nutrientes • enlace de cadenas tróficas terrestre y acuática: sedimentos-vegetación-herbívoros- carnívoros- inundación- descomposición
socioeconómica y cultural	• sitio de pesca en la subienda	• sitio de caza y pesca • vía de navegación	• áreas de caza, pastoreo y cultivos en estiaje • áreas de uso comunal
acciones que se pueden realizar	• se pueden limpiar • si están enfrentadas al flujo del río, se debe corregir para que el agua de los caños fluya hacia el río en el mismo sentido y desde el río en forma paralela a subparalela para impedir ingreso excesivo de sedimentos	• se pueden limpiar/dragar. • no es conveniente rectificar, canalizar ni revestir sus lechos • el material dragado puede ser depositado sobre los albardones naturales de los caños	• en estiaje se pueden sembrar cultivos de ciclo corto que no requieran maquinaria ni la utilización de insumos agroquímicos (abonos, biocidas)
status actual (general)	• obstruidas por sedimentos, desechos domésticos y agropecuarios • enfrentadas a la corriente del río por avulsión inducida	• flujo interrumpido por vegetación acuática flotante y arraigada • represados por puentes y alcantarillas inadecuadas • contaminados por desechos domésticos • desprovistos de vegetación riparia boscosa	• suelos compactados por pisoteo de ganado y deteriorados por sobrepastoreo • sujetos a fuegos anuales para cacería y manejo de pastos • expuestos a sequías prolongadas por taponamiento y avulsión de caños • apropiados por vecinos y terratenientes

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/ prefactibilidad riego	diagnóstico/hábitats sensibles	17.6.1996	29.7.2017	35	51

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	evaluación/consecuencias físicas	17.6.1996	29.7.2017	36	51

## Evaluación

La evaluación de las implicaciones ambientales del componente de riego del proyecto de adecuación de tierras de Mompox se desarrolla en dos escalas, *gruesa* y *fin*. Las dos son *relativas* (opuesto a absolutas) puesto que se requiere discriminar entre alternativas, y en general *cualitativas*, dadas la fase del proyecto (prefactibilidad) y la limitada información cuantitativa confiable.

La evaluación gruesa se basa en el contraste de los diagramas de funcionamiento *actual* de la planicie presentados en el diagnóstico (procesos geomorfodinámicos, ecológicos y socioeconómicos), con nuevos diagramas que incorporan las *acciones del proyecto* (suministro de agua, canales de distribución y plan agropecuario). El objetivo de este análisis es *identificar* los puntos de los procesos en donde las acciones del proyecto *potencialmente interfieren* con el funcionamiento natural y *refuerzan o contrarrestan* los cambios naturales o culturales que actualmente ocurren en la planicie.

La evaluación a escala fina toma los puntos de conflicto identificados en el

análisis grueso, los contextualiza geográficamente; desarrolla la cadena de causalidad *acción del proyecto* → *cambio físico* → *cambio ecológico* → *cambio social*; examina los *factores atenuantes* de las consecuencias identificadas, ya sea por su pequeña magnitud, baja probabilidad de ocurrencia, o porque se trata de situaciones actuales; define las posibles *medidas de mitigación o compensación* e identifica la información requerida para la realización de una *evaluación cuantitativa* en una fase posterior.

### Procesos geomorfodinámicos en la situación con proyecto

Los procesos geomorfodinámicos de la planicie aluvial serían afectados por el proyecto únicamente en la limnofase y equivalen a una intensificación artificial del estiaje (aumento de la *intensidad* en la *f* fitras) en el cauce del río, por reducción de la lámina de agua, mas que del caudal mismo, dada la gran anchura del cauce mayor <sup>1</sup>.

El sistema de suministro de agua en las tres alternativas, además introduce a la planicie sedimentos del río que no son removidos por los decantadores, en una época cuando estos normal-

mente están saliendo (depósito en vez de erosión) **A**, figura 14. La magnitud de este proceso, sin antecedentes en una limnofase normal ni en el manejo actual de la planicie, es proporcional a los caudales derivados del río. En este sentido la alternativa C que suple el 39% del agua con bombeo del brazo de Mompox y el resto mediante manipulación hidráulica de ciénagas, tiene el menor efecto. Las alternativas B y A son semejantes, aunque la B reparte el cambio entre captaciones del brazo de Mompox y del brazo La Victoria, mientras que la A toma 100% del agua para riego del brazo de Mompox.

Las reducciones de caudal (de lámina) en los brazos Mompox y La Victoria durante el estiaje inducen una tendencia a mayor sinuosidad, se facilita la formación de islas en el cauce y se amplía la zona de orillares **B**, figura 14.

Como consecuencia de la disminución de la lámina del río (en los brazos de La Victoria y de Mompox) ciertos caños y bocanás quedarán aislados con mayor frecuencia que en la actualidad y se interrumpe el flujo ciénaga-río, **C**, figura 14.

1. En la planicie, por supuesto, el efecto es de *reducción de la intensidad de la sequía*, pues es éste el objetivo del proyecto.

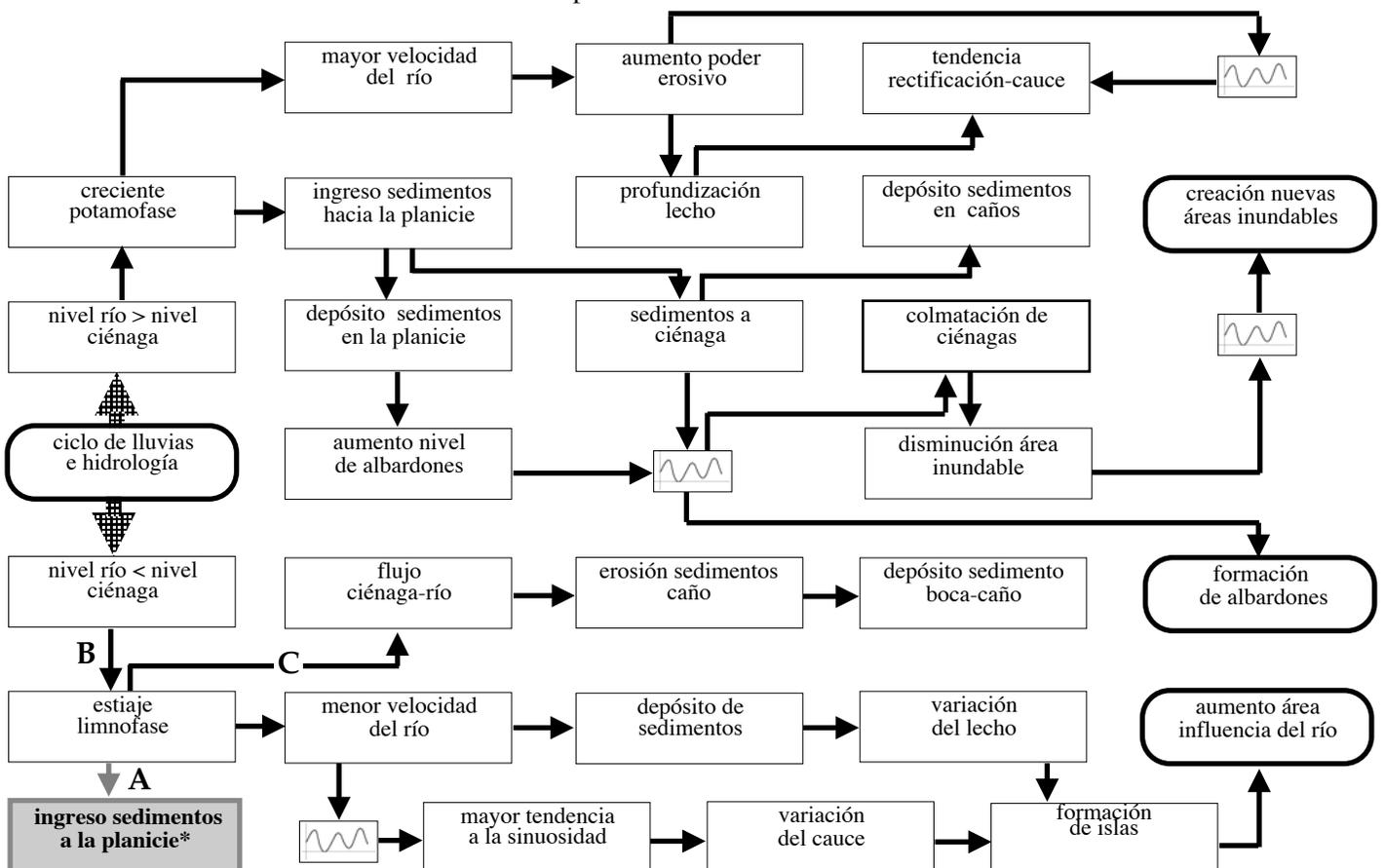


figura 14. procesos geomorfodinámicos fluviales con proyecto, comparar con figura 4, p. 14.

\* nuevo proceso con el proyecto durante la limnofase, ingreso de sedimentos en forma artificial a la planicie ( bombeo, estructuras de retención, canales y compuertas )

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	evaluación/aspectos ecológicos	17.6.1996	29.7.2017	37	51

**Interferencias posibles del funcionamiento con el proyecto**

La implementación de las alternativas de riego del proyecto de adecuación de tierras de Mompox (A, B o C abajo) potencialmente pueden incidir sobre la planicie aluvial mediante los procesos que se relacionan adelante y se ilustran en la figura 16. La letra indica la alternativa.

A. Bombeo en San Roque (brazo de Mompox)

B. Bombeo en San Roque para el sector Este + bombeo en La Victoria para sector Oeste

C. Bombeo en San Roque para el sector Este + almacenamiento de excesos de período lluvioso en ciénagas de la depresión central y bombeo en estiaje para sector Oeste

**A1. ingreso de aguas a la zona del proyecto durante el período seco:** implica los siguientes cambios en las condiciones del medio: reducción de playones por aumento de los niveles de estiaje de los distintos cuerpos de agua; ampliación temporal de los hábitats de insectos (i.e., plagas de cultivos, vectores de enfermedades, etc), lo cual hace necesario el empleo de insecticidas, cuyos residuos finalmente llegarán cuerpos de agua.

Segun estimativos de SNC-Lavalin 10-20% del agua de riego llegaría a las ciénagas. Estas aguas, por provenir de un río con caudales bajos, presentan mayores concentraciones de nutrientes y contaminantes, además de los que ingresarán con la escorrentía. El aumento recurrente de nutrientes y contaminantes acelerará el

proceso de eutrofización actual, facilitado por la abundancia de vegetación flotante y por el uso de las ciénagas como reservorios de desechos. Los hábitats de peces se limitarán aún más, cambiará la composición de especies y afectará la producción pesquera.

Paralelamente, se espera un incremento en la tasa de bioacumulación de elementos contaminantes en peces y macrófitas (v.gr. *Eichornia crassipes*), implicando riesgo para los consumidores, hombre y fauna asociada (v.gr. chigüiros). Es importante considerar aquí la calidad del agua para el mismo riego, la cual ya de por sí durante el muestreo realizado presenta, para algunos parámetros, niveles superiores a los límites permisibles para riego, (ver tabla 7.).

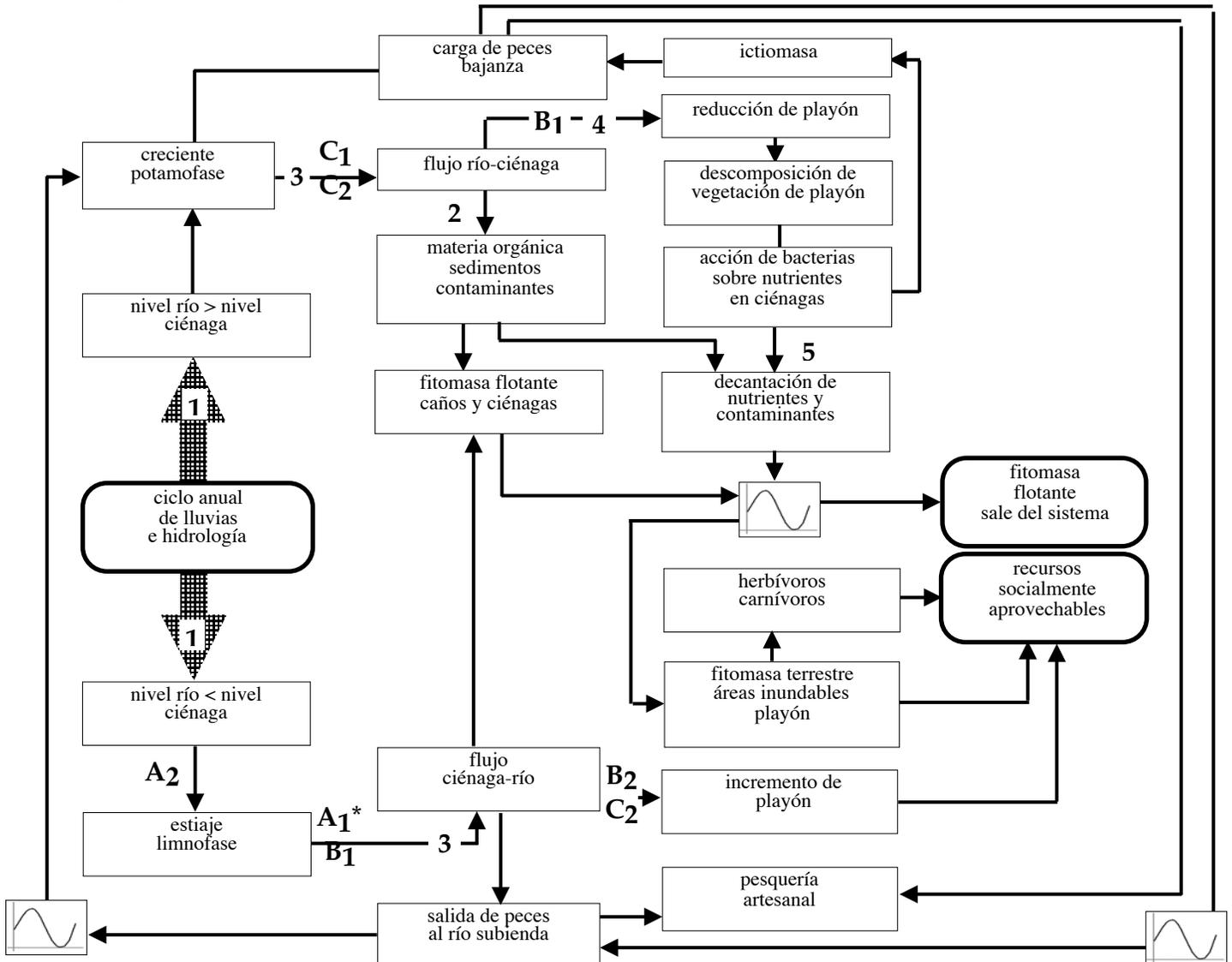


figura 16. funcionamiento de la planicie de inundación de Mompox con interferencias atribuibles al proyecto, indicadas por una letra con subíndice, los números corresponden a las interferencias actuales, descritas en el capítulo de diagnóstico. Comparar con figura 5., p. 15.

\* nuevo proceso derivado del proyecto, reactivación de hábitats acuáticos y formación de refugios mésicos para flora y fauna terrestre durante estiaje por ingreso de agua a la planicie .

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	evaluación/aspectos ecológicos	17.6.1996	29.7.2017	38	51

**A2. disminución de caudal:** puesto que el cauce mayor del río es amplio en el brazo de Mompox (> 250 m en algunos tramos) los períodos de estiaje normales son críticos por la furcación y descenso de la lámina de agua. (p. ej., se dificulta, y aun se paraliza, la navegación con chalupas entre Mompox y El Banco). Por esta razón, el bombeo de agua, aún en condiciones de caudales normales durante este periodo, implica alteraciones aguas abajo del sitio de toma, por el brazo de Mompox, en donde el menor caudal hace aun más crítico el flujo ciénaga-caño-río en áreas externas al proyecto. Además, disminuye, en los tramos donde el río se retira de las márgenes, la capacidad de dilución de aguas servidas de los pobladores ribereños, quienes tendrán mayor dificultad para la utilización del recurso, es decir las aguas estarán más contaminadas y alejadas de los sitios de vivienda.

**B1. represamiento y mantenimiento de nivel:** la disminución de la variación del nivel del agua implicaría eliminar las características de la limnofase.

La elasticidad natural de la planicie de inundación se pierde, es decir, se reducen o eliminan los playones, tal como el de Juan Torres, área de elasticidad de las ciénagas Vizcaína, Los Troncos y del Medio, uno de los más reconocidos y utilizados por ganaderos de la región (foto 8. playón de Juan Torres, complejo de ciénagas sur de Guataqui-

ta).

El manejo de las compuertas o estructuras de represamiento en forma irregular puede llevar a la alteración de los procesos migratorios y de maduración de gónadas de la ictiofauna incidiendo en su reproducción y, con el tiempo en su disponibilidad como recurso explotable.

**B2. ampliación del espejo de aguas en período seco:** significa el ampliar los hábitats para los insectos, plagas y vectores, incrementándose el uso de insecticidas que terminan residualmente en las aguas, alterando su calidad en decremento de la diversidad de especies y la producción pesquera.

**C1. arreglo de caños y conexiones entre las ciénagas:** desde el punto de vista de permitir los flujos evidencia ventajas ya que se permite la dinámica (variaciones de niveles) en cuerpos que se están colmatando y que por estas anegados son poco utilizados, lo cual facilita el establecimiento de fauna asociada, relictos actuales de la biodiversidad.

Es precisamente por este último aspecto, que el arreglo de caños debe estar limitado al propio lecho y no a su entorno, ya muy intervenido.

Un aspecto importante dentro de la rectificación y adecuación de los caños, es la estructura y disposición de los mismos, ya que es su discurrir sinuoso, de múltiples vueltas en poca

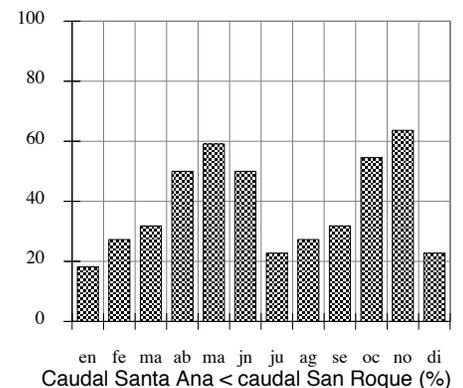


foto 8 Pastoreo en playón de Juan Torres distancia (v.gr. caño Mundo al revés), lo que permite su funcionamiento como filtro de sedimentos, controlando en forma natural la colmatación de las ciénagas. Se auna el papel que juega la vegetación acuática (*Eichornia crassipes*, *Pistia stratiotes*) presente no solo en los caños, sino también dentro de las ciénagas, como bioacumuladores de metales pesados, lo cual permite la autodepuración del sistema.

Este arreglo de caños y conexiones de las ciénagas internas al área del proyecto y que permite simular la dinámica de la planicie inundable, involucra la revisión y manejo de las alcantarillas a través de los diques que delimitan la zona y sirven de base para las vías Mompox-Margarita-Hatillo de Loba y Guataca-SantaRosa-Guataquita-Canterra. Este aspecto reviste dificultades con los propietarios de terrenos por donde discurren o discurrían dichos caños, ya que muchos de ellos han sido interrumpidos con el fin de desecar áreas o mejorar las vías (v.gr. caño Guacamayón).



foto 9. brazo de Mompox durante una estación seca típica (foto archivo Neotrópicos)



**C2. aumento de caudales a las ciénagas internas:** el mejorar los caños de conexión con las ciénagas, implica mayores caudales a los actuales, produciéndose un aumento en el nivel lo que se traduce en la reducción de playones ahora existentes y utilizados por las poblaciones cercanas, reduciéndose el área para pastoreo del ganado, con todas las implicaciones económicas que ello conlleva.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	evaluación/aspectos socioeconómicos	17.6.1996	29.7.2017	39	51

## Evaluación ambiental del plan agropecuario

La concepción del plan agropecuario propuesto se basa en tres marcos de referencia:

1. consideraciones económicas estructurales del sector primario :

- a nivel nacional (comercio internacional, contracción de la oferta nacional de algunos productos),
- a nivel regional (sistema de soporte para el sector primario, desempleo estructural).

2. condicionantes del Estado para la inversión pública: mejorar la competitividad de los productos nacionales, equidad en la distribución de los beneficios, desarrollo perdurable, autofinanciamiento de los proyectos y participación comunitaria en su mantenimiento y operación.

3. aptitud agroclimática y en el uso potencial del suelo.

Para la definición de los paquetes tecnológicos se exponen claras premisas concomitantes con lo anterior, referidas a la necesidad de garantizar la perdurabilidad de la base natural de recursos, mejoramiento de los actuales sistemas de producción, crecimiento económico, disminución de los niveles de desempleo y subempleo.

La presente evaluación ambiental del plan agropecuario se hace desde dos perspectivas complementarias de análisis:

- Los efectos que sobre el medio natural puede generar
- La pertinencia del estilo de desarrollo propuesto para la zona del proyecto.

## Implicaciones ambientales del plan agropecuario

Las poblaciones de insectos y de microorganismos, con el establecimiento de cultivos intensivos, sufren cambios debido a que sus hospederos y la disponibilidad de alimento aumenta considerablemente. En el campo se detectó la presencia de algunos insectos que pueden convertirse en plaga para los cultivos que se propone establecer y que son comunes a cultivos como algodón, sorgo, maíz y soya, es el caso del insecto *Spodoptera* sp.

Las recomendaciones del plan agropecuario sugieren que debe hacerse un control integrado de plagas y enfer-

medades, sin embargo, la propuesta técnica para cada cultivo involucra únicamente el control químico y no considera todas las factores que deben tenerse en cuenta como son: conocimiento sobre la biología y ecología del agente causal y del cultivo, enemigos naturales, impacto de aplicación de pesticidas sobre fauna y microorganismos benéficos, y sobre el cultivo y los niveles de daño que puede soportar, entre otros.

A pesar de que son muchos los beneficios económicos que justifican el uso de pesticidas y que el manejo integrado no excluye el uso racional de ellos, paulatinamente se han ido desencadenando una serie de consecuencias indeseables por su uso inadecuado, a las que aún no se da la solución. El algodón es característico pues en el país ha tenido momentos críticos como en 1977 cuando no se logró controlar un complejo de plagas ni con las más potentes mezclas que para entonces surgieron. En 1989 se reporta una reducción drástica de pesticidas en el Valle del Cauca en dicho cultivo. (Madrigal, 1992). Se debe buscar la mejor alternativa de manejo de este cultivo para evitar los riesgos de contaminación, y se deben considerar alternativas con otros cultivos.

El uso de insecticidas es desventajoso, especialmente en una región de alta sensibilidad ambiental y que no tiene tradición de uso de biocidas en su agricultura de subsistencia. Muchas son las consecuencias que conlleva el uso de plaguicidas, las principales se resumen así:

- dan lugar a residuos tóxicos en los productos alimenticios de origen agrícola y pecuario
- inducen el fenómeno de resistencia lo que conduce al uso de dosis cada vez más elevadas del pesticida, uso de los más altamente tóxicos, mezcla de diferentes productos buscando mayor efectividad, mayor frecuencia de aplicación, etc.
- inducen el fenómeno de resurgencia de las especies que se está tratando de controlar y el ascenso en el status de plagas secundarias a primarias.
- eliminan enemigos naturales, polinizadores y trae efectos dañinos sobre la fauna silvestre y animales domésticos
- restringen la participación de productos en mercados internacionales.

• contaminan todos los reservorios ambientales (suelo, agua, aire, organismos), y por todos ellos llegan al organismo humano causando graves problemas toxicológicos (mutagénesis, teratogénesis, carcinogénesis, neurotoxicidad, lesiones hepáticas, lesiones renales, atrofia testicular, esterilidad masculina, cistitis hemorrágica, hiperglicemias o diabetes transitorias, fibrosis pulmonar irreversible, disminución de las defensas orgánicas y reacciones de hipersensibilidad). Al contaminar las aguas afectan la fauna que allí habita, especialmente a los peces.

Específicamente se presentan dos insecticidas en el plan agropecuario, ambos pertenecientes al grupo de los organofosforados: Malathion y Dimecron. El Malathion es de alta toxicidad y corta acción residual, muy peligroso para los operarios que lo manipulan (manejo, preparación, aplicación); en dosis altas pueden causar quemazón al follaje de sorgo, algodón y cucurbitáceas; tiene acción de contacto e ingestión; es tóxico para peces. El Dimecron es insecticida y acaricida sistémico; se absorbe en unas tres horas por las hojas y su acción residual en la planta es de 10 días; es peligroso para la fauna benéfica durante su aplicación, aunque después de entrar a la planta es selectivo para chupadores. Ambos pueden ser acarreados por el viento y lixiviados por exceso de lluvia. Causan intoxicaciones agudas, mutagénesis, teratogénesis, carcinogénesis y neurotoxicidad. Son solubles en agua y tienen gran movilidad en el suelo, excepto los que tienen alto contenido de arcillas. Su uso continuo puede afectar la microflora y la microfauna y contaminar las aguas superficiales o subterráneas.

Cuando los pesticidas son aplicados por vía aérea, el arrastre por corrientes de aire es mayor y pueden ser transportados a sitios distantes causando mayor contaminación.

Los herbicidas propuestos en el plan agropecuario son gramoxone, round up y gesaprim. Los herbicidas son menos tóxicos para humanos y animales y tienen bajo efecto residual, siempre y cuando se usen racionalmente. El gramoxone y el round up no son selectivos y al ser arrastrados por el viento pueden afectar la vegetación que no es su objeto.

proyecto	temática	creado	modificado	página	n° páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	evaluación/aspectos ecológicos	17.6.1996	29.7.2017	40	51

La mecanización de los suelos para el sistema de agricultura propuesto causa compactación de éstos, lo cual incide directamente sobre la estructura y al cambiar ésta, la infiltración, la permeabilidad, la circulación del aire, y la posibilidad de germinación y de enraizamiento también se alteran. La falta de cobertura permanente de los suelos y las labores de adecuación, favorecen los procesos de erosión hídrica, principalmente.

Nuevas variedades conllevan un paquete tecnológico que puede romper con la tradición de manejo de los pequeños agricultores y exigen grandes cantidades de insumos para lograr los rendimientos deseables. Si se desplazan las semillas usadas tradicionalmente en los cultivos de pancoger, se pierde la adaptabilidad genética adquirida durante años, por procesos de recombinación y selección natural.

En el caso de que se restringiera el acceso a los playones del ganado de los pequeños y medianos productores, su escala de producción inmediatamente cambiaría, pues se disminuye sustancialmente para cada uno de ellos en particular el área disponible para el pastoreo. Además, se cambia el sistema de manejo de praderas ya que la rotación que tradicionalmente se hace desde las tierras altas hacia los playones y viceversa, permite recuperación del pasto y no se hace sobrepastoreo, evitándose la compactación y cambio de estructura en el suelo.

Si bien la trashumancia del ganado trae efectos que restan rendimiento al hato ganadero, la posibilidad de tener mayor número de cabezas con el sistema de rotación y, por ende, la mayor perdurabilidad de los ecosistemas locales, compensa satisfactoriamente la actividad ganadera.

En el plan se calculó una capacidad de carga por hectárea en el conjunto de la región, sin embargo, al realizar el estudio de factibilidad, se debe calcular para grupos de predios con características similares para que no haya sobrecarga.

tabla 16. Tenencia de la tierra en la zona del proyecto

tamaño del predio (ha)	< 2	2-5	5-12	12-20	20-50	50-100	100-300	>300	total predios
n° de predios	602	380	324	135	140	41	29	18	1.669
porcentaje	36,07	22,77	19,41	8,09	8,39	2,46	1,74	1,08	100
áreas (ha)	524	1211	2483	2082	4261	2701	4495	10072	27.829
porcentaje	1,88	4,35	8,92	7,48	15,31	9,71	16,15	36,19	100

Fuente: estudio de prefactibilidad y factibilidad para el proyecto de adecuación de tierras de Mompox. Informe de diagnóstico. SNC Lavalin International. Bogotá. 29.5.96

## Pertinencia del estilo de desarrollo propuesto

Por estilo de desarrollo se entiende "el conjunto de formas concretas en que la sociedad colombiana se moviliza y usa sus recursos físicos y humanos para lograr sus objetivos" <sup>1</sup>.

Las consideraciones hechas sobre aspectos estructurales de la economía del país, si bien recogen la situación nacional de los productos analizados, no significa que las medidas tendientes a contribuir en la solución del problema pueden implementarse en cualquier contexto cultural y espacial. En este sentido se encuentra descontextualizado el plan agropecuario propuesto, si se considera lo siguiente:

1. Las diferentes alternativas propuestas para el plan agropecuario, implican un cambio radical en la estructura del uso del suelo. Se fundamenta en su uso potencial y no considera el uso recomendable que implica incorporar en las decisiones la estructura de preferencias culturales de la población (incluye lógicamente la habilidad del productor para realizar las actividades), tanto residente en la zona del proyecto como de los propietarios, absentistas, de la mayoría de la tierra.
2. La tendencia del uso del suelo en la región en general, la zona del proyecto no es la excepción, es hacia la potrerización del territorio. Esta tendencia, *vocación económica cultural*, se

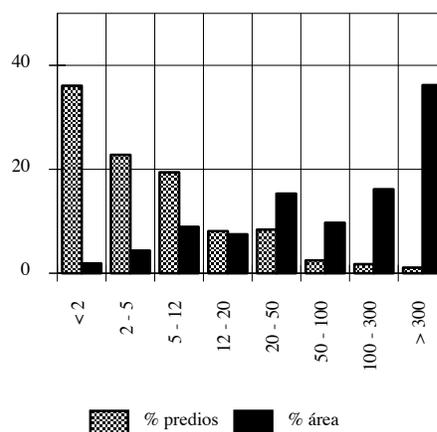


figura 17. Tenencia y área de predios

explica por diferentes razones:

- por la concentración de la propiedad (tabla 15) por parte de terratenientes, cuyas decisiones de inversión están claramente orientadas hacia la ganadería.
- por las restricciones que la inundación recurrente ha impuesto a la agricultura, ha sido un factor estructurante de la cultura, que ha derivado una marcada vocación ganadera.
- por la aspiración arraigada en la población de convertirse en ganadero. Poseer ganado, no importa la cantidad, da status social. La estratificación social en la región se reconoce en orden de importancia así: ganadero, agricultor, pescador y por último el machetero (jornalero).

3. Según el diagnóstico social, la población en edad productiva residente en la zona del proyecto es el 46,4%, el promedio de personas por familia es de 4, lo cual significa 1,85 persona por familia. Se deduce entonces que la disponibilidad de fuerza de trabajo familiar anual es de 462,5 jornales por año ó 39 mensuales, suficientes para atender unas 10 ó 12 hectáreas en cultivos con los sistemas de producción actuales.

Pequeños propietarios, que poseen cerca del 80% de los predios y del 15% del área, incorporan a la agricultura, en la mayoría de los casos máximo 1 hectárea y el resto lo dedican a la ganadería (en muchos casos menos de 2 ha.). Con esta dedicación económica existe un alto desempleo estructural. Sin embargo se explica fundamentalmente por razones culturales más que económicas. Vale la pena señalar que la mayoría de estos propietarios poseen tierras que no se inundan. Cuando se preguntó en el trabajo de campo sobre las razones para dedicar pequeñas áreas a la ganadería (1 ó 2 hectáreas) en lugar de hacer agricultura, la respuesta fue: la agricultura tiene mucho trabajo.

4. La producción regional comercializada (carne, cítricos) no se afectó por la internacionalización de la economía. La solución a los problemas deben pensarse para las zonas afectadas.

1. Carrizosa Umaña, Julio. La política ambiental en Colombia. Desarrollo sostenible y democratización. CERE-REC. Serie ecológica n°2. Bogotá, Marzo de 1992.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	evaluación/aspectos ecológicos	17.6.1996	29.7.2017	41	51

### Otros limitantes sociales

- La alternativa de riego con almacenamiento de agua en las ciénagas centrales, implica la reducción de playones de uso comunal. Esto significa que el área efectiva de la unidad productiva de las familias que los usan durante el verano se verá disminuida y por lo tanto sus ingresos,

Esto es mitigable en la medida en que sean compensados con tierra suficiente para mantener el tamaño de sus actividades productivas, especialmente el ganado, ó por la vía de apoyo para el mejoramiento de su nivel tecnológico que le permita mayor intensidad en

el uso de la tierra de su propiedad, como se propone en el plan agropecuario.

- El éxito del proyecto finalmente va a depender del grado de asimilación por parte de los usuarios de todos los cambios que implica.

Algunos son bastante improbables como el paso de ganadería a agricultura, especialmente por parte de los grandes ganaderos que poseen la mayor parte del área. Como ya se dijo, la racionalidad de inversión de éstos responde más a un estilo de vida que a factores estrictamente económicos.

- Por otra parte, la falta de mentalidad empresarial de la mayoría de la pobla-

ción, el bajo nivel de escolaridad, la escasa habilidad de los productores para manejar paquetes tecnológicos modernos, son obstáculos que requieren un relevo generacional, acompañado de capacitación para removerlos. En este sentido, es muy difícil que se pueda implementar el proyecto en 6 años como se propone.

- La claridad por parte de los usuarios sobre el proyecto y las obligaciones que se adquieren, es condición indispensable que debe asegurarse antes de tomar decisiones, a fin de contar con factibilidad social y evitar inversiones improductivas o que beneficien a personas distintas de los habitantes y fa-

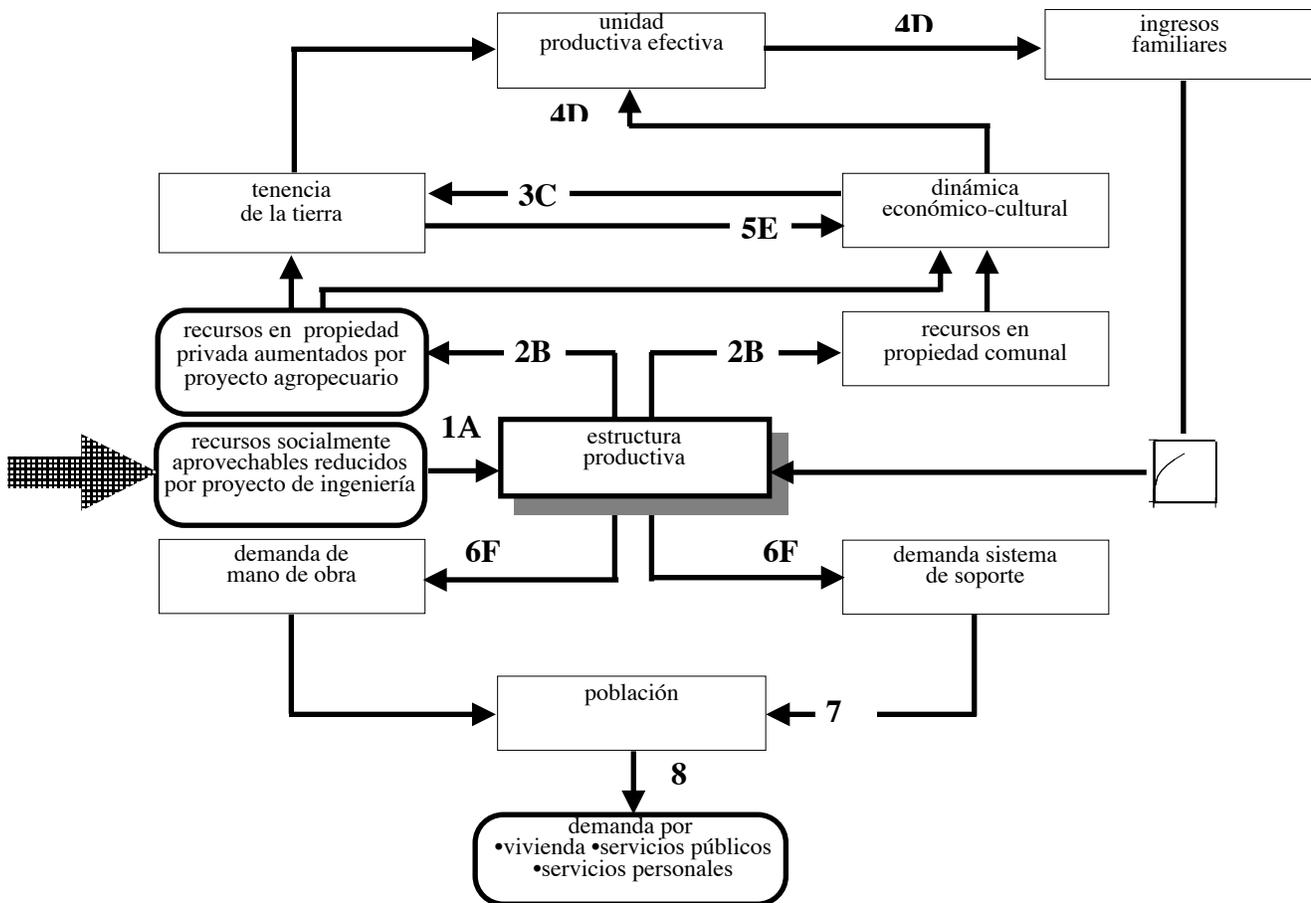


figura 18. Diagrama de procesos socioeconómicos con proyecto

milias para quienes supuestamente se ha pensado el proyecto

En la figura 18. los números representan las tasas de cambio en la situación actual. Las letras representan la situación con proyecto. En general se puede afirmar que las tasas de cambio actuales son relativamente bajas y que el proyecto las dinamizará.

1. Las alteraciones de los recursos socialmente aprovechables (fauna, flora, macrohábitats) han mermado la pro-

ductividad natural de la estructura productiva (la zona en conjunto: suelos, bosques, ciénagas...) en favor de actividades agropecuarias, v.gr. el aislamiento de ciénagas disminuye la pesca y se incrementa el área en ganadería

2. El latifundio se ha ampliado mediante alteración de ciénagas en detrimento de áreas de uso comunal.

3. La ampliación del latifundio, mayor concentración de la tierra, obliga a las

personas que han quedado con poca ó ninguna tierra a cambiar sus patrones productivos. v.gr., disminución de la actividad ganadera por impedimento de la trashumancia de ganados.

4. El cambio de tamaño de la unidad productiva efectiva (propiedad privada + áreas comunales) sin cambios en los sistemas tecnológicos, conduce a reducciones en los ingresos de los productores.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	evaluación/verificación ambiental	17.6.1996	29.7.2017	42	51

5. Dinámica económica cultural (actividades económicas como valores culturales). Básicamente las desafíos del proyecto en cuanto a organización empresarial y comunitaria, reevaluación de bienes comunes (agua), cambio de énfasis en el uso del suelo (de ganadería a agricultura).

6. En la situación actual los niveles de absorción de fuerza de trabajo son bajos y relativamente estables. El proyecto dinamizará la generación de empleo.

7. Para el desarrollo del proyecto es necesario que se den desarrollos concomitantes del sistema de soporte para las actividades agropecuarias. Esta opción atraerá a población.

8. La demanda por bienes y servicios está directamente relacionada con el tamaño de la población y el nivel de ingresos. Con el crecimiento acelerado de la población que implica el proyecto estas demandas se aumentarán significativamente.

### Verificación ambiental del proyecto de riego

El propósito de esta evaluación ambiental preliminar a escala fina, es determinar, desde las primeras etapas de la planificación, las principales consecuencias ambientales potenciales de las alternativas propuestas del proyecto de riego y debe ser tenida en cuenta para discriminar desde el punto de vista ambiental dichas alternativas y para plantear los diseños complementarios.

Como herramienta para realizar esta evaluación se utilizó una lista de comprobación ambiental que identifica y describe brevemente las varias interacciones posibles que existen entre el proyecto y el medio ambiente, con base en la información técnica disponible y en el diagnóstico del medio ambiente físico, ecológico y sociocultural de la zona de influencia. Esta lista de comprobación se encuentra en la tabla 17.

Al igual que el análisis grueso descrito en las páginas anteriores, éste es *relativo* (opuesto a absoluto) por cuanto la etapa de prefactibilidad exige la discriminación entre alternativas y *cualitativo* por la limitada información cuantitativa confiable disponible.

El análisis parte de las *interacciones posibles identificadas* en el análisis

grueso mediante los diagramas de causalidad. Estas son contextualizadas geográficamente, es decir se precisan, hasta donde es posible con la información disponible, los escenarios geográficos de las interacciones.

Para cada interacción se desarrolla la posible la cadena de causalidad *acción del proyecto* → *cambio físico* → *cambio ecológico* → *cambio social*. Es decir se establece como una acción o proceso del proyecto que en general es un cambio físico, se traduce en un cambio ecológico y este a su vez en un cambio social. En ocasiones la acción o proceso del proyecto se traduce directamente en una consecuencia social; o la consecuencia ecológica no implica cambios en el contexto antrópico. La consecuencia primaria, generalmente *física*, se identifica en la tabla 17. con una letra minúscula (*a.*, *b.*, *c.*, etc.) que se repite en las demás columnas para mantener la identidad de la posible causa.

Con la información disponible, tanto del proyecto, como de la zona de influencia, no es posible cuantificar las interacciones ni evaluarlas económicamente para jerarquizarlas. Esta deficiencia, por demás normal para el nivel de prefactibilidad, se suple mediante el planteamiento de los siguientes atributos de la consecuencia:

- *factores atenuantes de las consecuencias*, es decir hechos y circunstancias que reducen la importancia de las consecuencias identificadas, ya sea por su pequeña magnitud o duración, baja probabilidad de ocurrencia, porque se trata de situaciones que ocurren en la actualidad aunque las causas sean diferentes o por que además se presentan consecuencias benéficas que pueden contrarrestar o reducir las deletéreas.
- *medidas de mitigación o compensación* que pueden ser implementadas para eliminar o reducir las consecuencias.

Por último se identifica la información requerida sobre el medio natural-cultural para la realización de una *evaluación cuantitativa* en una fase posterior del proyecto.

Es necesario enfatizar que dadas la etapa del proyecto (prefactibilidad) y la incertidumbre asociada a la base de información limitada con que se cuenta. este análisis es de relaciones poten-

ciales. Un punto particularmente relevante acerca de evaluaciones ambientales en general y en particular sobre las que se realizan en el neotrópico, es el carácter eminentemente natural -opuesto a exacto- que poseen las ciencias ambientales. La ecología no es una ciencia exacta. Cuenta con herramientas que permiten afirmar -en algunos casos con un nivel adecuado de certidumbre- que dadas ciertas situaciones *a*, otras condiciones *b* pueden ocurrir, pero siempre se corre el riesgo de que ciertas predicciones no ocurran, o de que ciertos efectos no puedan ser detectados, simplemente por la multiplicidad de factores que intervienen, aún en el más simple de los procesos ambientales.

Este alto nivel de incertidumbre asociado al *vaticinio* ambiental solamente puede superarse mediante la acumulación sistemática de datos acerca de tantas situaciones como sea posible. En otras palabras monitoreando muchos y muy diversos fenómenos ambientales con el doble objetivo de mejorar la base estadística para efectuar inferencias y para revisar los conceptos ecológicos sobre lo cuales éstas se basan.

La verificación se desarrolla para los tres componentes fundamentales del proyecto:

- el sistema de suministro de agua, tres alternativas
- la red decanales de conducción de agua de riego, la misma para todas las alternativas de suministro de agua
- el plan agropecuario, sólo se analiza la alternativa básica, puesto que las diferencias con las variantes son únicamente en cuanto a las áreas particulares dedicadas a cada cultivo.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	conclusiones	17.6.1996	29.7.2017	48	51

## Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones preliminares derivadas de la evaluación ambiental de la prefactibilidad del proyecto de riego que hace parte del proyecto de adecuación de tierras de Mompox. Estas conclusiones se presentan en relación con tres aspectos así:

1. En cuanto al diagnóstico de la estructura y funcionamiento actuales de la zona de influencia del proyecto de riego y del plan agropecuario asociado,
2. En cuanto a la evaluación ambiental preliminar de las alternativas del plan de ingeniería y del plan agropecuario, y
3. En relación con la información complementaria requerida para la elaboración del estudio de impacto y plan de manejo ambientales

### 1. Diagnóstico

#### *Status ecológico*

En general la isla de Mompox, y en particular el área objeto del proyecto y su zona de influencia presentan un estado avanzado de deterioro de los recursos naturales y del funcionamiento natural de la planicie aluvial.

No se encuentran restos de bosques primarios y las pequeñas manchas de bosque secundario existentes son objeto de extracción selectiva de leña y de maderas para estacones, cercas y construcciones. Las áreas boscosas están expuestas al ramoneo de ganados que retarda y aun impide la regeneración natural y deteriora los suelos y al fuego, empleado para manejar pastos y para cacería de subsistencia.

En la zona del proyecto no existe un solo complejo de ciénaga-caño-playón en condiciones naturales. Los playones son incendiados anualmente para estimular el rebrote de pastos tiernos para el pastoreo de estiaje. Los caños, tapados por vegetación acuática, sólo se limpian para instalar trasmallos de ojo pequeño durante la subienda. Con una frecuencia cada vez mayor se desvían las bocanas caño-ciénaga para inducir la colmatación y aumentar la superficie de pastos. En otras ocasiones los caños son avulsionados para impedir el ingreso de agua a las ciénagas, lo que conduce a su empobrecimiento. Muchas de las bocanas caño-río han sido reorientadas contra-corriente y se han transformado en diques que impiden el

intercambio ciénaga-río. Finalmente durante los últimos 30 años se ha construido una red extensa de carretables sobre terraplenes, sin las alcantarillas suficientes en número y capacidad, de tal manera que el pulso inundación-sequía está alterado en áreas extensas: en el lado húmedo de los terraplenes, pequeños cambios de nivel en el río causan inundaciones prolongadas y del lado seco agua, nutrientes y organismos sólo ingresan a la planicie en los eventos extremos y su drenaje en la limnofase siguiente se ve impedido.

La causa principal del deterioro es la expansión del hato ganadero y la parcialmente subsecuente construcción de vías. La expansión trae además como consecuencia una reducción de las áreas y recursos comunales (playones, ciénagas, pesca, caza...) y para compensar, una mayor depredación de los remanentes.

En este sentido son los complejos de ciénagas-caños-playones-bocanas los hábitats más sensibles, más deteriorados y más susceptibles a ulteriores deterioros. Por ser componentes con altísima dinámica física y ecológica, son relativamente fáciles de recuperar una vez cesen los factores que inducen la alteración.

Aunque las actividades agropecuarias actuales no utilizan agroquímicos (biocidas ni fertilizantes), las aguas, tanto de los brazos de Mompox y de Loba, como las de los cuerpos interiores, presentan niveles altos de metales pesados y muy probablemente de otros contaminantes. Si bien los metales pesados están hoy por debajo de niveles críticos, es posible que dadas las tasas de crecimiento industrial y poblacional en la cuenca alta del Magdalena, sus concentraciones estén en aumento.

#### *Status socioeconómico*

La situación ecológica anteriormente descrita es a la vez causa y reflejo del status socioeconómico de la población. Ésta está constituida en su mayoría por campesinos con bajísimos niveles de escolaridad, pobres, minifundistas (*parceleros*), quienes poseen la menor proporción de las tierras.

La población campesina complementa sus ingresos mediante el pastoreo de vacunos, y en menor grado la agricultura de pancoger, en los extensos playones comunales o como jornaleros

en los hatos ganaderos. La pesca y la caza, si bien relativamente importantes en ciertas áreas de la isla de Mompox, dentro de la zona del proyecto son actividades marginales, de carácter estacional, dada la escasez de estos recursos.

La emigración campesina, hacia las ciudades de la costa Caribe, del interior y aún Venezuela, es un proceso iniciado hace más de 10 lustros y continúa con altibajos. Los emigrantes producen ingresos familiares complementarios mediante remesas, cuyo monto y varianza no se conocen, pero que se consideran importantes para las economías familiares campesinas.

Finalmente, la economía informal rural es un atributo casi universal de las comunidades campesinas de la isla de Mompox. Además del pequeño comercio puerta a puerta de los productos agrícolas (yuca, plátano, frutas), se da la venta de productos caseros elaborados (bollos, arepas, queso, suevo...) y aún de servicios (trabajos domésticos, ventas de chance). Los salarios tanto rurales como urbanos son inferiores a los promedios nacionales y los mínimos no alcanzan el legal vigente.

Las áreas comunales (playones y albardones de caños) son objeto de apropiación tanto por latifundistas como por parceleros. Este proceso generalmente va acompañado de obras improvisadas de control de inundación, drenaje y *abonamiento* y desplaza las actividades extractivas y productivas tradicionales, sin que esto incite un rechazo explícito por parte de la población afectada.

La población campesina manifiesta su desinterés en la agricultura y considera su vocación como netamente ganadera, aunque ocurren algunos casos de actividades diferentes, v.gr., comunidades exclusivamente constituidas por pescadores, ciénaga El Palmar o los cultivadores de caña para fabricación de panela en Botón de Leyva (Margarita) y pequeñas plantaciones de cítricos, también en Margarita.

Los latifundios ganaderos son más una actividad de comercio de tierras y ganados que de producción, en su mayoría pertenecen a terratenientes absentistas, quienes además poseen con frecuencia tierras no inundables en áreas cercanas a la isla o en otras regiones del país.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	conclusiones	17.6.1996	29.7.2017	49	51

No existe en la región ningún tipo de organización comunitaria para la producción y la comercialización. El centro de acopio de leche de El Banco (propiedad de una procesadora láctea de Valledupar) no cumple ningún papel organizativo ni ofrece apoyo a los productores.

## 2. El proyecto de riego

### *Plan de ingeniería*

Desde el punto de vista del plan de ingeniería prácticamente todas las acciones o sus consecuencias tienen antecedentes naturales o artificiales en la región. Todas las consecuencias previsibles derivadas del proyecto ingenieril tienen un origen físico, se pueden manifestar en cambios ecológicos y estos a su vez ocasionar situaciones socioeconómicas conflictivas. Sin embargo, el status de deterioro actual, los intentos de manejo de la planicie (abonamiento, terraplenes viales, control de inundaciones) y la varianza natural e inducida en los procesos naturales de inundación y sequía son factores atenuantes de las consecuencias previsibles del proyecto ingenieril.

*Reducción de caudales.* En cuanto a la reducción de los caudales de estiaje, las alternativas A, B y C para suministro de agua presentan sólo diferencias cuantitativas, dependiendo de los volúmenes a captar en el brazo de Mompox o en el brazo La Victoria. De todas maneras, dichos caudales están dentro de los rangos de variación actual. Por otro lado, en consideración al status deteriorado de las bocanas caño-río, el efecto de aislamiento adicional y sus consecuencias (disminución del stock pesquero y problemas sanitarios aguas abajo) inducido por la reducción de caudales puede ser marginal y en cualquier caso mitigable o compensable.

La alternativa C incluye un elemento nuevo, con consecuencias complejas de evaluar y es el canal de conducción al caño Sandovalito. Por una parte, fragmenta los playones e impide el paso de fauna silvestre y ganados y por otra, puede inducir cambios en los niveles freáticos deprimiéndolos o elevándolos, con consecuencias que se extienden más allá de la servidumbre de conducción misma.

*Calidad del agua para riego.* Más que una consecuencia del proyecto es un condicionante. Desde el punto de vista ambiental, se considera importante

el contemplar el contenido de materiales contaminantes, en especial los metales pesados, dado su potencial bioacumulación por parte de plantas y animales y su toxicidad para el hombre.

En Japón, el vertimiento de aguas ricas en Cd sobre cultivos de arroz conllevó a la aparición de la enfermedad itai-itai, caracterizada por desórdenes renales y degeneración del sistema esquelético (Uhlmann, 1979; Bär, 1982). A pesar de que el hierro es un elemento esencial para todos los organismos, Bowen (1979) cita concentraciones entre 10 y 200 mg/l como tóxicas para plantas, y 200 mg/día para el hombre.

Para el caso de las ciénagas La Pedregosa, Agudelo, los valores de Cd registrados superaron 2,5 y 2,7 veces el nivel normal permitido para aguas de riego; igualmente el hierro se registró en 6,8 y 5,4 veces el nivel normativo. Otros metales se presentaron en concentraciones dentro del rango permitido. Puesto que las mediciones se realizaron al final de la época seca, se esperan concentraciones menores durante la potamofase. Sin embargo, el proyecto de riego utilizaría aguas precisamente de estiaje, que pueden tener concentraciones aún más altas.

Los resultados para coliformes totales y fecales para la ciénaga La Pedregosa, indican que sus aguas no son aptas para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto. Los restantes parámetros para estas ciénagas se registraron dentro de los rangos considerados comunes a los ambientes estudiados.

Dados los antecedentes sobre los efectos de las altas concentraciones, se reitera la necesidad de realizar varios muestreos con el fin de establecer cambios asociados a las fases del proceso sequía - inundación, no solamente en aguas sino también en los sedimentos y en tejidos de organismos.

*Hábitats-refugio en estiaje.* Tal vez la consecuencia física más importante, y con menores antecedentes atenuantes, es el ingreso de agua con niveles posiblemente altos de contaminantes a la planicie durante la limnofase y su distribución a través de la extensa red de canales prevista. Esta consecuencia es independiente de la alternativa de suministro de agua, conlleva consecuencias ecológicas y socioeconómicas igualmente importantes.

Por una parte, el aumento efectivo de hábitats de plagas e insectos que disminuirían los rendimientos de los cultivos y exigirían consumos cada vez más altos de biocidas y por otra la acumulación en las cadenas tróficas de contaminantes, tanto los actuales que transporta el río Magdalena desde las cuencas altas, como los derivados de la explotación agrícola del área., desarrollada por el proyecto de adecuación de tierras.

### *El plan agropecuario*

Este componente del proyecto es susceptible de inducir cambios ecológicos en la isla de Mompox.

Los cambios físicos son de pequeña magnitud, limitados a la transformación de suelos por la utilización de maquinaria agrícola, aunque como ya fue dicho, el largo historial de utilización ganadera del suelo en la región, es un factor atenuante importante.

La utilización del área para cultivos de estiaje y el cambio climático producido por la mayor superficie de agua en esta estación, induce un incremento de plagas y competidores de los cultivos; lo que a su vez se traduce en un consumo creciente de biocidas y fertilizantes para mantener niveles de producción competitivos. Estos agroquímicos causan eutrofización de los cuerpos de agua (ciénagas, caños y río) y se acumulan paulatinamente en las cadenas tróficas.

Esta situación se da en el contexto de una sociedad campesina pobre, con baja escolaridad, carente del bagaje cultural para administrar un nuevo sistema de producción.

Por otra parte, el plan agropecuario enfrenta condicionantes y limitaciones socioeconómicas y culturales que si bien pueden ser franqueadas, retardarán la obtención plena de los beneficios esperados o los otorgará a comunidades diferentes a las que actualmente habitan la región.

Estos condicionantes están relacionados con:

- el interés de productores en ganadería y su desprecio sistemático por las actividades agrícolas
- el bajo perfil empresarial de productores tanto terratenientes como parceleros
- la carencia de antecedentes exitosos de organizaciones comunitarias en la región.

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	conclusiones	17.6.1996	29.7.2017	50	51

### 3. Información complementaria

La evaluación preliminar de las consecuencias ambientales (físicas, ecológicas y sociales) del proyecto de riego del plan de adecuación de tierras de Mompox es meramente cualitativa y se basa en los perfiles, necesariamente imprecisos dado el nivel de prefactibilidad del proyecto, tanto del plan de ingeniería como del plan agropecuario. Para la fase de factibilidad se requiere acopiar información que permita cuantificar las consecuencias aquí definidas y diseñar las medidas de mitigación o compensación adecuadas. Esta información se puede sintetizar así:

1. Inventario y evaluación del status de las bocanas de caños, censo y ubicación de familias potencialmente afectadas por reducciones de caudal e inventario y evaluación de status de captaciones para acueductos en ambas márgenes del brazo de Mompox, aguas abajo de San Roque y del brazo La Victoria, aguas abajo de la bifurcación.

2. Medición de concentraciones en estiaje, en aguas, sedimentos y tejidos de organismos en brazo de Mompox, brazo La Victoria, ciénagas y caños de la depresión central y del complejo Vizcaína -Juan Torres de:

- metales pesados
- contaminantes orgánicos (residuos de biocidas)

3. Cartografía detallada del status de los hábitats del complejo Paraíso-El Guamo, ciénagas de la Depresión Central y complejo Vizcaína-Juan Torres:

- ciénagas, playones, caños, red de drenaje, usos de playones
- recursos pesqueros y aprovechamiento
- inventario de usuarios

4. Evaluación de las condiciones actuales en estiaje de los siguientes aspectos en el área a regar:

- microclima (temperatura, humedad del aire, humedad del suelo)
- superficie del espejo de aguas (ciénagas, jagüeyes, caños, pozas...)
- status sanitario de aguas lénticas (vectores hidrófilos)

5. Selección de especies de peces y fuentes de propágulos para poblamiento de ciénagas canales y caños

6. Evaluación del status actual de hábitats acuáticos susceptibles de eutrofización por escorrentía rica en nutrientes (ciénagas de la depresión central).

7. Evaluación ecológica y económica de cambios actuales de usos del suelo (hectárea cúbica, ganadería de búfalo, zocriaderos...) y definición de perfil de los productores en relación con:

- demografía
- status de tenencia de tierra
- uso del suelo por predio
- nivel de escolaridad
- grado de comprensión actual del proyecto

proyecto	temática	creado	modificado	página	nº páginas
pat-Mompox, estudio ambiental/prefactibilidad riego	bibliografía	17.6.1996	29.7.2017	51	51

## Bibliografía

- Amoros, C. & G. van Urk. 1989. Paleoeological Analysis of Large Rivers: Some Principles and Methods. In: Historical Change of Large Alluvial Rivers: Western Europa. G.E. Petts (Editor). pp. 143-165 John Wiley & Sons Ltd.
- Amoros, C., A.L.Roux, J.L.Reygrobelle, J.P. Bravard, G. Pautou 1987 A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. *Regulated Rivers*, 1:17-36. John Wiley & Sons, Ltd.
- Amoros, C., J.P. Bravard, J.L. Reygrobelle, G. Pautou, A.L. Roux .1988. Les concepts d'hydro-système et de secteur fonctionnel dans l'analyse des systèmes fluviaux à l'échelle des écosystèmes *Bull. Ecol.*,19(4):531-546
- Arias A., Plinio, 1985. Las ciénagas en Colombia. En: *Divulgación pesquera*, Vol. XXIII, N° 3, 4, 5. Bogotá, pp.: 38 - 70.
- Arias, P. 1977 Evaluación limnológica de las planicies inundables de la cuenca norte del río Magdalena. Proyecto para el desarrollo de la pesca continental. Inderena-FAO. Bogotá.
- Bär, Friedrich. 1982. La situación toxicológica en la civilización moderna. En: *Ecología y protección de la naturaleza*. Conclusiones internacionales. Sioli, H (ed).Barcelona, pp.:165-191.
- Barros L., Santiago & G. Gutiérrez V., 1986. Problemática de la contaminación del río Magdalena y su incidencia en el tratamiento del agua. En: *Memoria del foro sobre contaminación del río Magdalena y sus alternativas de solución*. Ediciones Uninorte. Barranquilla, pp.: 131 - 140.
- Bowen, Humphry John M., 1979. *Environmental Chemistry of the elements*. Academic Press Inc. London, 333 p.
- Consorcio Carinsa-Incoplan Ltda, 1993. *Obras de rehabilitación del río Magdalena sector Barrancabermeja-La Gloria*. Estudio de impacto ambiental. Bogotá, 81 p.
- Cornare, 1994. Decreto número 2105 de 1983 (julio 26), por el cual se reglamenta parcialmente el Título II de la ley 09 de 1979 en cuanto a la Potabilización del agua. Oficina de comunicaciones CORNARE, 65 p.
- Drago, E. C.E. 1990 Geomorphology of large alluvial rivers: lower Paraguay and middle Parana. *Interciencia*, 15(6): 378-397
- Forero de L., G., E. Lora, P. S. Sánchez. 1986. Calidad de las aguas del río Magdalena. En: *Memoria del foro sobre contaminación del río Magdalena y sus alternativas de solución*. Ediciones Uninorte. Barranquilla, pp.: 95 - 120.
- García Lozano, L. C. 1993. Consecuencias de la ocupación de las planicies aluviales, el caso del río Magdalena. 1er. seminario internacional del agua. Medellín.
- García Lozano, L. C. 1997. La importancia ecológica del régimen pulsátil del río Magdalena. *Memorias del simposio río Magdalena: ecología y cultura*, Mompox, febrero 26-29, 1996. *Licania arborea* 1(2) en prensa.
- 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
- Gast H., Fernando & A. V. Ayala R., 1992. Bioindicadores para el control ambiental. En: *Contaminación ambiental*. Medellín. Vol. 4 N° 23 (Ene-Jun, 1992), pp.: 25 - 36.
- Gentry Albert. 1996. Species richness and floristic composition of Choco region plant community. *Caldasia* 15(71-75):71-92
- Hahn, Joachim, 1986. Algunos efectos de la contaminación acuática sobre la salud humana. En: *Memoria del foro sobre contaminación del río Magdalena y sus alternativas de solución*. Ediciones Uninorte. Barranquilla, pp.: 121 - 129.
- Hill, G. & H. Rai. 1982 A preliminary characterization of the tropical lakes of the Central Amazon by comparison with polar and temperate systems. *Arch. Hydrobiol.* 96(1): 97-111.
- James, A., 1976. Water quality. En: *Facets of hydrology*. John Wiley & Sons. New York. A Wiley Interscience Publications. pp.: 177 - 197.
- Jukka Salo, Risto Kalliola, Ilmari Häkkinen, Yrjö Mäkinen, Pekka Niemälä, Maarit Puhakka 1986 River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest *Nature* 332: 254-258
- Junk, W.J., P.B. Bayley & R.E. Sparks. 1989 The flood pulse concept in river-floodplain systems, p.p.110-127. en D.P. Dodge (ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106:110-127.
- Kapetsky, J., J. Escobar & P. Arias. 1976 Evaluación de las poblaciones de peces del canal del Dique. Proyecto Inderena Fao.
- Lavalin International, 1996. Estudio de prefactibilidad y factibilidad para el proyecto de adecuación de tierras de Mompox departamento de Bolívar - Regional N° 3. Informe de avance N° 1. 11 Dic/95 - 10 Feb/96. Santafé de Bogotá, 33 hojas + tablas.
- Ledec. G. 1996. La conservación de humedales en América Latina: opciones y estrategias para las agencias de desarrollo. *Licania arborea* 1(1): 60-64
- Lewis, W. M. Jr., F. Weibezahn, J. F. Saunders, S. K. Hamilton. 1990 The Orinoco River as an ecological system. *Interciencia* 15(6): 346:357
- Ministerio de Salud, 1984. Reglamentados el uso de agua y de residuos líquidos. Decreto número 1594 de 1984 (junio 26). En: *Legislación económica*, diciembre 30/84, N° 773, pp.: 781 - 811.
- Moreno F., L.C. García y G. Márquez 1987 Productividad e importancia del bosque ripario del complejo de ciénagas de Chucurí. (Departamento de Santander, Colombia). *Actualidades Biológicas* (Universidad de Antioquia)16: 93-102.
- Neiff, J. J. 1990 Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia*, 15(6):424-441
- Neiff, J. J., M. H. Iriondo, & R. Carignan. 1994 Large tropical South American wetlands: an overview. pp 156-165, en: G. L. Link & R. J. Naiman, compiladores. *Proceedings of the international workshop on the ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*. UNESCO, MAB, IHP. Center for Streamside Studies-University of Washington. Seattle. February 14-19, 1994.
- Neotrópicos. 1996. Diseño de metodologías y procedimientos de evaluación de problemáticas de flora y fauna asociadas a desarrollos de los varios sectores a cargo del Ministerio del Medio Ambiente. Elaborado para la División Ambiental Sectorial del Ministerio del Medio Ambiente, Santafé de Bogotá. 17 p.
- Obrdlik, P. & L. C. García Lozano. 1992 Spatio-temporal distribution of macrozoobenthos abundance in the Upper Rhine alluvial floodplain. *Arch. Hydrobiol.* 124(2):205-224.
- Paolini, J. 1990 Carbono orgánico y particulado en grandes ríos de la América del Sur. *Interciencia*, 15(6): 358-366
- Quirós, R. 1990 The Parana river basin development and changes in the lower basin fisheries. *Interciencia*, 15(6): 442-451
- Roldán, P.G., 1992. *Fundamentos de limnología neotropical*. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín, 529 p.
- Ruiz S., José E., 1992. Los metales traza en el río Magdalena. En: *Pasado y Presente del Río Grande de la Magdalena*. Fundación del río Magdalena.
- Ruiz, Jorge, M. C. Fandiño, G. E. Romero, M. Guevara., 1996. Contaminación de peces por metales pesados en el río Magdalena. *Texto ponencia Simposio Río Magdalena Ecología y Cultura*, febrero 26 - 28 de 1996. Mompox (Bol.) 10 h.
- Sioli, Harald 1975 Tropical rivers as expressions of their terrestrial environments En: F.B. Golley & E. Medina (eds.) *Tropical ecological systems/trends in terrestrial and aquatic research*. pp 275-288
- Uhlmann, Dietrich, 1979. *Hydrobiology: a text for engineers and scientists*. Chichter, New York., J. Wiley, 313 p.