



Panorámica del Puente desde Zambrano - Fotografía y perspectiva J.F. Angel. Montaje El Diseño



Panorámica del Puente desde Plato - Fotografía y perspectiva J.F. Angel. Montaje El Diseño

puente Zambrano - Plato estudio de impacto ambiental

Santa fé de Bogotá, Colombia, marzo de 1994

Consorcio Puente Plato

puente Zambrano–Plato estudio de impacto ambiental

Elaborado para el Consorcio Puente Plato
por Incoplán Ltda.

Ingeniero Fabio Ernesto Villamil Páez, Esp
gerente de proyecto
Ecólogo Luis Carlos García Lozano, Ph D.*
director técnico, coordinador y editor
Arquitecto José Fernando Angel*
aspectos urbanísticos, planeamiento físico
Tecnólogo Forestal Guillermo Silva Pérez*
coordinador investigaciones de campo
Antropólogo Francisco Javier González, M Sc.*
aspectos sociales
Biólogo Otto Reyes García*
vegetación, fauna, uso del suelo
Ingeniero Mario Ramírez Cerquera, Esp.*
hidrología
Arquitecta Luz Mayury Otálvaro Mesa*
aspectos urbanísticos
Arquitecto Hernán Lozano Castañeda, M. A.*
evaluación ambiental aspectos urbanísticos
Biólogo Miguel Angel Díaz Rubiano*
limnología
Antropólogo Juan Carlos García*
arqueología
Ingeniero Jesús Yañez Serrano
vías e ingeniería

* personal de Neotrópicos

Consorcio Puente Plato:

CONASCOL S.A.
Julio Gerlein E.
Castro Tcherassi & Cía Ltda.
Edgardo Navarro V.
Augusto Ruiz C. & Cía, Ltda.

Gerencia y Dirección:

Ingeniero Fernando Sanchez
Ingeniero Aurelio Galiani

Supervisión

Ingeniero, Luis Eduardo Saavedra Salazar
Ingeniero, Augusto Scorcia Vargas
Instituto Nacional de Vías - Unidad Ambiental

Incoplán Ltda. agradece la valiosa colaboración de Darío Farías & Cía.

diagramación e ilustración:
Arquitecto Hernán Lozano Castañeda
Neotrópicos – EL DISEÑO
Medellín – Santafé de Bogotá, marzo de 1994

Índice general

Introducción	5	Retroceso económico- social	31
Contexto nacional y regional	6	Los nuevos proyectos y la situación socio- -cultural	32
El proyecto vial	8	Lo urbanístico	34
descripción	8	Crecimiento urbano	34
Alternativas considerada	9	Transporte y vías	34
Métodos constructivos	10	Proyecto de vía y Puente	34
Fuentes de materiales	11	Demanda ambiental	36
Oferta ambiental	12	Plan de manejo	38
Geología, geomorfología y suelos	13	Normas de manejo ambiental	38
Geología	13	Supervisión ambiental	38
Geomorfología	13	Puentes y box-culverts	39
Suelos	14	La YE, en el km 0,0	40
Clima	15	Retiros y protecciones del terraplén	41
hidrología	15	Parque Zambrano	42
Río Magdalena	15	Plazoleta en el estribo de Zambrano	43
Arroyo Alferez	15	Ajustes en la sección del puente	44
Ciénaga de Zambrano	16	Recuperación de la ciénaga Zambrano	45
Sector de El Plato	17	EIA del manejo hidráulico de la cuenca del Alferez y la Ciénaga de Zambrano	45
limnología	18	Plan de prospección arqueológica	46
Vegetación, fauna y uso del suelo	25	Señalización complementaria	46
Metodología	25	El acceso en Plato	47
Vegetación Zonal	25	Posibilidades de desarrollo de Zambrano	47
Vegetación Azonal	27	bibliografía	49
Fauna	28	Anexo 1 Hidrografía de la Ciénaga de Zambrano	51
Patrimonio prehispánico	29	Anexo 2. Normas ambientales	53
La gente	31	Anexo : Mapas 1 y 2 y transparencias	56
Población	31		
Economía	31		
Cultura	31		

Indice de figuras		Indice de Tablas	
Nº	pag	Nº	pag
1		1	
Esquema simplificado del Plan Maestro Nacional del Transporte	6	Tránsito futuro	7
2		2	
Contexto nacional del puente Zambrano–Plato	7	Cantidades de obra puente Plato–Zambrano	9
3		3	
Corte esquemático del puente Zambrano–Plato	8	Unidades cartográficas	13
4		4	
Proceso de fundición in situ de los pilotes de cimentación del puente	10	Niveles medios de la ciénaga	16
5		5	
Cimentación de las zapatas	11	Metodología de estudio limnológico	18
6		6	
Climadiagramas de la zona de estudio.	15	Catálogo de estaciones de muestreos biológicos y físico-químicos	19
7		7	
Niveles del Magdalena en Plato	15	Especies ícticas registradas en el área del proyecto	19
8		8	
Zambrano: curva de excedencias, niveles medios	17	Especies de bentos registradas en el área del proyecto	20
9		9	
Zambrano: niveles probables (msnm)	17	Abundancia de zoobentos en el Magdalena	21
10		10	
Zambrano: Caudales provables (m ³ /s)	17	Especies de fauna asociada a macrófitas registradas en área del proyecto	22
11		11	
Capturas en Magdalena	19	Mediciones de parámetros físico-químicos en área del proyecto	23
12		12	
Longitud vs. peso de la muestra de <i>Prochilodus reticulatus magdalenae</i>	20	Parámetros físico-químicos en el embalse Caño Negro, cuenca Alférez	25
13		13	
Variación de parámetros físicos: transectos en ciénaga de Zambrano, a la izquierda y de Doña Jerónima.	24	Características de los restos de vegetación natural de la zona de influencia del puente Zambrano–Plato	26
14		14	
Principales sitios arqueológicos del corredor costero	30	Lista parcial de vertebrados terrestres de la zona Zambrano–Plato	28
15		15	
Población de Plato y Zambrano	31	Características de principales sitios arqueológicos del Corredor Costero	29
16		16	
Procedimiento de evaluación	36	Resultados de prospección arqueológica en Zambrano–Plato	30
17		17	
Intersección la YE - área de transbordo, km 0,0	40	Indicadores socio-económicos	32
18		18	
Control de retiros an el terraplén de acceso O	41	Area urbana	34
19		19	
Retiros y Zonificación de usos futuros en el terraplén de acceso O	42	Efectos ambientales asociados a la construcción y operación del puente Zambrano - Plato	37
20		20	
Desarrollo urbanístico del parque Zambrano	42	Estructuras hidráulicas requeridas en el terraplén.	39
21			
Acceso peatonal al puente	43		
22			
Sección propuesta del puente	44		
23			
Servidumbre de acceso	47		

El proyecto Puente Zambrano–Plato hace parte de la interconexión de las troncales occidental y oriental, *i.e.*, la vía Carmen de Bolívar–Bosconia.

El Ministerio de Obras Públicas y Transporte (hoy Instituto Nacional de Vías) abrió licitación pública y adjudicó al *Consortio Puente Plato* el contrato para los diseños de la obra y su construcción.

En atención a los requerimientos de la legislación colombiana y dada la importancia nacional y regional del proyecto, el consorcio a su vez contrató, en noviembre de 1993, con la firma Incoplán Ltda. de Santafé de Bogotá, la evaluación de los impactos ambientales susceptibles de ocurrir durante la construcción de la obra y la operación del corredor vial¹.

Los términos de referencia para este estudio fueron preparados por la Unidad Ambiental del INV y revisados por INDERENA, regional Bolívar y la Corporación Regional del Magdalena (CORPOMAG).

Adicionalmente se realizaron las siguientes reuniones informativas y de coordinación:

- Con representantes del INV, consorcio y de la Unidad Ambiental
- Con funcionarios de CORPAMAG en la zona del proyecto
- Con el Personero de Zambrano
- Con representantes de la comunidad de Plato, autoridades municipales, funcionarios del INV, representantes del consorcio, funcio-

¹ *Incoplán Ltda.* a su vez, con autorización del *Consortio Puente Plato* y del *Instituto Nacional de Vías*, complementó su equipo de trabajo con personal de Neotrópicos, fundación ecológica de Medellín, con la cual ha desarrollado otros proyectos en el río Magdalena. La coordinación de los trabajos fue encomendada al ecólogo L. C. García Lozano, con amplia experiencia en este campo y conocedor de la región del proyecto.

narios de CORPAMAG y la Unidad Ambiental.

- Con la Cooperativa de Pescadores de Zambrano.

El presente documento que consigna los resultados de la evaluación, está organizado en los siguientes capítulos:

Contextos nacional y regional del proyecto. Síntesis de los antecedentes y justificación de la obra evaluada y su importancia en el concierto nacional y regional.

El proyecto. Presentación breve de las características estructurales y funcionales del proyecto, interesantes desde el punto de vista ambiental. Incluye una discusión de las alternativas consideradas durante el desarrollo del estudio.

El diagnóstico de la oferta ambiental regional y local del entorno del proyecto, en sus diferentes componentes: geología, geomorfología y suelos; clima e hidrología; limnología; vegetación y uso del suelo; aspectos sociales, urbanísticos y recursos patrimoniales.

Evaluación de la demanda ambiental, *i.e.*, implicaciones del desarrollo del proyecto sobre la oferta ambiental.

Recomendaciones de manejo ambiental para mitigación de los efectos más deletéreos.

Se presentan además 2 anexos; el primero con información relevante a la oferta y el segundo aplicable a las medidas de mitigación.

El presente estudio contribuye al conocimiento de la estructura y funcionamiento de la planicie aluvial del Magdalena, como quiera que las ciénagas del complejo

Zambrano presentaban durante la fase de campo una dinámica de recuperación después de un período prolongado de sequía, evento éste raras veces documentado.

Por otra parte, en atención a los antecedentes de la región registrados por la literatura especializada, se realizó una exploración arqueológica que resultó fértil. Los materiales rescatados serán donados al Museo de Antropología de la Universidad de Antioquia.

Finalmente, el plan de manejo incluye 2 aspectos novedosos que ameritan mención.

El primero se refiere al planteamiento de un programa de restauración del funcionamiento hidrológico y por ende ecológico y social de la ciénaga de Zambrano, susceptible de ulteriores deterioros por la construcción del acceso occidental (O) del puente, si las medidas recomendadas por este estudio no son acatadas.

El segundo es la propuesta de conformación de un parque natural, con interés turístico, paisajístico y educativo en una zona de valor agrícola marginal, entre el acceso O del puente y la ciénaga de Zambrano.

El Plan Maestro Nacional del Transporte (figura 1.) es uno de los programas prioritarios del actual gobierno. Se ha propuesto la modernización e integración a nivel nacional de los diversos modos (aéreo, marítimo, fluvial, carretero, férreo) para que se constituyan en ejes de la apertura económica y en polos de desarrollo en sus áreas de influencia.

Dentro de ese gran marco general, están incluidos varios proyectos en los valles medio y bajo del Magdalena: la *troncal de la paz*, por la margen oriental (E) del río, entre Puerto Boyacá y El Banco; los mejoramientos de instalaciones portuarias y de transferencia de carga en La Dorada/Puerto Salgar, Puerto Berrío, Barrancabermeja y Capulco; los dragados y cierres de brazos entre Puerto Berrío y La Gloria y la limpieza de trampas de sedimentos en el canal del Dique, para mejoramiento de la navegabilidad en el Magdalena, etc.

La rectificación y pavimentación de las vías El Carmen de Bolívar–Zambrano, Plato–Bosconia y el puente Zambrano–Plato hacen parte del plan maestro.

El proyecto puente Zambrano–Plato unirá los 2 sistemas troncales de carreteras que atraviesan el país de sur (S) a norte (N); la *troncal occidental* que sirve a las regiones localizadas al O de la cordillera central (en los departamentos de Nariño, Cauca, Valle, Chocó, Risaralda, norte de Caldas, Antioquia) y la región O de la llanura del Caribe (Córdoba, Sucre y Bolívar) y la *troncal oriental* que comunica con la costa caribe los

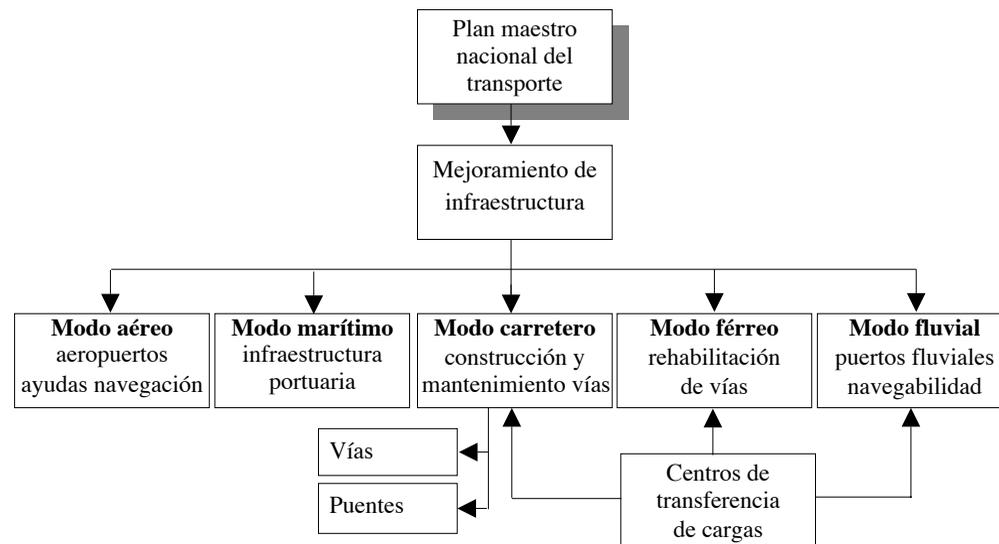


Figura 1. Esquema simplificado del Plan Maestro Nacional del Transporte

llanos orientales, el piedemonte amazónico, los departamentos del alto Magdalena (Huila, Tolima, Cundinamarca, Quindío, oriente de Caldas, Boyacá,) y los de la vertiente E del valle medio y bajo (Santander, Cesar y Magdalena).

Estas dos grandes vías sólo están interconectadas a través del puente en Puerto Triunfo (vía Medellín–Bogotá), el puente en Puerto Berío (bimodal) y del puente Pumarejo en Barranquilla (carretera transversal del Caribe, Caratagena–Paraguachón), distantes estos dos últimos 825 km por el río.

El tráfico vehicular cruza el río por medio de transbordadores operados por el Ministerio de Transporte en San Pablo, Zambrano (Bolívar) y

Salamina (Magdalena); un cuarto transbordador une a Magangué con la isla de Margarita (Mompox), pero no empalma con la troncal oriental, pues no existe servicio adecuado de transbordador en el brazo de Mompox.

La figura 2. muestra esquemáticamente el aislamiento de las regiones a un lado u otro del río y la integración que el puente proveerá.

El río Magdalena si bien es la arteria fundamental del país como quiera que en su cuenca se aloja el 90% de su población, el 60% de las tierras agrícolas y sus cuencas transversales generan el 75% de la hidroelectricidad, constituye en otros sentidos una barrera infranqueable.

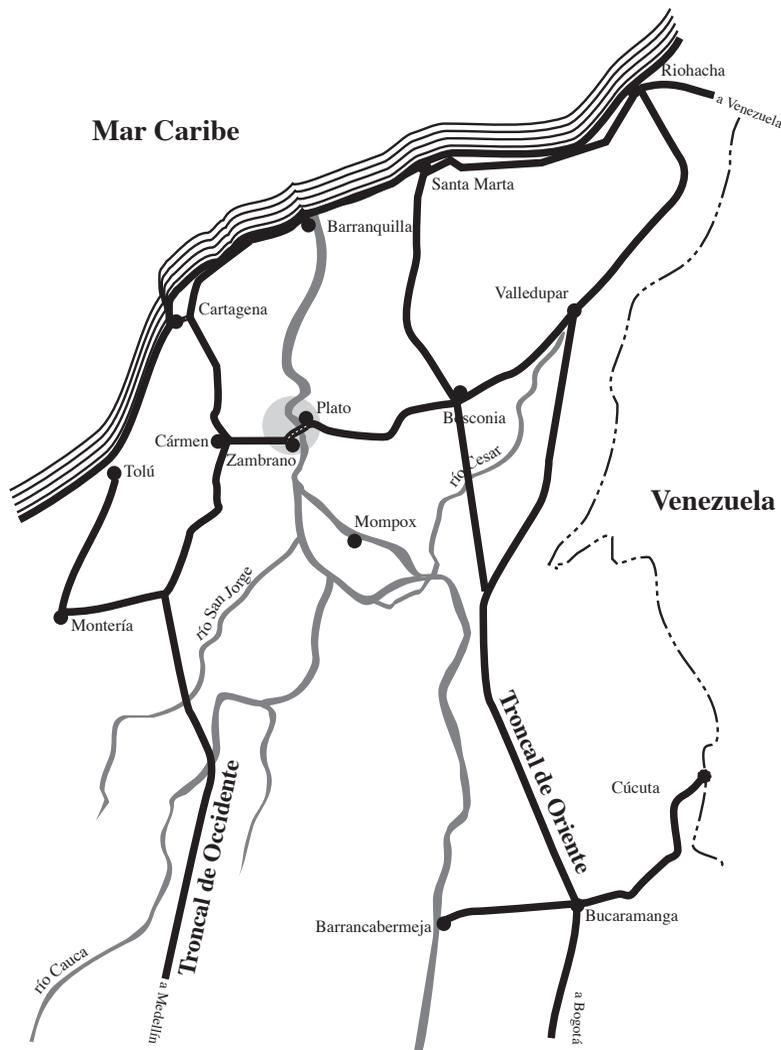


Figura 2. Contexto nacional del puente Zambrano–Plato

Tabla 1. Tránsito futuro ¹

Año	Tránsito promedio diario (TPD)					Composición %		
	normal	urbano rural	generado	atraído	total	autos	buses	camiones
1996	824	244	50	192	1.310	56	10	34
2000	946	280	55	225	1.506	55	8	37
2005	1.123	333	80	273	1.809	50	9	41
2010	1.334	395	123	332	2.184	50	8	42
2015	1.584	469	136	405	2.594	48	9	43

1. Fuente: CONASCOL, J. Martínez, 1993

De ahí la importancia de la habilitación de la vía El Carmen–Bosconia. Un primer tramo, 40 km actualmente asfaltado, va desde El Carmen de Bolívar sobre la troncal occidental, hasta Zambrano, en el río Magdalena. Este es cruzado por un transbordador con restricciones de capacidad y frecuencia, llegando a la margen derecha 3 km al norte de Plato. De allí parte una vía en afirmado de 110 km hasta la población de Bosconia (Cesar), sobre la troncal oriental.

La principal finalidad el proyecto vial y del puente es reducir los costos de operación y los tiempos de viaje para el tránsito vehicular de larga distancia hacia y desde la costa caribe.

La tabla 1. presenta los estimativos del tránsito futuro que circulará por el puente. Hacia el futuro, el tránsito atraído constituirá el 15% de las

demandas; éste, según las encuestas de origen–destino realizadas para el proyecto (CONASCOL & J. Martínez, 1993), se movilizará entre Montería–Cartagena y Valledupar–Sur del país, principalmente.

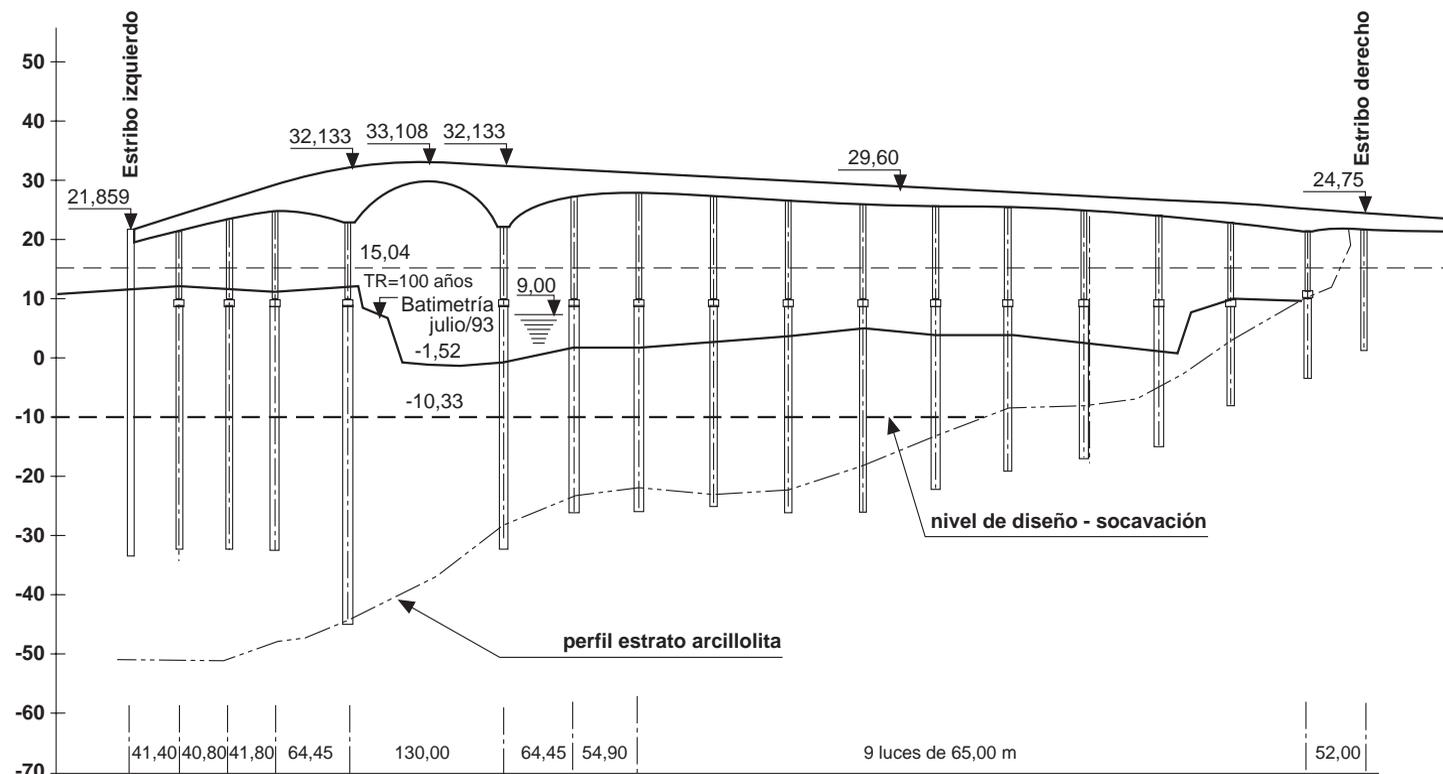


Figura 3. Corte esquemático del puente Zambrano–Plato

En este capítulo se presenta una descripción sucinta de las características estructurales y funcionales del proyecto vial puente Zambrano–Plato que tienen importancia desde el punto de vista ambiental.

El proyecto se presenta en el estado de desarrollo en que se encontraba cuando este estudio se inició, *i.e.*, noviembre de 1993. Desde entonces varios aspectos –relevantes ambientalmente– han sufrido modificaciones, algunos de ellos motivados por los resultados de avance de esta evaluación.

Descripción

La velocidad de diseño del proyecto vial es de 80 km/h. Está concebido para 36 meses de construcción., Las

cantidades de obra preliminares calculadas por el Consorcio se presentan en la tabla 2.

El proyecto vial está conformado por los siguientes elementos:

1. Un puente principal de 257,80 m de longitud, conformado por 3 luces de 64,45; 130,00 y 64,45 m. La infraestructura está constituida por 2 pilas principales y 2 extremas de concreto reforzado, de sección rectangular, las cuales se apoyan sobre zapatas de concreto reforzado. Estas a su vez transmiten las cargas a los estratos de cimentación por medio de pilotes de Ø 1,30 m. Las zapatas de las pilas principales se apoyarán sobre 16 pilotes de longitud estimada 55,00 y 40,00 m y las pilas extre-

mas sobre 8 pilotes de longitud estimada 40,00 m. El gálibo vertical de la luz principal es de 12 m, sobre el nivel de aguas máximas con período de retorno de 100 años, figura 3.

2. Un viaducto de acceso en la margen E (derecha) del río de 691,90 m de longitud, conformado por luces de 65,00 m entre ejes de pilas; éstas serán de concreto reforzado, fundidas *in situ* y apoyadas sobre zapatas de concreto reforzado que sirven de cabezal a 6 pilotes de Ø 1,30 m.

3. Un viaducto en la margen O (izquierda) del río de 124,00 m. Está conformado por 3 luces de 41,40; 40,80 y 41,80 m. Las pilas, pilotes y zapatas son semejantes a los del viaducto derecho.

Tabla 2. Cantidades de obra puente Plato–Zambrano

Descripción	Unidad	Cantidad
<i>Accesos</i>		
Desmonte y limpieza	ha	8,3
Excavación en material común de cortes, canales y préstamos	m ³	318.000
Transporte de material sobrante de excavación	m ³ km	54.100
Terraplenes	m ³	231.000
Sub–base granular	m ³	14.700
Base granular	m ³	13.200
Concreto asfáltico capa de rodadura	m ³	3.600
Excavaciones varias en material común	m ³	1.700
Rellenos para estructuras	m ³	850
Concreto clase E (f _c = 175 kg/cm ²)	m ³	390
Acero de refuerzo (f _y = 4.200 kg/cm ²)	kg	7.700
Tubería Ø 0,90	m	740
Cunetas revestidas en concreto	m ³	890
<i>Infraestructura y cimentación</i>		
Concreto clase B (f _c = 320 kg/cm ²)	m ³	1.760
Concreto clase D (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	7.000
Acero de refuerzo (f _y = 4.200 kg/cm ²)	kg	1.314.000
Pilotes pre–excavados Ø 1,30 m	m	3.440
<i>Superestructura</i>		
Concreto asfáltico capa de rodadura	m ³	450
Concreto clase A (f _c = 350 kg/cm ²)	m ³	3.880
Concreto clase C (f _c = 245 kg/cm ²)	m ³	1.820
Acero de refuerzo (f _y = 4.200 kg/cm ²)	kg	439.000
Cables de acero de alta resistencia	mt	2.354.000
Juntas de dilatación	m	184
Apoyos de neopreno	U	102
Barandas metálicas	m	2.154

La longitud total –puente más viaductos– es 1.073,70 m. La figura 3. ilustra la disposición de las luces, pilas, zapatas y pilotes, así como el perfil del fondo del río, según batimetría de julio, 1993 y el perfil de arcillolita para la cimentación.

La sección transversal del puente consta de una calzada útil de 8,30 m para 2 vías de tráfico y 2 andenes de 0,95 m de anchura, uno a cada lado de la calzada, para una anchura total de tablero de 10,20 m. Los andenes tendrán barandas metálicas internas

y externas, estas últimas adobadas a los andenes. ¹

4. Al viaducto O se llega mediante una vía de aproximación de ca. 6 km de longitud con corona de 9,60 m (calzada 7,50 m) que parte del km 5,0 de la actual vía Zambrano–Carmen de Bolívar.

Los primeros 750 m son básicamente cortes a media ladera en los cerros de Medina y el resto un terraplén de altura variable, a lo largo del delta del arroyo Alférez y

de los playones NO de la ciénaga de Zambrano, hasta el estribo izquierdo. Los taludes del terraplén son 1:3 y la anchura en la base es de 60 m. En el tramo, el proyecto contempla 2 puentes de 15 m de longitud, uno en el cruce con el arroyo Alférez y otro en el cruce con el caño Zambrano. ²

5. La aproximación al viaducto E se hace mediante una vía de ca. 1,1 km, con banca de 9,60 en cortes y pequeños llenos a media ladera en las lomas de Doña Jerónima, para empalmar con la vía Plato–Bosconia, actualmente en rectificación.

Alternativas consideradas

La transparencia A., mapa anexo, muestra el alineamiento horizontal de las vías de aproximación y del puente, en trazos rojos y negros y 2 alineamientos alternos, en rojo, marcados I y II que pretenden eludir las zonas de bajos en la periferia de la ciénaga. A continuación se discuten estas alternativas.

El alineamiento del puente y del último tramo del acceso O (PI 6–estribo izquierdo) es inconveniente desde el punto de vista ambiental porque corta el espejo de aguas de verano –y por supuesto los de los niveles medios y máximos– de la ciénaga de Zambrano.

Sin embargo, las dificultades de replantear el alineamiento horizontal del puente (nuevos sondeos de suelos para cimentación, batimetrías y recálculo del diseño total del puente...), exigen la adopción de medidas de mitigación, i.e., la construcción de un puente adicional de 40 m, la ampliación de los proyectados también a 40 m y la construcción de *box culverts*, cuya localización se presenta en el cuadro 20, p 39, *manejo ambiental*. En esta forma el tra-

mo estribo izquierdo–PI 6 es común para todas las alternativas.

Desventajas del trazado actual

1. En la zona de Trompa de Caimán el terraplén cruza el espejo de aguas de invierno de la ciénaga de Zambrano en un tramo de 500 m y en menor medida el espejo de aguas medias.

2. A partir del km 1 (PI 4 → PI 5 + 500 m) el trazado coincide con la dirección de una depresión (zona de mínima altura del terreno) distinguida en la cartografía IGAC (1976) como un arroyo sin nombre. Esto implica llenos más grandes y estructuras verticales para puentes de mayor altura y costo.

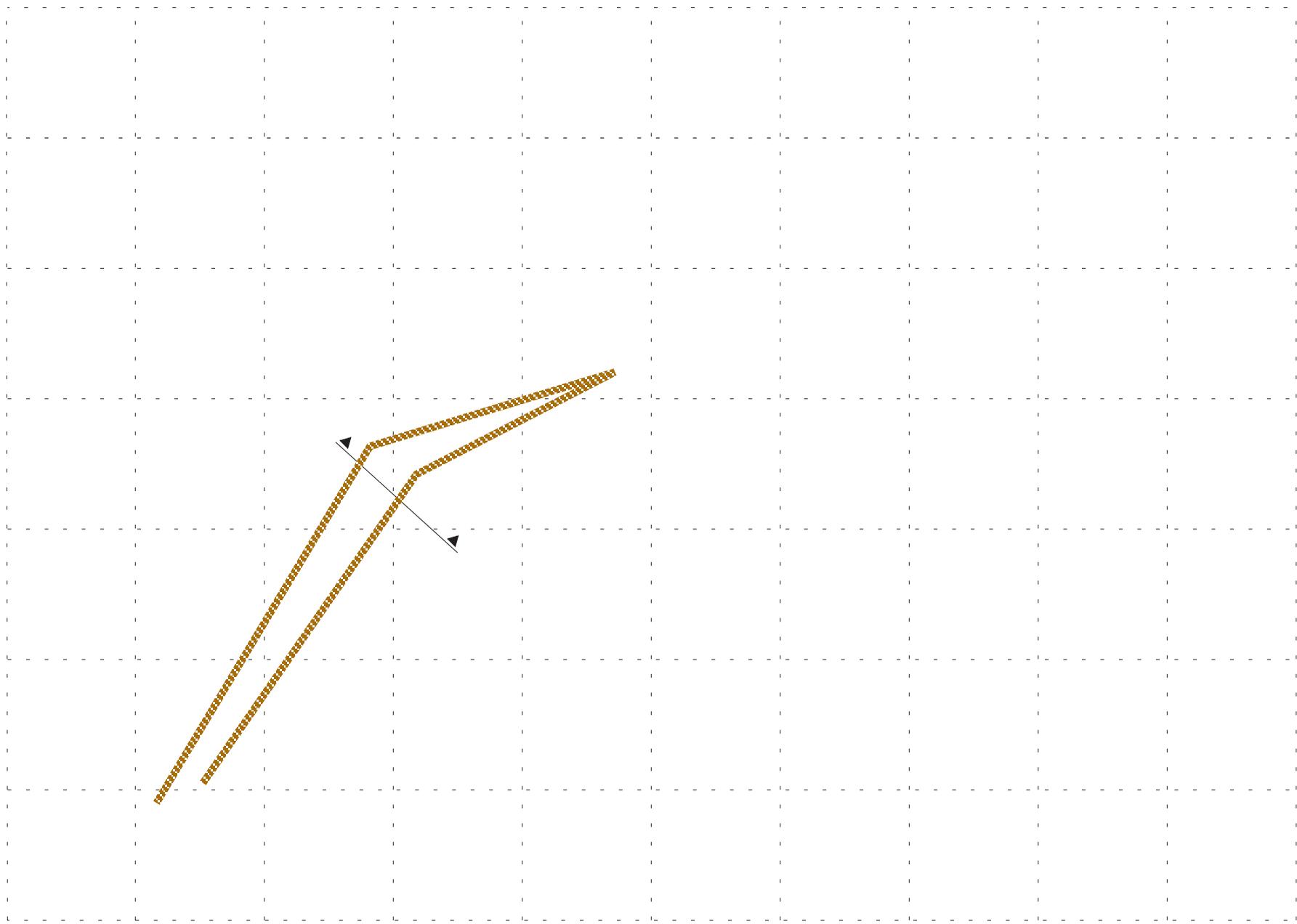
Ventajas del trazo actual

3. Los terrenos de las áreas inundables son más baratos y ya están negociados. Se reduce así la necesidad de adquirir terrenos de uso agrícola y pecuario intensivo, localizados en la margen izquierda de la vía en dirección Zambrano–Plato.

4. Entre la margen derecha de la vía (en dirección Zambrano–Plato) y la ciénaga se forma una media luna de ca. 1.500 m a lo largo de la vía y a una distancia máxima de la ciénaga de 300 m (ca. 25 ha). En esta zona, los **retiros** de la ciénaga (50 m) y del eje de la vía (30 m), su **condición de playón** (área de desborde natural de la ciénaga) y su **pequeño tamaño**, hacen factible su definición como un **corredor natural** de interés paisajístico, turístico y

1. De acuerdo con recomendaciones de este estudio, la sección transversal tendrá 1 andén en el lado S (aguas arriba) de 1,75 m libres, con barandas internas y externas, éstas adobadas; una calzada vehicular de 8,30 m, separada del andén por un sardinel de 0,35 m. ver figura 22, p. 44, *manejo ambiental*.

2. Este estudio recomienda la ampliación de estos puentes a 40 m y la construcción de un puente adicional en el bajo Trompa de Caimán. *manejo ambiental* pag 39.



Transparencia A. Alternativas

que permite además la restauración de actividades comunitarias (área comunal para agricultura de pancoger, pastoreo, cacería...), pérdidas hace unos años con los cambios de uso del suelo en el área.

5. El manejo paisajístico de los retiros obligatorios (restauración de coberturas leñosas) se facilita por las características de fertilidad y humedad permanente de los suelos de origen aluvial.

Desventajas de la alternativa I

6. El manejo paisajístico de taludes a media ladera se dificulta por las condiciones del suelo (delgados, esqueléticos, muy drenados) y por la estacionalidad de la lluvia.

7. El mayor tamaño del área entre la vía y la ciénaga la hace codiciosa para desarrollos agropecuarios intensivos y limita las posibilidades prácticas de establecer y manejar el corredor natural definido en 4.

Ventajas de la alternativa I

8. Invade en una proporción menor el espejo de aguas de invierno en la zona de Trompa de Caimán. El espejo de niveles medios prácticamente queda aislado de la vía.

9. El alineamiento a media ladera de km 1–PI 5 disminuye el volumen de llenos y hace menos costosa la estructura del puente (sustentación vertical).

10. Elude la depresión anterior a Trompa de Caimán, referida en 1.

Desventajas de la alternativa II

11. Volúmen máximo de cortes. La utilidad de estos materiales para llenos no está evaluada.

12. No evita la construcción de un puente en Trompa de Caimán.

13. Incluye cortes en cajón en algunos sectores, que paisajísticamente son indeseables.

Ventaja de la alternativa II

14. Evita completamente el cruce por la ciénaga de invierno en Trompa de Caimán.

De la anterior discusión se deduce que las alternativas consideradas no son claramente ventajosas sobre la propuesta del diseñador; por tanto se recomendó a éste continuar con el proyecto a partir de su propuesta de alineamiento horizontal, con las modificaciones citadas en cuanto a dimensión y ubicación de puentes y número y dimensión de alcantarillas (*box culverts*), ver *manejo ambiental* pagina 39.

Métodos constructivos

Desde el punto de vista ambiental son de interés las características del proceso de cimentación del puente, en particular la construcción de los pilotes que deben estar hincados en el substrato a una profundidad de hasta 60 m debajo del fondo del río.

Otros procesos (voladizos con dovelas para la superestructura, vigas prefabricadas, postensadas para la luz suspendida en los viaductos,

etc.) son típicos y sus implicaciones ambientales son objeto de recomendaciones particulares (v. gr., INV, 1993) y se tratan con detalle en las normas ambientales, ver *anexo 2*. Además, la mayoría de los elementos de la superestructura serán construidos por fuera del área del puente, en patios especiales.

La figura 4. ilustra el proceso de fundición *in situ* de los pilotes de sustentación del puente. Estos son excavados por rotación, con ayuda de camisas metálicas perdidas y lodos bentónicos.^{3,4} Los pasos del proceso son los siguientes:

1. Se hincan las camisas metálicas hasta alcanzar el lecho del río; figura 4A.
2. Excavación del material de fondo por rotación, disposición de material en el río que se adhiere a las paredes de la excavación para mantener su estabilidad e introducción de la malla de refuerzo; figura 4B.
3. Inyección de concreto con tubería Tremi y desplazamiento de lodo bentónico hacia la superficie; figura 4C.
4. Se continúa inyectando concreto para para fundir el pilote hasta la co-

ta de cimentación de la zapata (nivel de aguas medias), figura 4D.

5. La zapata para apoyo de las pilas se construye sobre los pilotes, ver figura 5.

Implicaciones del proceso constructivo de los pilotes

El proceso descrito implica la disposición de los materiales de excavación y del lodo bentónico. El proceso de excavación y fundición de un pilote es de (8–12 m/día), por tanto se considera que las concentraciones medias de lodos vertidos al agua (0,05 mgr/l por unidad de volumen de excavación) son pequeñas en comparación con las concentraciones naturales del río (0,78 gr/l; García & Dister, 1990).

Aunque para este estudio no se hicieron sondeos de sedimentos en el río, estudios previos han mostrado que los sedimentos subsuperficiales en el medio y bajo Magdalena contienen concentraciones altas de metales pesados (Hg, Cd, Cr, Cu). Sin embargo, estos no son reactivos (*i.e.*, no entran a la fase acuosa) en el ambiente circa–neutro del agua del río. (Carinsa–Incoplán, 1993a; 1993b y referencias).

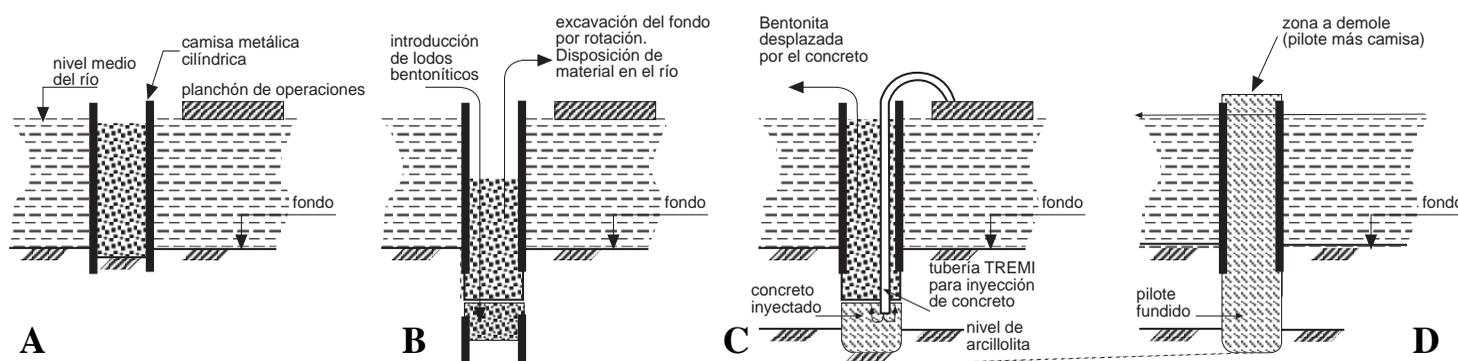


Figura 4. Proceso de fundición *in situ* de los pilotes de cimentación del puente

Durante la fundición de los pilotes de los viaducto O y E, excavados en tierra firme o cerca de las orillas, se deben disponer los materiales ya sea en una zona apta para disposición de sobrantes alejada del río o vertida en el centro del río para evitar su ingreso a las ciénagas a través de los caños.

Fuentes de materiales

Para el proyecto vial se requerirán grandes cantidades de material de préstamo de cantera (base y sub-base granular, agregados para capa de rodadura y para concretos especiales; ver tabla 2.). Para el terraplén se estiman las necesidades en 700.000 m³ y para el puente 25.000 m³.

El proyecto dispone de 2 canteras para suplir sus necesidades, estas se describen a continuación.

Cantera Monterrey

Está localizada a 6 km de Zambrano, por la vía a Córdoba, sobre terrenos de la compañía Monterrey Forestal, la cual la cedió en conce-

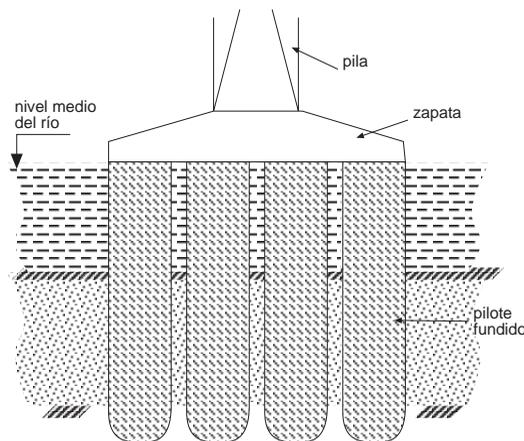


Figura 5. Cimentación de las zapatas

sión con derecho de explotación exclusivo por 4 años a la firma Conascol.

La cantera es un depósito aluvial antiguo, el material explotable son agregados, cuyos volúmenes se estiman en 10.000.000 m³, en un área de 50 ha.

Esta cantera está siendo explotada para suministrar el material requerido para la pavimentación de la vía El Carmen–Zambrano.

Cantera El 30

Localizada sobre el km 30 (antiguo abscisado) de la vía El Carmen–Zambrano, en terrenos de propiedad de Mr. Smith.

El material explotado son aluviones antiguos, las reservas se estiman en 1.500.000 m³, en un área de 10 ha. En la actualidad la explotación ha avanzado sobre 5–6 ha, el material se ha empleado en la pavimentación de la vía El Carmen–Zambrano.

Volúmenes requeridos

Para el terraplén se ha calculado que se requieren 700.000 m³ de material pétreo, de los cuales 70% serán extraídos de la cantera Monterrey (490.000 m³) y el resto de la cantera El 30.

Es posible que el material de cortes pueda ser utilizado en el terraplén, con lo cual las necesidades de material de préstamo disminuirían apreciablemente, pero esto sólo se sabrá en el momento de la obra.

El puente demanda ca. 25.000 m³ de material para concretos, los cuales serán extraídos de la cantera El 30.

3. La bentonita es una roca arcillosa procedente de tobas volcánicas, compuesta fundamentalmente de montmorillonita. Se caracteriza por su habilidad de hincharse en el agua (hidratarse con generación de calor). Se usa principalmente en lodos para perforación de pozos; como relleno y plastificante en jabones y pinturas; como emulsificante en preparaciones farmacéuticas y como transportador en agroquímicos.

4. En la fundición de un pilote de 55 m de altura (ca. 70 m³) se requieren 3.500 kg de bentonita que corresponden a 5% del lodo bentonítico (95% agua)

La región Zambrano–Plato, como muchas otras del bajo Magdalena, tiene un largo historial de transformación; asiento de tribus indígenas a la llegada de los españoles, ha sufrido los cambios que han acompañado el desarrollo del país.

Las poblaciones sólo se consolidaron hacia finales del siglo XVIII, aunque los asentamientos coloniales son mucho más antiguos; la zona proveía pesca, maderas y pieles y los conglomerados eran puntos importantes para el comercio fluvial.

Pero es en particular en este siglo cuando los grandes cambios se dan. Primero con el desarrollo de la navegación a vapor, que motivó la destrucción de los bosques ribereños para suministro de leña; con el comercio de pieles de animales para el mercado europeo y norteamericano (caimán, babillas, grandes gatos, monos, etc.) que diezmó las poblaciones de estas especies; con el auge del cultivo de tabaco

que reemplazó enormes extensiones de bosques decíduos; con el desarrollo de los grandes hatos que impidieron la recuperación de los bosques talados e iniciaron la invasión paulatina de playones y desecamiento de pantanos y ciénagas; con la construcción de terraplenes en la planicie aluvial para desarrollos viales y de oleoductos que alteraron los regímenes de inundación y permitieron ulteriores invasiones a los playones de amortiguación.

A lo largo de 500 años de vivencias, en la planicie se había desarrollado una cultura capaz de manejar el variante sistema del río. Los cambios de énfasis en el comercio, en la agricultura, en la industria de la costa y del interior del país, convirtieron estas regiones en áreas olvidadas y decadentes. Casi imperceptiblemente se pasó de la autosuficiencia a la dependencia en auxilios externos, del empleo permanente al jornaleo ocasional; con el agravante que la base de recursos para

la supervivencia y el conocimiento para su utilización están casi irremediablemente perdidos.

En las próximas páginas se presentan en forma detallada los aspectos físicos, bióticos y sociales del entorno del río Magdalena en Zambrano y Plato, que constituyen la trama y la urdimbre sobre la cual se desarrollará la nueva estructura.

En los diversos apartes se intenta hacer una comparación sobre lo que debería ser el funcionamiento de estos elementos y lo que realmente se aprecia hoy, indicando en lo posible las causas de la diferencia y las implicaciones que el proyecto vial puede tener.

En general la oferta natural–cultural de la región es baja y susceptible de ser reducida aún más por las acciones del proyecto.

geología, geomorfología y suelos

Geología

La zona del proyecto, extendido sobre la llanura aluvial del río Magdalena, se caracteriza por la presencia de numerosas ciénagas y pantanos y una pequeña zona de relieve bajo con colinas redondeadas.

La litología en el área del proyecto está constituido por la formación Cuesta y los depósitos recientes del valle aluvial del río Magdalena.

La formación Cuesta, de origen Mioceno–Plioceno, aflora en ambos márgenes del río y está constituida por una secuencia de arcillolitas y areniscas fosilíferas en la parte superior (Fariás, 1993)

Geomorfología

La transparencia B. del mapa básico muestran las unidades geomorfológicas del sector Zambrano–San Luis, estas unidades son:

Colinas bajas.

Son terrazas antiguas, ligera a medianamente disectadas. Presentan un relieve suave, con colinas de 10 a 40 m formadas por rocas sedimentarias. Esta unidad se observa en la margen oriental del río, aguas abajo de Zambrano.

Complejo de orillares

Unidad presente en la margen derecha del río entre Zambrano y San Luis, formada por los depósitos del río. El mayor depósito se presenta en la orilla interna de la curvatura del río frente a Plato. Los orillares

sufren cambios notables en épocas de grandes crecientes y están formados por arenas limosas muy finas, limos arenosos y arcillas limosas, con alto contenido de materia orgánica.

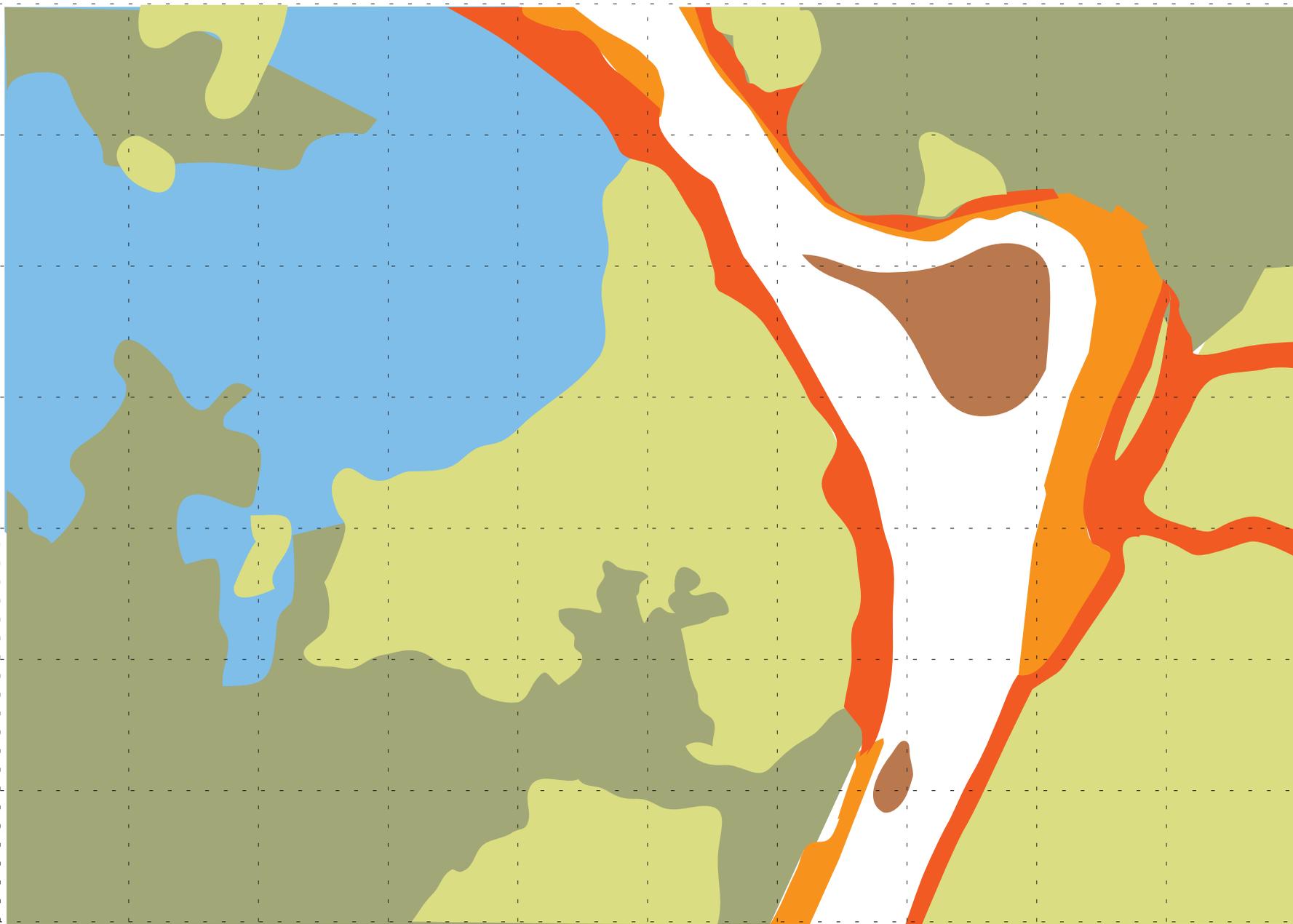
Diques aluviales (albardones)

Se localizan paralelos al río, están formados por sedimentos limo–arenosos, que deposita el río en épocas de grandes crecientes.

En la zona el dique más notable, se presenta en la margen izquierda del río, separando la ciénaga de Zambrano del cauce actual del río.

Tabla 3. Unidades cartográficas (asociaciones) de suelos del sector Zambrano

Asociación	Unidad fisiográfica	Origen	Textura	Topografía	Drenaje	Inundabilidad	Limitaciones	Uso
Zambrano	dique	aluviones	franco arenosa a franco arcillosa	plana, levemente inclinada hacia ciénaga	moderado	parcial	acumulaciones salinas, alto contenido de Al	pancoger, pastoreo
La Merced	bajos lacustres	acumulaciones aluviales	arcillosa y franco arcillosa	plana, levemente inclinada hacia ciénaga	pobre a moderado	periódica	fluctuación de nivel freático	pastoreo en verano, cultivos/pastos en zona alta
La Magdalena	terrazas altas ligeramente disectadas	aluviones de arenas	franco–arcillo–arenosa, arcillosa, franco–arcillo–arenosa	ligeramente disectada, pendiente 3–25%	bueno	no	sequía, arenas, erosión moderada a severa	pastos, pancoger
El Bongal	colinas	paleoterrazas disectadas	franco arcillosa, arcillosa franco arcillo arenosa	ondulada a fuertemente ondulada	bueno	no	erosión ligera a severa, algunos salinos/sódicos	pastos
El Edén	terrazas bajas y medianas	aluvial	muy variable, fina sobre mediana	plana	perfecto a bueno	periódica o encharcable	inundabilidad	pastos, cultivos intensivos
La Caña	delta fluvial del arroyo Alférez	aluvial	arcillos a franco arcillosa	plana a ligeramente inclinada	pobre	por arroyos	difícil laboreo, concreciones de Fe, Mn, yeso	pastos
Barbudo	islas y orillares	acumulaciones aluviales	mediana a fina	ligeramente ondulada	moderado a imperfecto	frecuente de corta duración	inundabilidad, baja fertilidad, sequía 12.–3.	pastos, cultivos excepto en sequía
El Difícil	terrazas y colinas	paleoterrazas disectadas	fina y muy fina	fuertemente ondulada, quebrada y fuertemente quebrada	bueno	no	horizontes profundos salinos, yeso, erosión	cultivos no, pastos en bajas pendientes
Parrita	ciénagas y pantanos	sedimentos finos	moderadamente fina a fina sobre moderadamente gruesa	concavo–plana	pobre	prolongada	sin estructura, saturación permanente	pastos en verano
Santa Sofía	valles estrechos	aluviones locales	variada, desde moderadamente gruesa a fina	plana a ligeramente plana	bueno a pobre	frecuente	inundabilidad	pastos y cultivos
Malibú	diques de textura fina	aluvial	fina y muy fina	plana	pobre a imperfecto	periódica	salinos y sódicos, inundabilidad	cultivos limitados



Transparencia B. Geomorfología. [Imprimir sobre acetato y yuxtaponer sobre mapa base, utilice la retícula como guía]

Cubetas de decantación

Son formas plano–cóncavas, producto de la sedimentación de materiales finos (limo–arcillosos) transportados por el río durante las épocas de desbordamiento; ocupan la parte más baja de la llanura aluvial, almacenan la escorrentía lateral que no llega directamente al río interrumpida por los diques y corresponden a las ciénagas y pantanos.

Esta unidad se extiende por la margen izquierda del río hasta la ciénaga de Zambrano, por la derecha hasta Plato y al NE hasta la ciénaga Doña Jerónima.

Es un área plana, surcada por gran número de caños divergentes que forman la desembocadura del arroyo Alférez, hoy en día desviado, susceptible de ser inundada por las crecientes de dicho arroyo o por los desbordes de la ciénaga de Zambrano en las crecientes mayores. Está formado por materiales limo–arenosos o limo–arcillosos.

Barras (islas)

Esta unidad corresponde a la masa de sedimentos acumulados en el cauce principal. El principal factor modelador es el continuo aporte que hace el río durante sus avenidas y el cambio frecuente del cauce de las aguas.

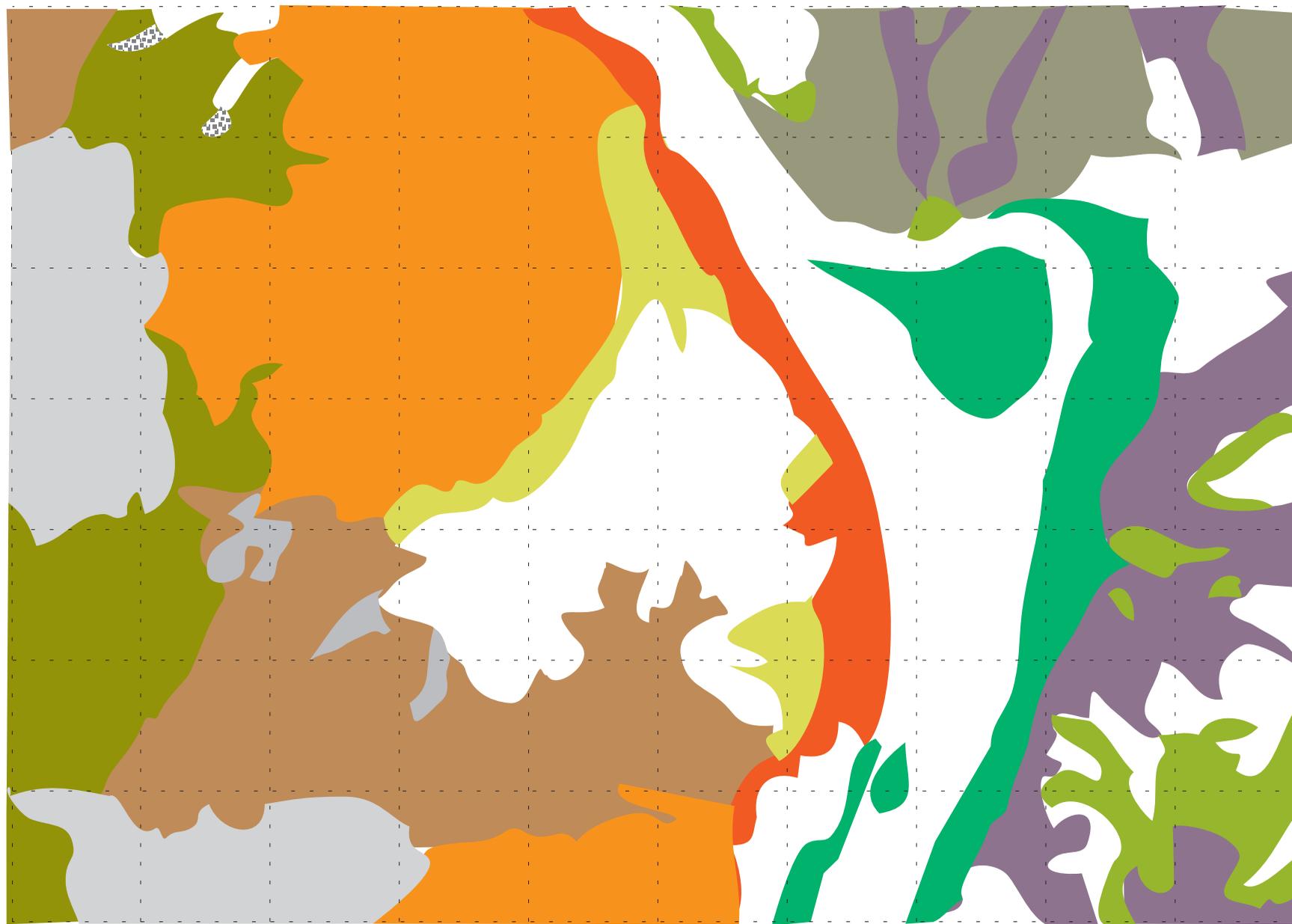
Las islas están formadas por material limo–arenoso o limo–arcillosos.

Suelos

El factor determinante del tipo de suelos de la zona de Zambrano, al igual que del resto de la planicie aluvial del bajo Magdalena es el régimen hídrico, caracterizado por la escasa precipitación, las altas tasas de evapotranspiración y las inundaciones periódicas provocadas por las crecientes del Magdalena y algunos de los afluentes.

La transparencia C., mapa básico, muestra la distribución de las unidades cartográficas de suelos que corresponden básicamente a las

unidades fisiográficas; la descripción de estas se presenta en la Tabla 3. elaborada con datos de SAGROCOL, 1971 e IGAC, 1975.



- conjunto Zambrano
- conjunto La Merced
- conjunto Bongol
- conjunto El Edén
- conjunto La Caña
- conjunto La Magdalena
- Asociación Parrita
- Asociación Barbudo
- asociación Santa Sofía
- Asociación Difícil
- Asociación Malibú

C. Distribución de suelos

Transparencia C. Suelos. [Imprimir sobre acetato y yuxtaponer sobre mapa base, utilice la retícula como guía]

clima

La zona posee un clima tropical seco; la temperatura oscila entre 22° y 32°C, la humedad es menor al 80%. Las precipitaciones son de origen zenital, caracterizadas por fuertes aguaceros localizados, de corta duración. Por su ubicación caribeña, el área está influenciada por los vientos Alisios del NE que inducen de diciembre a febrero menores temperaturas y en las cimas de las colinas mayores niveles de humedad.

La figura 6. presenta los climadiagramas de las estaciones Zambrano y El Plato, (datos de IGAC, 1989). La precipitación anual para el sector de El Plato oscila entre los 1.170 y 1.458 mm, los meses más lluviosos son mayo, agosto y octubre; en Zambrano la precipitación anual es menor, 500–1.000 mm, el período más lluvioso es junio a agosto. Para las dos estaciones el período de diciembre a febrero es el más seco (figura 6). Las menores precipitaciones se presentan a orillas del Magdalena y aumentan con la distancia a éste y con la altitud.

La temperatura media diaria varía

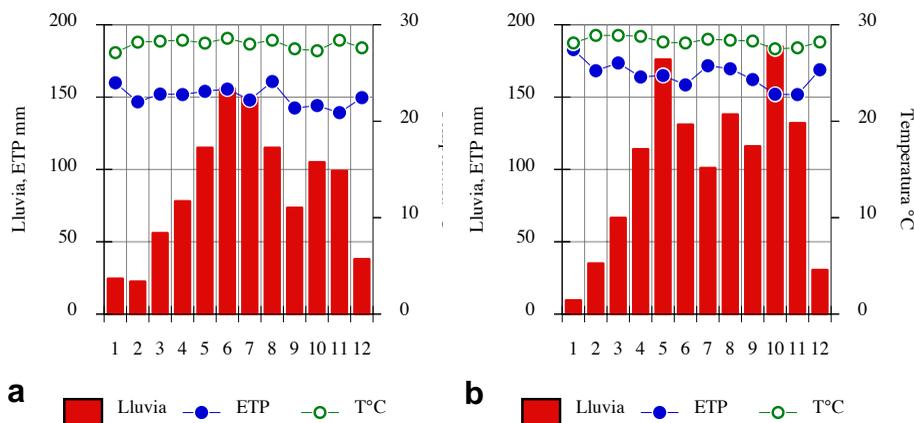


figura 6. Climadiagramas de la zona de estudio. a. Zambrano; b. El Plato

entre 24,6 y 30,3 °C, sin mayores cambios durante el año, salvo un ligero aumento en la transición de la estación seca a la lluviosa (marzo y abril, Farias, 1993). Al igual que con la lluvia, se presentan diferencias locales de la planicie a las colinas.

La humedad relativa media es 77%, el período septiembre a noviembre es el más húmedo. IGAC, 1989 y Farias, 1993 destacan como la evapotranspiración es mayor que la precipitación, sólo en unos pocos meses hay superavit hídrico. Por esta razón predomina la vegetación xerofítica y sólo se encuentran comunidades mexicas azonales asociadas a niveles freáticos elevados en los orillares del Magdalena, de las ciénagas, arroyos y caños y en las islas.

hidrología 1

Río Magdalena

Niveles y caudales

El río presenta sus niveles y caudales más bajos entre febrero y abril –temporada seca de la mayor parte del centro del país (Figura 7.). Los

mayores valores ocurren de octubre a diciembre y ocasionalmente hasta enero. La curva de niveles asciende a partir de abril y se deprime un poco a partir de finales de junio (*veranillo de San Juan*). El nivel medio pasa de 6,17 msnm en marzo a 10,98 msnm en noviembre.

Arroyo Alferez

Características generales

El Alferez nace a 600 msnm en los montes de María (loma Salto de Matina), ca. 20 km al SO de El Carmen, tiene una longitud de 70 km y un área de drenaje de ca. 820 km², en jurisdicción de El Carmen, San Jacinto y Zambrano; desemboca en la margen NO de la ciénaga de Zambrano. Los caudales medios varían entre 7 y 30 m³/s y los máximos pueden alcanzar 280 m³/s. ²

En su cauce se han construido derivaciones y embalses para riego, con reducción drástica de los caudales medios y, en algunos casos, se ha desviado completamente su curso normal. Además, los aliviaderos de excesos de estas obras no son, en general, adecuados para el manejo de crecidas.

Relación con la ciénaga de Zambrano

Las obras de almacenamiento y derivación señaladas han tenido serias repercusiones en la ciénaga. Anteriormente ayudaban a mantener un régimen de niveles estable en el cuerpo de agua (Sena, 1992) y mejoraban el intercambio con el río, con indudable beneficio para su productividad biológica.

La cartografía del IGAC, 1976, (escala 1:25.000, restitución de fotografías aéreas de febrero, 1973), reporta la desembocadura del Alferez ca. la abscisa 3+600 del acceso al puente. Fotografías de años anterior-

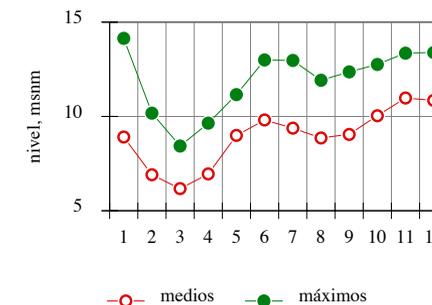


Figura 7. Niveles del Magdalena en Plato

res muestran una gran zona baja deltaica y uno de sus brazos importantes se dirige a la ciénaga. Sin embargo, en las fotografías de 1974 ya no es observable el cauce y se aprecian obras de manejo hidráulico aguas arriba. Aún más, en el perfil detallado del terreno natural levantado para el acceso (1993) no se registra ninguna huella del antiguo cauce.

Estas obras han reducido prácticamente a cero el aporte de aguas del Alferez a la ciénaga, el intercambio se produce sólo con los flujos y reflujos a través del caño Zambrano, aunque éste fué recientemente taponado por los agricultores de los playones.

Relación con el Proyecto

Los aliviaderos de los embalses y derivaciones aguas arriba no ofrecen plena confiabilidad para el manejo de grandes crecidas; de ocurrir uno de estos eventos, la onda retomará el curso original, aunque la desembocadura del Alferez en la ciénaga ha desaparecido. Esta situación se presentó en El Carmen (1988) y afectó las viviendas y cultivos localizados en el antiguo cauce.

1. El anexo 1. presenta un recuento detallado de las alteraciones hidrologicas inducidas en la zona del proyecto.
2. A raíz del paso del huracán Joan (octubre, 1988), el arroyo Alferez inundó la zona urbana de El Carmen, derribó todos los puentes que lo cruzaban, incluso el de la Troncal de Occidente.

Por otra parte, el terraplén de acceso al puente cruza el cauce original *ca.* 2,2 km de la orilla del río y no se ha previsto una obra que permita el paso de las crecidas del Alférez a la ciénaga. Sólo se ha proyectado un puente de 15 m de luz para el caño Zambrano y de *box-culverts* de 1,5 de anchura en las depresiones del eje de la vía.

En consecuencia, existirá un alto riesgo de represamiento de la crecidas por el terraplén, erosión de los taludes y desestabilización de la obra, lo que ocasionará pérdidas de vidas humanas y pérdidas materiales a los habitantes del sector y a los propietarios de terrenos que han alterado la morfología del cauce. Por tanto, debe diseñarse para el terraplén y sobre el antiguo cauce, una estructura que permita el tránsito de las crecidas a la ciénaga y otra a la altura del cruce del caño Zambrano que permita su tránsito hasta el río.

Estos diseños implican la revisión de las obras de almacenamiento y derivación aguas arriba, su capacidad de amortiguar los picos de crecida y la capacidad de los aliviaderos. En este aspecto es muy importante la participación de la autoridad ambiental a quien compete administrar y regular el uso del recurso hídrico y autorizar obras hidráulicas (Decreto 1541 de 1978).

La Ciénaga de Zambrano

Características generales

La ciénaga está localizada sobre la margen izquierda del río Magdalena, aguas abajo de la población homónima, km 165 del río. ³ Su extensión mínima media es de 450 ha, en aerofotografías de 1988; su profundidad media es de 3,0 m pero puede superar los 8,0 m en aguas altas.

Los intercambios con el río se realizan a través del caño Zambrano; éste sale de la ciénaga en dirección N con curso meándrico en su primer kilómetro; toma un canal abandonado por uno de los antiguos orillares del río y sigue en forma más o menos paralela otro kilómetro hasta la boca. La sección media del caño en el cruce con el eje de la vía tiene un ancho de 10 m en la base, 28 m en el hombro y una profundidad de 0,75 m entre las cotas 9,90 y 9,15 msnm. También se comunica con el Magdalena por canales pequeños que rompen el albardón (dique aluvial), localizados aguas arriba del eje del puente proyectado.

La ciénaga está ubicada en la llanura aluvial del Magdalena sobre materiales sedimentarios, el albardón está conformado por sedimentos limo–arenosos (Farías, 1993). Con niveles excepcionalmente altos, el río se desborda por encima del orillar, el cual ha sido realizado para impedir el fenómeno y para habilitar un carretable en dirección N hacia las poblaciones ribereñas de Jesús del Río y San Agustín. Esta vía cruza el caño Zambrano 800 m aguas abajo del eje del puente con una estructura de *box-culvert* de 4,5 m de anchura y 2,5 m de altura.

La ciénaga recibía, además del arroyo Alférez, los aportes del Raicero por el S, éstos son captados por los propietarios de los terrenos de la cuenca, entre ellos Monterrey Forestal. Por otra parte, sobre el terraplén de la vía Zambrano–El Carmen existe una compuerta para prevenir alturas excesivas en el Raicero y la penetración de aguas desde la ciénaga; en la práctica ésta no opera porque no conviene a los propietarios de ambos costados del terraplén.

Régimen hídrico

Los niveles que definen el régimen de aguas medias de la ciénaga son debidos principalmente al flujo y reflujo de las aguas del Magdalena a través del caño Zambrano, el cual, como ya se mencionó, es objeto de frecuentes acciones para taponarlo por parte de los propietarios de los terrenos aledaños. ⁴ La circulación de aguas también se produce, en menor escala, por otros caños menores y zonas bajas en proximidades del caño Zambrano.

No se conocen mediciones de niveles en la ciénaga, pero con base en investigaciones de campo, en el análisis de fotografías aéreas de diferentes decenios, de las restituciones cartográficas y del régimen de niveles del río registrado en la estación de Plato, se puede inferir que los niveles medios de la ciénaga (tabla 4.) siguen con algún retraso los del río durante aguas altas (mayo–diciembre). El flujo es en dirección río–ciénaga, con aportes de aguas frescas al sistema cenagoso y reposición de pérdidas por evaporación.

Considerando la cota de fondo del caño de 9,15 msnm y suponiendo que es la más alta en toda su longitud, sólo cuando el nivel del río supera esta cota se iniciará el ingreso de aguas a la ciénaga. De acuerdo con la curva de duración de niveles del río en Plato, (Figura 8.) la cota 9,15 es superada el 37% del tiempo, es decir durante 135 días entre los meses de mayo y diciembre. El aforo realizado en noviembre 30 de 1993 sobre el caño (después de la limpieza) arrojó un caudal de 3,15 m³/s en dirección a la ciénaga.

La etapa decreciente se produce en el río en el período enero–marzo, se invierte la dirección del flujo en el caño Zambrano por el mayor nivel

en la ciénaga y culmina así el proceso de renovación de las aguas. ⁵ De los 27 millones de m³ de agua almacenados sólo sale al río la lámina superior de la ciénaga, limitada por la cota de fondo del caño (9,15 msnm), unos 5 millones de m³. Es decir que menos del 20% del volumen almacenado en el cuerpo de agua es objeto de renovación.

Las restricciones al funcionamiento hídrico natural del sistema cenagoso–ingreso de aguas durante sólo el 37% del tiempo y renovación de menos del 20% del volumen–muestran la imperiosa necesidad de conservar en buen estado las vías de intercambio con el río o con otras ciénagas del sistema.

En época de aguas altas la ciénaga se comunica hacia el sureste con otros cuerpos de agua próximos a Zambrano, los cuales han recibido una fuerte presión por parte de agricultores que pretenden desecarlos. En el costado SO la ciénaga avanza sobre una gran zona baja (*ca.* 40 ha) comunicada con la ciénaga Salitral.

tabla 4. Niveles medios de la ciénaga

Epoca	Niveles (msnm)	Area (ha)	Volume n (Mm ³)
Aguas bajas	4,5	450	
Aguas altas	9,7	690	27

3. Tomando como km 0 la desembocadura del río en Bocas de Ceniza (Barranquilla).

4. Cabe destacar que durante la fase de campo de este estudio se encontró taponado. Los consultores organizaron y llevaron a cabo, conjuntamente con un grupo de pescadores, la apertura de una nueva boca al río y la limpieza del tramo inferior del caño.

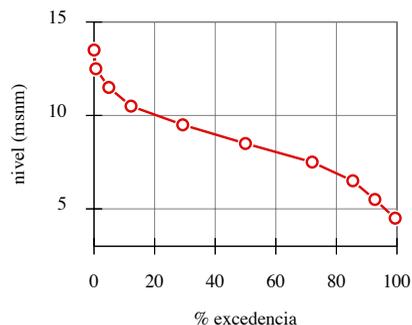


Figura 8. Zambrano: curva de excedencias, niveles medios

Los niveles máximos, Figura 9., alcanzan la cota 15,04 msnm para un período de retorno de 100 años (Farías, 1993). Ante este evento, y si no es realizado el terraplén del carretable a Jesús del Río, cualquier sitio por debajo de esta cota, incluido el casco urbano de Zambrano, será inundado. El desembalse se producirá por el extremo N a través del bajo de ca. 1.000 m de anchura que incluye el caño Zambrano.

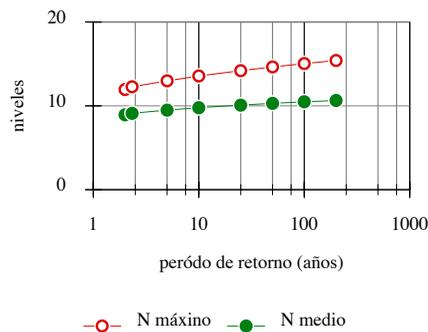


Figura 9. Zambrano: niveles probables (msnm)

Relación con el proyecto

El acceso al puente está trazado por el costado noroeste de la ciénaga, atravesando las zonas bajas que la comunican con la ciénaga de Salitral, entre las abscisas 2+300 y 3+100. Continúa por una zona relativamente alta que se ha mantenido estable como límite de la ciénaga por ese costado, hasta la abscisa aproximada 4+600; en este tramo está incluida la antigua desembocadura del arroyo Alférez. Sigue luego el bajo que incluye el caño Zambrano, hasta la

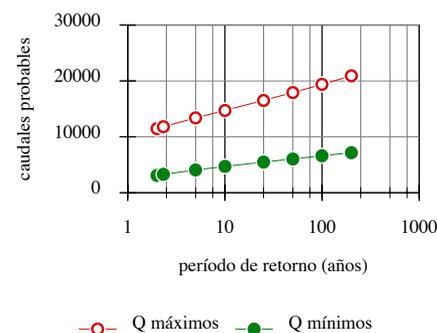


Figura 10. Zambrano: caudales probables (m³/s)

abscisa 5+600 y, finalmente, el sector alto del albardón que llega hasta el río, en la abscisa 5+920.

Las restricciones anotadas para el funcionamiento hídrico de la ciénaga, hacen indispensable dotar el terraplén con estructuras hidráulicas que garanticen no sólo el tránsito de crecidas máximas (v.gr., la prevista para un Tr = 100 años, ver figura 10., y las del arroyo Alférez), si no la calidad del intercambio de aguas de la ciénaga con otros cuerpos del sistema y con el río.

El sector de El Plato

Características generales

El acceso cruza dos pequeños arroyos que nacen en las estribaciones S de las lomas de Doña Jerónima, a una altura de 80 msnm. El área de drenaje combinada tiene una extensión de 3,2 km², con terrenos ondulados dedicados a la explotación agropecuaria.

En la parte baja cruzan el carretable que desde Plato conduce hacia el N a las poblaciones de San Luis y Tenerife. En este cruce se produce algún represamiento por efecto del terraplén construido para la vía.

Relación con el Proyecto

El cruce de estos arroyos por el terraplén de acceso proyectado para el puente, no reviste ninguna importancia ambiental desde el punto vista hídrico, considerando, obviamente, que se proyectarán las estructuras hidráulicas adecuadas para permitir el tránsito de las crecidas.

5. Una relación de niveles similar se reportó para el sistema cenagoso asociado al canal del Dique (Carinsa–Incoplán, 1993).

Tabla 5. Metodología de estudio limnológico

Objetivos	Parámetros	Métodos de toma de información	Métodos de análisis de información	Referencias
<i>Peces</i>				
Evaluación cualitativa de calidad del recurso pesquero	<ul style="list-style-type: none"> Especies Abundancias Relación talla–peso 	<ul style="list-style-type: none"> Lances con 2 atarrayas (L = 6,4 m, ojo de malla = 1,5 cm, nylon #6; L = 2 m, ojo de malla 2 cm, nylon #10) y con con jama de nylon, en sitios con espejo de agua libre de vegetación Mediciones de longitud, peso total a especímenes capturados Preservación en formol 10% de especímenes representativos de sitios y especies 	<ul style="list-style-type: none"> Organización de datos en matrices y gráficas Determinación mediante claves Comparación con la literatura 	Eigenmann, 1924 Miles, 1947 Sterba, 1966 Dahl, 1971 Gery, 1977 Nelson, 1984
<i>Zoobentos</i>				
Composición y estructura de comunidad bentónica	<ul style="list-style-type: none"> Géneros, morfoespecies Abundancias Densidades 	<ul style="list-style-type: none"> 10 núcleos/estación distanciados 1–5 m, con corazonador de succión de PVC, Ø = 30,5 cm, a 10 de profundidad en substrato Lavado de cada núcleo en tamiz de 250 µm, separación de organismos y sedimento, preservación en formol 4% Combinación de submuestras de los 10 núcleos 	<ul style="list-style-type: none"> Lavado de muestras en tamiz de 63 µm, preservación en alcohol 70%, determinación en estereo- o microscopio de luz con claves Registro de datos en matrices (taxa–abundancia vs. sitio) para cálculo de: <i>diversidad, riqueza, uniformidad</i> 	Margalef, 1969, 1982 Velásquez, 1987 Santos, 1989
<i>Perifiton (fauna asociada a macrófitas)</i>				
Composición y estructura de comunidad faunística asociada a macrófitas acuáticas	<ul style="list-style-type: none"> Géneros, morfoespecies Abundancias Densidades 	<ul style="list-style-type: none"> 10 pases/sitio con jama de tela Ø = 20 cm; preservación con etanol 70 % 	<ul style="list-style-type: none"> Determinación en estereo- o microscopio de luz con claves Registro de datos en matrices (taxa–abundancia vs. sitio) para cálculo de: <i>diversidad, riqueza, uniformidad</i> 	Roldán, 1992 Arias, 1985
<i>Parámetros físico–químicos del agua</i>				
Determinación de condiciones físico–químicas de los sistemas acuáticos	<ul style="list-style-type: none"> in situ (transectos): profundidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad, transparencia laboratorio (estaciones): turbidez, sólidos (suspendidos totales, disueltos, sedimentables), dureza total CaCO₃, N (nitrito, nitrato), ortofosfato soluble 	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura, conductividad, pH y oxígeno disuelto con medidores digitales convencionales transparencia con disco Secchi Mediciones a 20 cm y 80 cm de profundidad Muestras para laboratorio compuestas, 2/sitio a partir de submuestras de varias profundidades transporte a laboratorio en contenedor aislado, con hielo análisis en laboratorio de Cartagena, según <i>Standard Methods</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Registro de datos (parámetros vs. sitios) en matrices y gráficas Comparación con la literatura 	Wetzel, 1981 Arrignon, 1984, Dister & García, 1992

limnología

Los habitats de planicie de inundación del río Magdalena (ciénagas, caños, playones, bajos, albardones y pantanos) están más desarrollados en la margen derecha aguas, arriba del eje del puente proyectado (complejo de Zárate: ciénagas Totumito, Plato Viejo, Ceiba, Palmarito y Zárate y caños de interconexión). Aguas abajo se presenta un paisaje de colinas con vertientes muy onduladas que llegan hasta el borde del río, sin que se forme planicie aluvial, sobre este paisaje está construido El

Plato; los cerros funcionan a manera de dique y desvían la inundación sobre la planicie de la margen izquierda, dando origen al complejo de Zambrano–ciénagas de Tabacal, Salitral y Zambrano– a través del cual se ha proyectado el acceso occidental del puente.

Por esta razón, dentro de este estudio se emprendieron investigaciones limnológicas tendientes a evaluar el status y calidad de los recursos hidrobiológicos y a determinar las posibles implicaciones de la construcción u operación del proyecto vial.¹

Se analizaron las comunidades íctica, zoobéntica y de perifiton, esta última asociada a las macrófitas acuáticas; el estudio se complementó con una evaluación de las características físico–químicas de los habitats acuáticos estudiados. La tabla 5 sintetiza los procedimientos metodológicos; la transparencia D del mapa básico muestra la ubicación de las estaciones de muestreo, sus características se listan en la la Tabla 6

Resultados

Peces

La ictiología del Magdalena ha sido ampliamente estudiada en atención a su innegable importancia socio–económica. (Arias, 1975; Beltrán, 1976; Kapetski, 1978; Arboleda, *et al.*, 1984; Anzola & Contreras, 1989; INPA, 1989; Mejía, 1989; Valderrama & Villarreal, 1989; etc.).

1. En el subcapítulo *hidrología* se detallan los aspectos referentes al funcionamiento hidrológico del complejo de ciénagas de Zambrano; los asuntos relacionados con el uso de los recursos asociados se presentan en los capítulos *aspectos sociales y uso del suelo*.



Transparencia D. Sitios de muestreo. [Imprimir sobre acetato y yuxtaponer sobre mapa base, utilice la retícula como guía]

Tabla 6. Catálogo de estaciones de muestreos biológicos y físico–químicos ^{1,2}

Nº	Localización	Características
<i>río Magdalena</i>		
E4	margen izquierda aguas arriba del brazo Zura	playón con platanal entre pastizales de 0,7–0,8 m altura; fondo limo–arenoso, blando
E6	margen izquierda aguas arriba boca nueva de caño Zambrano	talud con erosión activa, altura ca. 3,0 m, con faja estrecha de vegetación arbórea y arbustiva densa
E7	margen derecha aguas abajo de embarcadero de transbordador	playón bajo con gramíneas y pequeños platanales; profundidad > 3,0 m aumenta hacia orilla
E8	bocatoma acueducto El Plato, bocadura al Magdalena, al O	margen derecha de caño La Ceiba, 300 m antes de desem- de la población
E9	bocatoma acueducto Zambrano,	margen derecha frente a la población
<i>ciénaga Grande de Zambrano</i>		
E1	zona media de espejo de aguas	fondo duro; pisoteo de ganado; macrófitas emergentes: chavarría, altura 1,2 m, enea, 2,5 m, pastos
E2	zona SO	aguas claras; macrófitas sumergidas: majate, emergentes: enea, flotantes hoja de raya, taruya; zarzas
E3	entrada de caño Zambrano a ciénaga	fondo arcilloso, somero > 1 m; vegetación herbácea y leñosa densa: terrestre (zarsas, bijao), acuática (enea, pastos); espejo libre de vegetación, mínimo
<i>ciénaga Doña Jerónima</i>		
E5	entrada de caño a ciénaga	anchura 2–3 m; fondo blando, arcilloso; agua amarilla; taludes bajos, vegetación riparia leñosa recostada sobre espejo de agua; macrófitas ausentes

1. Ver ubicación en transparencia Y, mapa 1.
2. Estaciones E8 y E9 sólo muestreos físico–químicos

La ictiofauna magdalenense es diversa y abundante, se conocen más de 140 especies, sin embargo sólo ca. 30 son utilizadas como alimento y de éstas sólo 12 son objeto de comercialización, aunque en los últimos años la diversidad y peso de las capturas se ha reducido. ²

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

Teniendo en cuenta el objetivo meramente cualitativo de este estudio no se realizaron faenas completas de pesca, sino lances con atarraya, el

arte tradicional de la región. ³ La Tabla 7. registra, en agregados para los 3 sistemas muestreados, 12 especies, 7 de éstas son comerciales y 9 residentes exclusivas de ciénagas.

La figura 11. da una idea de la abundancia relativa del recurso en la zona de estudio; se presentan los estimados de capturas diarias a partir de lances (sólo se contabilizaron los peces de tamaño comercial, 30–80% de la captura total en Zambrano, E2 y E3, y en Doña Jerónima, E5) y se comparan con lo reportado por Arias (1985) para otras ciénagas del Magdalena. Los resultados para Zambrano están dentro del rango reportado para éstas; en el caso de Doña Jerónima la densa vegetación flotante y arraigada impidió el muestreo, de ahí los bajos resultados.

Tabla 7. Especies ícticas registradas en el área del proyecto ¹

Orden	Familia	Especie	Nombre vernáculo	Sistemas			Total
				S1	S2	S3	
Characiformes	Curimatidae	<i>Curimata mivartii</i>	vizcaina	1		0	1
		<i>Curimata magdalena</i>	viejita	1	1		2
	Characidae	<i>Prochilodus reticulatus magdalena</i> (m)	bocachico	59	2	0	61
		<i>Astyanax fasciatus</i>	sardina	5	3		8
		<i>Brycon moorei moorei</i> (m)	dorada	1	1	0	2
Anostomidae	<i>Triporthus magdalena</i>	arenca	1	2	0	3	
Perciformes	Cichlidae	<i>Leporinus muyscorum</i>	comelón	1		0	1
		<i>Aequidens pulcher</i>	mojama azul	0	3		3
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Petenia kraussii</i>	mojama amarilla	0	1		1
		<i>Pimelodus clarias</i> (m)	barbudo	0		0	
	Ageneiosidae	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (m)	bagre	0		0	
		<i>Ageneiosus caucanus</i> (m)	doncella	0		0	
Total individuos				69	13		82
Nº de especies				12	7	8	12

1. Muestreos de 23.11–3.12.93. m = especie migratoria 0 = observadas en campo
S1 = ciénaga Grande de Zambrano S2 = ciénaga Doña Jerónima S3 = río Magdalena

La especie más abundante en los lances es el bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalena*), con tallas entre los 157,0 y 265,0 mm, el 95% de los ejemplares menores a la talla mínima de captura permitida (250,0 mm); sus pesos oscilan entre 46,20 y 221,20 gr (Figura 12.). Estas condiciones de pequeño tamaño y peso motivaron la veda (ver nota ³).

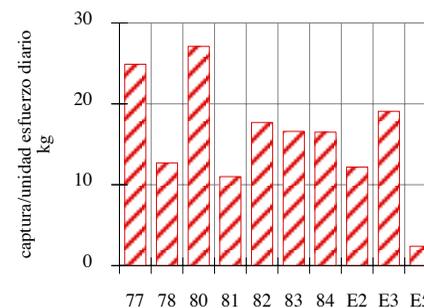


Figura 11. Capturas en Magdalena (1977–84) vs. este estudio (E2, E3, E5) (Fuente: Arias, 1985)

Se registra en las ciénagas la presencia de especies propias de este hábitat y que no participan de las migraciones, como lo son *Curimata mivartii*, *Curimata magdalena*, *Astyanax fasciatus*, *Leporinus muyscorum*, *Aequidens pulcher* y *Petenia kraussii*. Estas especies prefieren aguas relativamente quietas y quedan aisladas en las partes profundas de las ciénagas durante la época de aguas bajas. (Dahl, 1971; Bazigos et al., 1977; Kapestky, 1978). Sin embargo, la mayoría de las especies de aguas cálidas son muy resistentes a condiciones críticas, presentan especial menores exigencias de oxígeno disuelto (Huet, 1973).

2. La disminución en años recientes de la pesca en las ciénagas del Magdalena se atribuye a sobrepesca, uso de artes prohibidos, captura de juveniles, contaminación, desecación de ciénagas... esta última ciertamente relevante en la ciénaga de Zambrano.

3. Los pescadores de la región organizados en una cooperativa (Coopezam) decidieron imponer una veda, en efecto durante la fase de campo de este estudio, razón adicional para no realizar faenas completas de pesca.

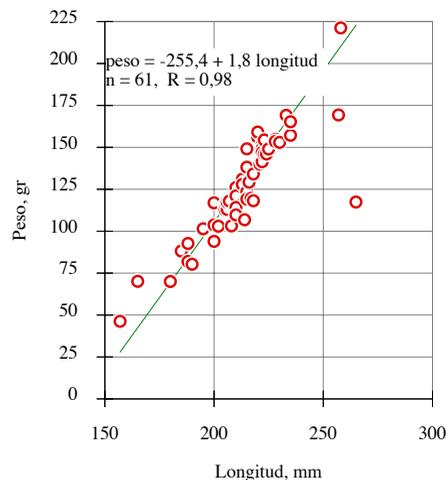


Figura 12. Longitud vs. peso de la muestra de *Prochilodus reticulatus magdalenae*

La presencia en los lances de especies migratorias, con predominancia de juveniles (*P. reticulatus magdalenae*, *B. moorei moorei*, y *T. magdalenae*), está determinada por la época de muestreo –bajanza– asociada con el aumento en los niveles y el ingreso de aguas del río a la ciénaga a través de una boca habilitada en el caño Zambrano por Coopezam y los consultores.

En el río se observó la captura, no muy abundante, con barrederas en las orillas de los Siluriformes más importantes comercialmente, *P. fasciatum*, *P. clarias* y *A. caucanus*. *T. magdalenae* es más abundante pero poco capturada debido a los altos niveles y pequeñas tallas.

Status del recurso

A pesar del estado de deterioro en que se encuentra el complejo cenagoso de Zambrano –deseccación, cobertura de macrófitas y vegetación terrestre– y de la sobrepesca, el estudio registró la presencia de juveniles y adultos de las principales y más frecuentes especies ícticas refe-

renciadas por otros autores para las ciénagas. Desde el punto de vista íctico se considera que los hábitats del complejo Zambrano son restaurables; su recuperación se encuentra supeditada al restablecimiento permanente de las conexiones con el río a través del caño Zambrano. Este fluye en sentido contrario al río en aguas altas, sus bocas están obturadas por terraplenes y otras obras y está cubierto con abundante vegetación que obstaculiza el libre acceso del agua.

Zoobentos

Es la comunidad faunística asociada a los fondos en los hábitats acuáticos; desempeña un papel importante en el reciclaje de nutrientes, vía consumo de bacterias de los restos de plancton y otros materiales en descomposición. Por otra parte es una fuente de alimento para otros organismos en particular peces y aves acuáticas. Su abundancia y diversidad dependen del tipo de régimen hídrico (lótico o léntico), del substrato (arcilla, limo, arena, gravas etc.) y de las condiciones tróficas de las aguas (Wetzel, 1981; Arrignon, 1984).

En general la comunidad está conformada por organismos de corta vida, en muchas especies su presencia en el hábitat está limitada a los estadios inmaduros (la fase adulta es terrestre), poseen altas tasas de reproducción y mortalidad; responden a los cambios en las condiciones del hábitat mediante la producción de estadios juveniles resistentes (*v. gr.*, quistes de huevos) y son colonizadores activos o pasivos.

Por otra parte, la abundancia del zoobentos en hábitats dinámicos, como las planicies aluviales, está sujeta a enormes variaciones espacio–temporales, determinadas

Tabla 8. Especies de bentos registradas en el área del proyecto ¹

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	E1	E3	E4	E5	Σ	frecuencia	
										sitio	/N
Mollusca	Gastropoda	Megastropoda	Pilidae	<i>Marissa</i>	56	4		2	62	3	47,3
			Bulimidae	<i>Tryonia</i>	52				52	1	39,7
		Bassomatophora	Physidae	<i>Physa</i>	1			1	2	2	1,5
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Aelosomatidae	Indeterminado		1	4		5	2	3,8
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Moribaetis</i>				1	1	1	0,8
		Odonata	Coenogroniidae	<i>Acanthagrion</i>			1		1	1	0,8
		Hemiptera	Notonectidae	Indeterminado				2	2	1	1,5
			Pleidae	Indeterminado				1	1	1	0,8
		Homoptera	Delphacidae	Indeterminado				1	1	1	0,8
		Coleoptera	Dysticidae	<i>Thermonectus</i>				1	1	1	0,8
		Diptera	Chironomidae	Indeterminado				1	1	1	0,8
			Culicidae	<i>Culex</i>				1		1	1
Hymenoptera	Fornicidae	<i>Pseudomirmex</i>			1			1	1	0,8	
total					109	7	6	9	131		
Nº de géneros					3	4	3	7	13		
Diversidad					0,7	1,2	0,9	1,9	1,3		
Riqueza					0,4	1,5	1,1	2,7	2,5		
Uniformidad					0,7	0,8	0,8	0,97	0,5		

1. Muestréos de 23.11-3.12.93.

por los eventos hidrológicos de sequía e inundación (Obrdlík & García, 1992).

Diversos autores, principalmente de la zona templada, han relacionado la presencia o ausencia de ciertas especies con las condiciones del hábitat (Wetzel *op cit.* y referencias). ⁴

En el caso de las ciénagas del Magdalena, los hábitats del zoobentos están expuestos a un ciclo semianual, relativamente impredecible, de flujo y reflujo; poseen sedimentos finos (limos y arcillas) con tasas de renovación altas; las aguas son cálidas, de baja transparencia, con bajas tensiones de oxígeno, pH variable y abundante materia orgánica disuelta. Estas características implican condiciones inestables reflejadas en bajas diversidades y abundancias (Arias, 1977; García & Dister, 1992, Rol-

dán, 1992)

La tabla 8 sintetiza los resultados del presente estudio. De un total de 131 organismos bentónicos (clases Gastropoda, Oligochaeta e Insecta), el 83.2% se presenta en la estación E1, ubicada en la parte media de la ciénaga de Zambrano; es la zona de aguas más profundas, posiblemente sufrió menos la sequía prolongada a que ha estado expuesto el complejo. Esta afirmación está corroborada por el hecho de que la totalidad de los organismos en E1 son moluscos filtradores (caracoles), de dispersión pasiva; aunque presentes en otras estaciones sus abundancias fueron mucho menores. Estas especies están favorecidas por altas concentraciones de CaCO₃ presentes en el a-

4. Sin embargo, el valor de bio–indicación de muchas especies es cuestionable en el medio tropical, puesto que se carece de los estudios adecuados en cuanto a requerimientos tróficos, tolerancias y variación genética.

gua (ver variables físico-químicas), substancia requerida para la formación de las conchas⁵. Se encontraron abundantes restos de éstas en áreas libres de agua en los alrededores de los sitios de muestreo en todas las estaciones.

Los caracoles constituyen parte importante de la dieta de peces como el comelón (*Leporinus muyscorum*), la dorada (*Brycon moorei moorei*), las mojarra amarilla (*Petenia kraussii*) y azul (*Aequidens pulcher*) y de aves acuáticas, muy abundantes en Zambrano, como los caracolos (*Rostrhamus sociabilis*), los pisingos (*Dendrocygna autumnalis*) y las garzas (*Ardea cocoi*, *Casmerodius albus*, *Egretta thula*, *Florida caerulea*, *Pilherodius pileatus*) entre otras.

En las demás estaciones predominaron los insectos, cuyas especies son colonizadoras activas y poseen estadios adultos terrestres, lo cual se ajusta a la dinámica hidrológica alterada imperante en la zona en épocas recientes.

El estado de la comunidad de zoobentos en la zona de Zambrano durante la fase de campo era de abundancias y diversidades bajas. La tabla 9 compara los datos generados por este estudio con los de 2 ríos con planicie aluvial desarrollada. Sólo la estación E1 muestra valores cercanos a los medios del Rin y del Mississippi, aunque el número de especies es mucho menor; las demás estaciones se ubican en la parte inferior del rango de dichos ríos. Desafortunadamente no existen en la literatura datos que permitan establecer si en otras fases hidrológicas la situación sea diferente en el Magdalena. A juzgar por lo ocurrido en la planicie aluvial del Rin superior⁶ (Obrdlik & García, 1992) es de esperar que se presenten grandes va-

Tabla 9. Abundancia de zoobentos en el Magdalena vs. otras planicies fluviales

Sitio	Densidad individuos/m ²	Taxa ¹	Referencia
E1	1.493	3	Este estudio
E3	96	4	
E4	86	3	
E5	123	7	
media	449,5	13	
Rin	media 1.593 rango 26-7.727	12	Obrdlik & García, 1992
Mississippi	media 1.709 rango 117-6.736	14	Neuswanger et al., 1982

1. Taxa en los tres estudios son agregados a nivel de familia, sin

riaciones a lo largo del año, en particular asociadas a los ciclos de insectos acuáticos de vida corta (efemérotos, plecópteros, tricópteros, quironómidos, etc.) muchos de los cuales tienen ciclos de emergencia relacionados con los cambios lunares, con los cambios en la vegetación terrestre a lo largo del año y con la fluctuación de niveles. Así que es posible que los procesos de recuperación evidentes en el complejo Zambrano se traduzcan en modificaciones en la cohorte de zoobentos aquí documentada.

Fauna asociada a la vegetación acuática (perifiton)

El perifiton está conformado por los organismos que se desarrollan sobre las superficies libres de las plantas acuáticas y de otros substratos sumergidos. Este constituye un eslabón muy importante en la cadena trófica, es fuente de alimento para las larvas y alevinos de peces. La fauna del perifiton se alimenta a su vez de algas y fitoplancton sésil o son filtradores o insectívoros (Arrignon, 1984).

Su composición al igual que la del zoobentos depende en gran medida

del tipo de sustrato, *i.e.*, será determinada en gran medida por la misma abundancia y disposición de la vegetación acuática.

A la fecha de este estudio (noviembre, 1993), las ciénagas del complejo Zambrano estaban en un proceso de llenado; la abundante vegetación de pantano y aún de tierras altas que invadió las zonas de amortiguación durante la prolongada sequía, se encontraba sumergida o semisumergida, conformando un sustrato enorme y aportando al sistema restos orgánicos (*v. gr.* hojarasca) cuya descomposición es alimento para el perifiton animal y bacteriano.

La tabla 10. registra los organismos encontrados en este estudio. La similaridad entre estaciones es mayor que en el caso del zoobentos; de las 64 morfoespecies registradas, 28 lo fueron para 2 ó 3 estaciones. Los mayores abundancias y diversidades se presentaron en las estaciones E3 y E5, correspondientes a las bocas de los caños semiobstruidos de las ciénagas de Zambrano y Doña Jerónima, con vegetación leñosa y herbácea abundante que suministra alimento y refugio a los organismos. Por el contrario, las condiciones de aguas abiertas y más profundas de E1, zona media de Zambrano y E4, playón inundado en la ribera izquierda del Magdalena, expuesta a las corrientes, se mostraron relativamente menos ricas en perifiton animal. Es la situación recíproca del zoobentos.

El 43,3% de los organismos pertenecen 3 taxa: caracoles (Gastropoda) 11,3%; Ostracoda, 16,8% y larvas de Chironomidae, 15,2; todos especies filtradoras o raspadoras que se alimentan de bacterias o plancton abundantes en la materia vegetal en descomposición.

Es notoria la dominancia de la clase Insecta (54% del total de organismos), la cual comprende grupos de hábitos y ciclos de vida terrestres como son los homópteros (chicharras, pulgones, cochinillas), himenópteros (abejas, avispas, hormigas) y ortópteros (langostas, grillos, palitos) cuya presencia se encuentra determinada por la invasión de los cuerpos de agua ante la desecación, por vegetación terrestre, pastos, hierbas y arbustos. Esta y su fauna asociada, al producirse la inundación se convierten en una fuente importante de material orgánico y enriquecedor.

Sin desconocer los procesos de desecación e invasión de vegetación terrestre en los caños y las ciénagas de interés, los resultados se ajustan en general a la descripción de las partes bajas de los ríos (Roldán, 1992) y de las ciénagas Arias (1985): escasos plecópteros efemérotos y tricópteros, que requieren aguas turbulentas, bien oxigenadas y substratos rocosos, mientras que predominan los odonatos, hemípteros y dípteros principalmente quironómidos, al igual que moluscos, hirudíneos y oligoquetos, grupos adaptados a bajas tensiones de oxígeno, aguas cálidas, someras y quietas.

Características físico-químicas

En las planicies aluviales tropicales se presentan variaciones estacionales de las características bióticas y abióticas que permiten la distinción de 3 períodos limnológicos diferentes: *estiaje*, *inundación* y *descenso de las aguas*. Junk et al., (1989) desarrollaron el concepto del pulso anual del río (*flood pulse concept*) para relaciona condiciones geomor-

5. El Ca de las conchas es en parte reciclado vía los cambios de pH del agua que facilitan la lisis del carbonato.
6. En el estudio del Rin se muestrearon semanalmente, durante dos años, 4 estaciones en la planicie aluvial.

Tabla 10. Especies de fauna asociada a macrófitas registradas en el área del proyecto 1

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	E1	E3	E4	E5	total	frecuencia			
										sitio	/N		
Mollusca	Gastropoda	Megastropoda	Pilidae	<i>Marissa</i>		22		31	53	2	8,3		
		Bassomatophora	Planorbidae	<i>Giraulus</i>		2	17		19	2	3,0		
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Aelosomatidae	Indeterminado	1			22	23	2	3,6		
Arthropoda	Arachnida	Araneae	Indeterminada	Indeterminado		15	2	1	18	3	2,8		
		Acarina	Indeterminada	Indeterminado	2			2	4	2	0,6		
	Copepoda	Indeterminado	Indeterminada	Indeterminado		3		2	5	2	0,8		
	Ostracoda	Indeterminado	Indeterminada	Indeterminado		92		16	108	2	16,8		
	Branchiopoda (stobria)	Cladocera	Indeterminada	Indeterminado	6	6			12	2	1,9		
	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Baetidae	<i>Moribaetis</i>				1	1	1	0,2	
					<i>Baetis</i>		1	3		4	2	0,6	
		Odonata	Libelulidae	<i>Dasythemis</i>		1	1	1	1	3	3	0,5	
				Indeterminado sp 1			1			1	1	0,2	
		Orthoptera	Gryllidae	Indeterminado		5	5			10	2	1,6	
		Plecoptera	Indeterminada	Indeterminado					1	1	0,2		
		Hemiptera	Belostomidae	<i>Belostoma</i>						6	6	1	0,9
					Indeterminado					1	1	0,2	
			Coricidae	<i>Centrocorisa</i>						25	25	1	3,9
				<i>Tenegobia</i>		5					5	1	0,8
			Guerridae	<i>Euryguerris</i>		2	15				17	2	2,7
					Indeterminado sp 1		1				1	1	0,2
			Hebrydae	<i>Merragata</i>		1	5				6	2	0,9
				<i>Hebrus</i>			1		2	3	2	2	0,5
			Mesovellidae	<i>Mesovelvia</i>		7	15		1	23	3	3,6	
Naucoridae			<i>Peleciris</i>		2	1				3	2	0,5	
		<i>Limnocoris</i>		3					3	1	0,5		
Notonectidae		Indeterminado sp 1			5				5	1	0,8		
	af. <i>Paraplea</i>		5			21	26	2	4,1				
Pleidae	Indeterminado sp 1			4				4	1	0,6			
	Indeterminado sp 2			16				16	1	2,5			
	Indeterminado sp 1		1	2				3	2	0,5			
Vellidae	Indeterminada	Indeterminado		1				1	1	0,2			
	Cicadellidae	Indeterminado sp 1			3		1	4	2	0,6			
	Cercopidae	Indeterminado sp 1		4				4	1	0,6			
	Delphacidae	Indeterminado sp 1				1		1	1	0,2			

1. Muestreos de 23.11-3.12.93.

fológicas, climáticas e hidrológicas y explicar la productividad e interacciones de la biota en los hábitats de áreas inundables.

Para Hill & Rai (1982) las ciénagas y los ríos forman una unidad complementaria, en la cual el intercambio de energía de la corriente y la biomasa del lago ocurre todo el año, en una especie de sistema continuo (*single continuum*), como consecuencia de su naturaleza *léntica-lótica-lótica*. Durante el primer período lótico las ciénagas reciben agua y nutrientes del río y de las interacciones tierra-lago en la zona de playones. En el segundo período lótico el

nivel del agua comienza a descender y la biomasa del plancton y de las macrófitas acuáticas es arrastrada por el río.

Estos conceptos, desarrollados para sistemas de la cuenca amazónica, son en términos generales aplicables al funcionamiento de la planicie aluvial del Magdalena, de acuerdo con estudios detallados de ciénagas del tramo medio del río (Dister & García, 1983; Moreno *et al.*, 1987; Pedraza *et al.*, 1989; García & Dister 1990, García, 1993). Sin embargo, los sistemas del Magdalena son más complejos por las siguientes particularidades (García & Dister, *op.cit.*, García, *op. cit.*):

Tabla 10. Especies de fauna asociada a macrófitas... (cont)

Orden	Familia	Género	E1	E3	E4	E5	total	frecuencia	
								sitio	/N
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Cassida</i>		1			1	1	0,2
	Coccinellidae	Indeterminado			1		1	1	0,2
	Curculionidae	Indeterminado sp 1				1	1	1	0,2
	Dryopidae	Indeterminado sp 1		1			1	1	0,2
	Dysticidae	Indeterminado sp 1		2		7	9	2	1,4
	Haliplidae	Indeterminado sp 1				2	2	1	0,3
	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp 1					1	1	0,2
		<i>Macrelmis</i> sp 2				6	6	1	0,9
	Hydrophilidae	Indeterminado sp 1		1			1	1	0,2
		<i>Berosus</i>			1		1	2	0,3
		<i>Tropisternum</i>				4	4	1	0,6
	Staphylinidae	Indeterminado sp 1		1			1	1	0,2
Indeterminado sp 2			1			1	1	0,2	
Indeterminado sp 3				1		1	1	0,2	
Diptera	Chironomidae	Indeterminado sp 1		53			53	1	8,3
		Indeterminado sp 2		2	17		19	2	3,0
		Indeterminado sp 3		2	15		17	2	2,7
		Indeterminado sp 4				1	7	8	1,2
	Culicidae	<i>Culex</i>				7	7	1	1,1
		Indeterminado sp 1		1	14		15	2	2,3
		Indeterminado sp 2		4	11		15	2	2,3
	Muscidae	<i>Limnophora</i>				1	1	1	0,2
Psichodidae		Indeterminado sp 1		6		6	1	0,9	
Ceratopogonidae	Indeterminado sp 1		1			1	1	0,2	
	Indeterminada		15			15	1	2,3	
Hymenoptera	Formicidae	<i>Pseudomirmex</i>			2	1	3	2	0,5
		<i>Paratrychina</i>			2		2	1	0,3
		<i>Solenopsis</i>		1	16		17	2	2,7
total individuos			52	385	30	174	641		
N° de géneros			18	40	10	27	64		
Diversidad			2,7	2,9	1,7	2,6	3,4		
Riqueza			4,3	6,6	2,6	5,0	9,7		
Uniformidad			0,9	0,8	0,7	0,8	0,8		

- Las aguas del Magdalena tienen un contenido hasta un orden de magnitud más alto de sólidos en suspensión que los sistemas amazónicos; ésto limita la importancia del fitoplancton e incrementa la de las macrófitas acuáticas, en particular en la zona de intercambio playón-ciénaga.
- El patrón anual de lluvias, caudales y niveles es bimodal en el Magdalena, por tanto se presentan 2 pulsos de diferente magnitud por año.
- La predecibilidad intranual de los eventos climáticos e hidrológicos en el Magdalena es menor, debido a la dirección S–N del río y a su extensión sobre ca. 9° latitudinales,

lo que origina una asincronía, casi una inversión, en los patrones de los sectores S y N.

Para evaluar, dentro del contexto esbozado arriba, las características limnológicas de la planicie aluvial en la zona del proyecto se realizaron 2 tipos de mediciones: por una parte muestreos físico-químicos en las estaciones de la tabla 11 y por otra transectos de mediciones físicas *in situ* desde el contacto caño-río hasta las áreas más distales de las ciénagas (ver ubicación en transparencia D, mapa básico).

A la fecha de estos estudios el complejo estaba recibiendo, desde hacia

unos días, agua del Magdalena a través una boca lateral del caño Zambrano, después de un período de sequía prolongado. ⁷ El largo estiaje permitió la invasión de las zonas más someras con vegetación terrestre, diezmo las poblaciones de macrofitas acuáticas y aisló áreas extensas del intercambio con el río y de los aportes de los tributarios, principalmente del arroyo Alférez. De tal manera que durante los muestreos se presentó una situación transicional entre la fases léntica y la primera lítica *sensu* Hill & Rai (*op. cit.*), análoga a la del estadio III, documentado en otras ciénagas del Magdalena medio (García & Dister, 1992).

Los resultados de las mediciones en estaciones se consignan en la tabla 11, las dos últimas columnas muestran, con propósitos comparativos, los rangos de variación reportados por la literatura.

Las características físico-químicas del complejo cenagoso reflejan adecuadamente el estado del sistema:

- La estación más distal, E1, presumiblemente fue el único espejo de aguas abiertas durante la sequía, sus aguas eran claramente lénticas: alta transparencia por las bajas concentraciones de sólidos en suspensión; cálidas, con estratificación térmica desarrollada, *ca.* 4°C, lo que a su vez se reflejó en las bajas tensiones de oxígeno en las capas profundas (hipolimnio). El largo período de aislamiento permitió, vía evaporación y descomposición de materia orgánica, la concentración de sólidos disueltos, evidenciado además por las altas conductividades y contribuyó al consumo de oxígeno.
- Las estaciones E2 (ciénaga) y E3 (caño) mostraron un carácter lótico,

Tabla 11. Mediciones de parámetros físico-químicos en área del proyecto ¹

Parámetro	Zambrano								Doña Jerónima		río Magdalena				García & Dister, 1992		
	E1		E2		E3 (caño)				E5		E4 (playón)		E8 (toma)		estadio III ²		
profundidad máxima (cm)	120		110		>200				>200		150			>200		>200	
transparencia secchi (cm)	110		18		10				10		30			8		10-35	
profundidad de medición (cm)	20	80	20	80	20	80	100	150	20	80	20	70	150	20	80	25	100
temperatura (°C)	31,3	27,3	27,6	27,5	28,0	28,0	28,0	28,0	28,1	28,1	29,0	28,0	28,0	27,9	30-36	25-28	
oxígeno disuelto (mg/l)	3,4	1,1	5,4	5,3	4,3	4,1	4,0	3,6	4,2	3,9	2,0	2,0	1,8	4,5	4,4	3,1-6,0	<1,0-5,2
pH	6,8	6,5	7,3	7,3	6,5	6,1			6,7	7,0	6,9	6,9	6,9	6,6	6,6	4,1-6,7	≈7
conductividad (μS/cm)	437	466	134	134	131	131			131	131	261	260	263	130	130	10-60	140-350
turbidez (NTU)	0,65		22		48				50		0,72			54		16-61	
sólidos suspendidos totales (mg/l)	0,8		37,3		29,3				81,3		6			84		0,4-2,3	
sólidos disueltos (mg/l)	235		235		5				70		235			120			
sólidos sedimentables (mg/l)	0,1		0,1		0,3				0,15		0,1			0,4			
dureza total (mg/l CaCO ₃)	230		80		70				90		100			70		57-83	
nitrito (mg N/l)	0,002		0,024		0,031				0,031		n.d.			0,024			
nitrato (mgN/l)	0,003		0,047		0,098				0,069		0,001			0,078		6,5-10,0	
ortofosfato soluble (mgP/l)	0,042		0,076		0,085				0,074		0,039			0,072		0,1-0,3	

1. Muestreos de 23.11-3.12.93.

2. Datos en *bastardilla* tomados de Arias (1985)

n.d. = concentración no detectable

sus aguas eran indistinguibles de las del río Magdalena: transparencias bajas debido a las altas concentraciones de sólidos suspendidos; no presentaron estratificación; el flujo turbulento de agua del río mantuvo niveles altos de oxígeno, semejantes a los del río.

- La estación E5 (confluencia del caño con la ciénaga Doña Jerónima) se presentó también un carácter lótico. La estación E4 un playón ribereño recientemente inundado y expuesto a los vaivenes de nivel del río, presentó características transicionales: por una parte, concentraciones de O₂ bajas y altas conductividades por la oxidación de materiales orgánicos de origen terrestre y por otra, carencia de estratificación.

- Este tipo de mosaico, coocurrencia de estados tróficos diferentes en un mismo complejo cenagoso, determinado por el funcionamiento hidrológico, se encontró también en las ciénagas del Magdalena medio (Chucurí, Opón, Tabacorú, etc.), la condición recibió el término de *ciclotrofia*, para indicar el carácter inestable y cambiante de las condiciones limnológicas (García & Dister, *op. cit.*).

Con el objetivo de precisar mejor la variación espacial de las características limnológicas y analizar la influencia de las aguas del Magdalena en el sistema, se realizaron 2 transectos de mediciones físicas; Zambrano, más extensa, permitió un mayor número de mediciones. La figura 13. ilustra los perfiles resultantes; se distinguen con claridad 3 zonas: la lítica del caño, la lítica de aguas profundas en el extremo distal de la

ciénaga y la zona media en proceso de inundación, transicional, en su comportamiento. Este patrón no es tan definido para Doña Jerónima.

Lo anterior permite predecir un lento proceso de transformación del complejo cenagoso a un estadio de condiciones líticas, indistinguible del río, durante la fase de llenado; la muerte de la vegetación terrestre y su descomposición que conllevará consumo de oxígeno y aún producción de metano y ácido sulfhídrico; a su vez, la mayor disponibilidad de nutrientes favorecerá el desarrollo de macrofitas acuáticas, perifiton y zoobentos y se traducirá, después de un ciclo hidrológico, en incrementos notables en el recurso pesquero.

7. Además de la sequía natural de 1991-1992, atribuida al fenómeno de la corriente de El Niño, la situación de Zambrano se vio además afectada por la obstrucción de las bocas del caño Zambrano y el desvío del arroyo Alférez.

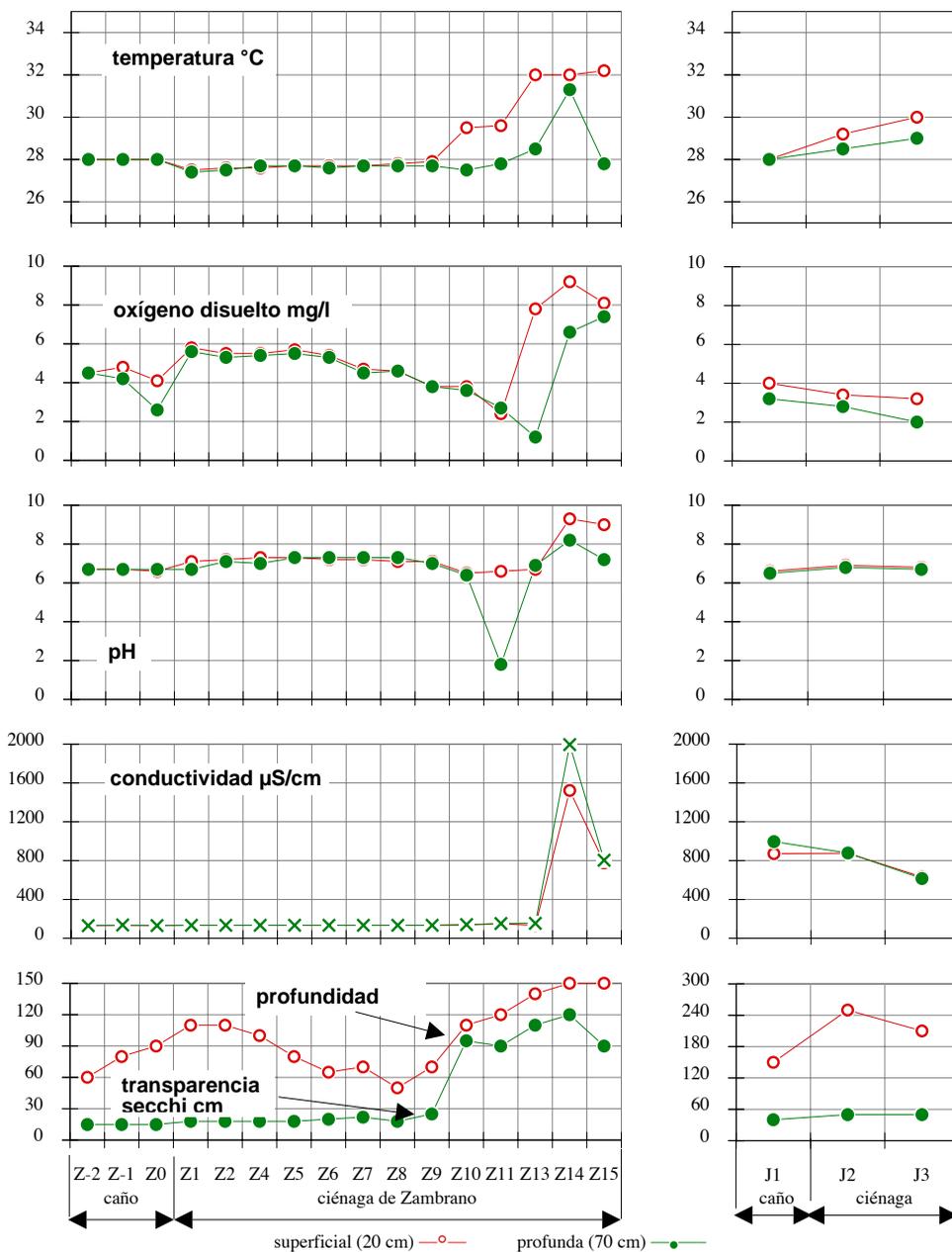


Figura 13. Variación de parámetros físicos: transectos en ciénaga de Zambrano, a la izquierda y de Doña Jerónima. Muestras de 1.-2.12.93

Tabla 12. Parámetros físico–químicos en el embalse Caño Negro, cuenca Alférez¹

Parámetro	A1	A2	A3
profundidad de medición (cm)	20	20	20
temperatura (°C)	27,4	26,3	27,8
oxígeno disuelto (mg/l)	2,0	6,8	7,4
pH	6,0	6,5	7,2
conductividad (µS/cm)	297	296	1.845

1. Muestras de 3.12.93.

A1 = embalse A2 = presa A3 = descarga de compuerta

Las sequías extremas, seguidas de grandes inundaciones son la condición deseable en los sistemas cenagosos, puesto que la productividad depende de la incorporación de nutrientes vía la fase terrestre. Por esta razón, y dada la importancia vital de la pesca para Zambrano, se recomienda la restauración de los intercambios ciénaga –río y el diseño de estructuras que permitan el desborde de las inundaciones periódicas hacia la margen N del acceso proyectado.

Finalmente, se recomienda la restitución de los aportes del Alférez a la ciénaga. Los embalses construidos en su cuenca no sólo alteran el balance hídrico, sino que transforman las características del agua retenida. Los datos de la tabla 12 muestran esta situación: la superficie del embalse propiamente (A1 y A2) tienen condiciones semejantes a la de una ciénaga en estado léntico; mientras que la descarga, aguas profundas del embalse medidas en el arroyo receptor, muestran el efecto de la concentración de nutrientes.

Para este estudio se realizó un diagnóstico general del estado actual de la vegetación natural y cultural en la zona de influencia directa del puente Zambrano–Plato que incluyó un inventario de las especies florísticas más frecuentes y una caracterización de la evolución reciente de la cobertura vegetal.

Metodología

El diagnóstico de la vegetación natural se realizó con un enfoque fisiológico–estructural complementado con anotaciones ecológicas y florísticas. Inicialmente se identificaron áreas de vegetación homogénea sobre fotografías aéreas de 1988, las que con posterioridad se verificaron en el terreno. Se realizaron muestreos en 14 levantamientos distribuidos en las diferentes áreas homogéneas. El sitio de cada levantamiento fué seleccionado después de un recorrido de observación para garantizar que la vegetación muestreada fuese representativa. En cada levantamiento se demarcó un rectángulo de 10 x 15 m para determinación de altura y cobertura de los estratos y caracterización fisiológica y ecológica. Además, se colectaron ejemplares botánicos de las especies más frecuentemente observadas.

La identificación de las especies se hizo mediante claves y corroboración con la colección del Herbario Nacional Colombiano del Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. Allí mismo se consignó la colección hecha para este estudio.

Para definir la evolución reciente de la cobertura cultural se analizaron además fotografías aéreas de 1948 y 1974; los usos se clasificaron en 3 unidades así:

1 *vegetación boscosa zonal* que agrupa tipos de vegetación climáticos y sucesionales avanzadas, hoy inexistentes en la región

2 *bosques de galería* (vegetación boscosaazonal) igualmente agrupa tipos extintos

3 *vegetación natural de bajos*, formaciones disclimáticas adecuadamente representados en la cobertura actual

los resultados se consignan en las transparencias E(1947) y F (1974) del mapa básico.

La cubierta vegetal actual es heterogénea, consta de una gran matriz de suelos con uso agrícola o pecuario que encierra parches de vegetación natural con estructura y tamaños heterogéneos y diferentes orígenes. El área analizada cubre ca. 70 km², de los cuales ca. 13,6 % corresponde a aguas permanentes (ciénagas, río Magdalena, caños); el 3,4% a agricultura de subsistencia en los playones de la ciénaga Doña Jerónima, en las islas El Bote y Cascajo principalmente; el 4,3% son áreas urbanas; el 71,6% corresponde a cultivos y pastos y tan solo el 7,1% tiene una cobertura con vegetación natural. Es posible identificar remanentes de vegetación natural zonal en diferentes estadios sucesionales y cinturones discontinuos de diversos tipos de vegetación riparia o en fajas alrededor de las ciénagas y corrientes de agua. Las características de los tipos de vegetación actual se detallan en la Tabla 13. y su distribución espacial en la transparencia G del mapa básico.

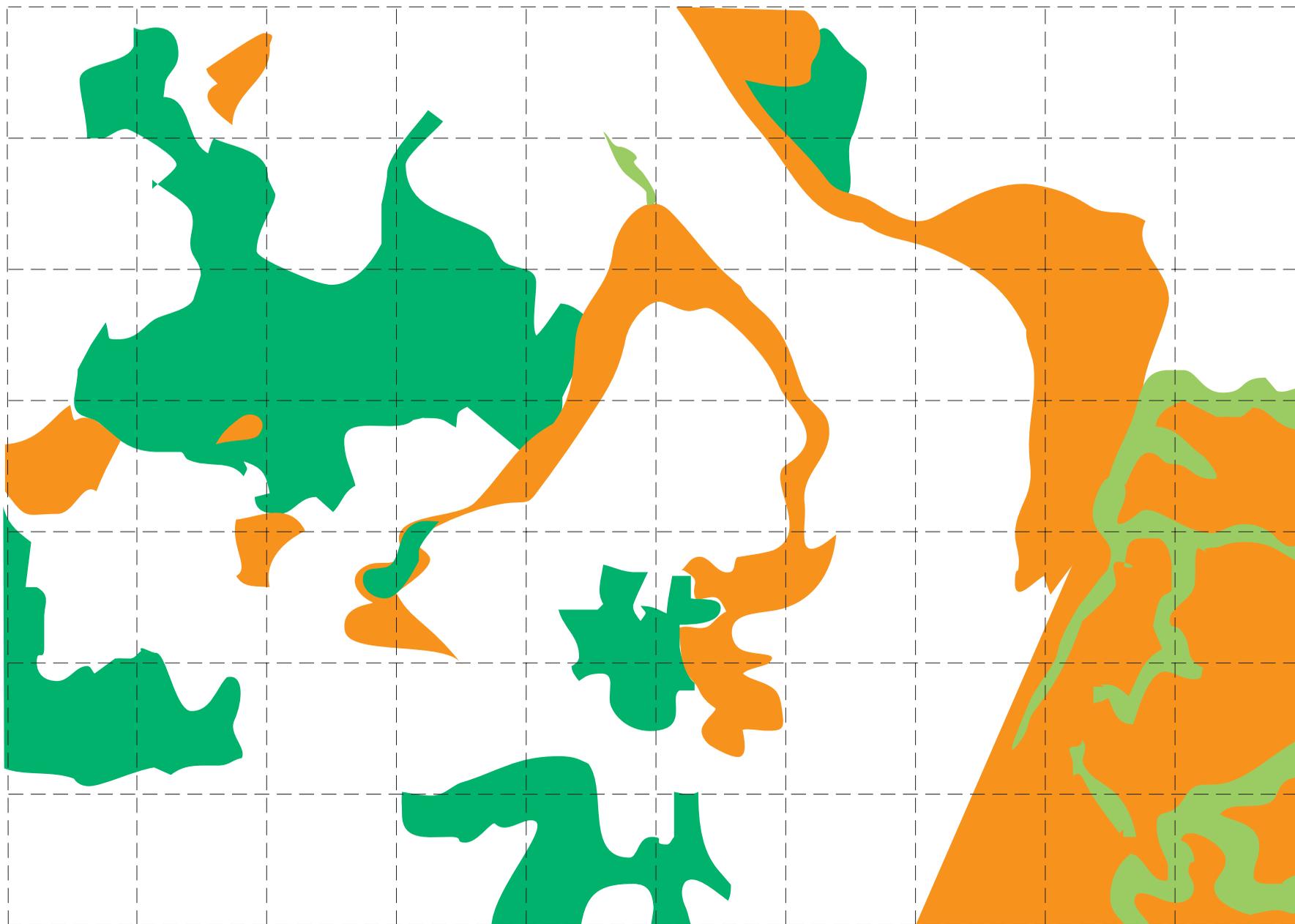
Vegetación zonal

La vegetación zonal del área es un bosque bajo de tipo subxerofítico; corresponde al *bosque espinoso* de la clasificación de UNESCO (Ellenberg & Mueller–Dombois, 1974; Claver, 1984), al bosque muy seco tropical de Holdridge (Espinal & Montenegro, 1963) y a un zonoecotono subxerofítico tropical según Hernández (1990).

Esta vegetación presenta porte arbóreo reducido, abundancia de cactáceas, predominio de especies de follaje pequeño y deciduo, alta frecuencia de especies con espinas o vellosidades urticantes, muy pocas epífitas y ausencia de briofitos y helechos. Estas características responden a la deficiencia de agua debida a las prolongadas temporadas de sequía anuales de la región.

El estado sucesional más avanzado se presenta en parches que se localizan principalmente en las cimas de las pequeñas colinas. Presenta un estrato alto con altura de 4 a 8 m y cobertura entre 70 y 80%; formado por cactáceas de porte candelabriforme como *Pilocereus lanuginosus*, *Lemaireocereus griseus* (cardones). La vegetación leñosa consta principalmente de leguminosas mimosoideas como *Prosopis juliflora* (trupillo), *Pithecellobium lanceolatum*, *Acacia tortuosa* (aromo); además leguminosos papilionoideas como *Platymiscium polystachyum* (trebol) y *Platypodium elegans* (silvadero) y cesalpinoideas como *Caesalpinia coriaria* (dividivi).

Son frecuentes además *Capparis* aff. *odorantissima* (olivo), *Capparis pachaca* (paposamba), *Bulnesia arborea* (guayacán), *Lafoensia* sp.

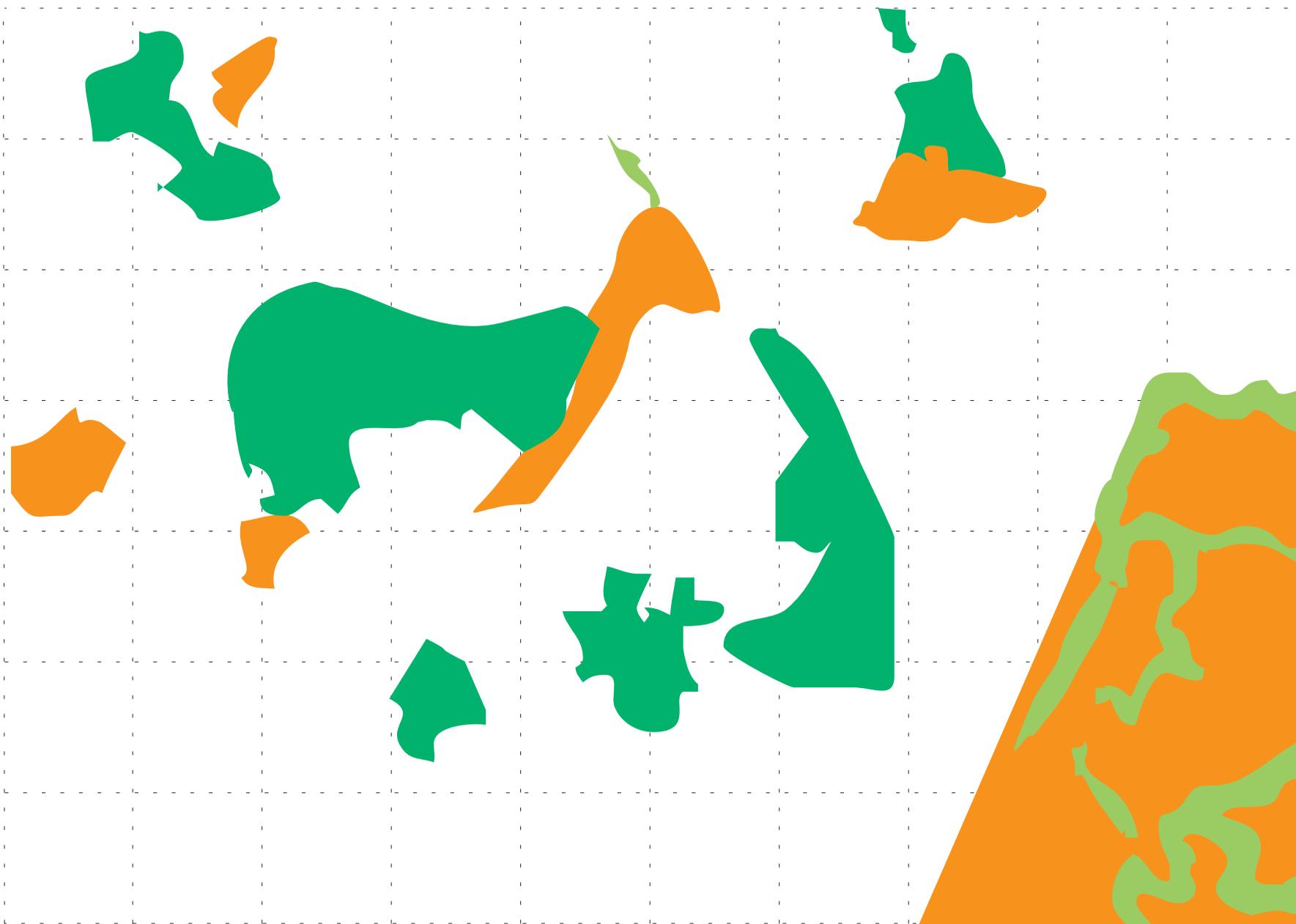


Vegetación natural de bajos

Vegetación boscosa zonal

Vegetación boscosa azonal (bosque de galería)

Vegetación natural 1948

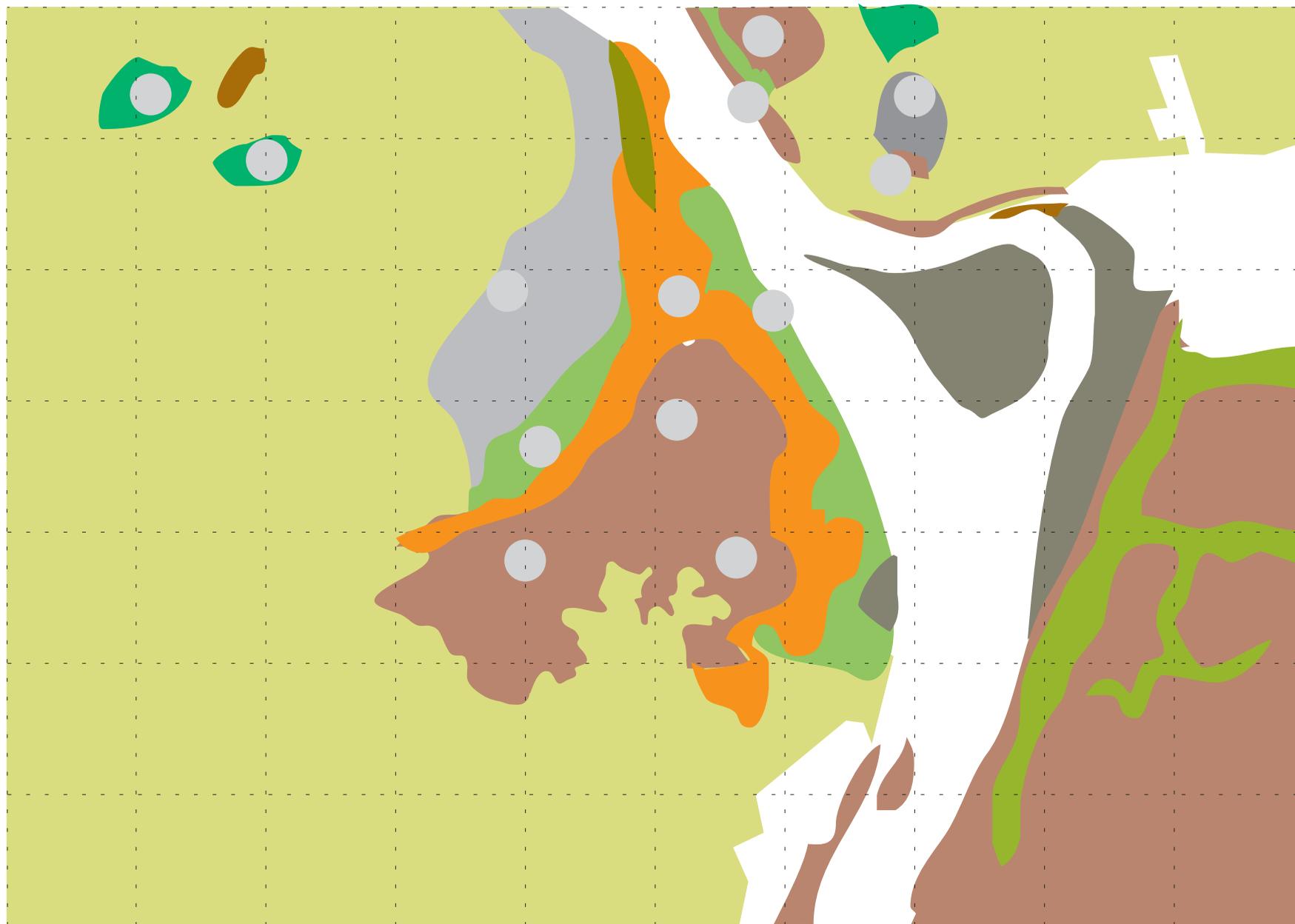


Vegetación natural de bajos

Vegetación boscosa zonal

Vegetación boscosa azonal (bosque de galería)

Vegetación natural 1974



Transparencia G. Vegetación 1994. [Imprimir sobre acetato y yuxtaponer sobre mapa base, utilice la retícula como guía]

Tabla 13. Características de los restos de vegetación natural de la zona de influencia del puente Zambrano–Plato

Tipo	Características	Distribución	Estratos	Especies características
<i>Vegetación zonal</i>				
Cardonal	Estado climacico de la vegetación zonal colinas Parte arbóreo bajo Abundancia de suculentas Alta frecuencia de espinas o pelos urticantes Pocas epifitas Ausencia de briofitas y helechos Suelos con prolongada sequía	Confirmado a la cima de pequeñas colinas en ambas márgenes del río	Arbóreo, 4 - 8 m 70–80%	<i>Pilocereus lanuginosus</i> , <i>Lemaireocereus griseus</i> , <i>Prosopis juliflora</i> , <i>Pithecellobium lanceolatum</i> , <i>Acacia tortuosa</i> , <i>Platymiscium polystachyum</i> , <i>Platyopodium elegans</i> , <i>Caesapinia coriaria</i> , <i>Bulnesia arborea</i> , <i>Capparis odorantissima</i> , <i>Capparis pachaca</i> , <i>Randia gaumeri</i> , <i>Erythroxylum carthagenense</i>
			Arbustivo 0,5–1,5 m 40–50%	<i>Opuntia wentiana</i> , <i>Bromelia pinguin</i> , <i>Acanthocereus pitajaya</i> , <i>Euphorbia</i> aff. <i>dichotoma</i> , <i>Jatropha gossypifolia</i> , <i>Cnidioscolus urens</i>
			Epifitas vasculares < 2 %	<i>Tillandsia flexuosa</i>
Matorral de guayacán	Estado sucesional avanzado de la vegetación zonal Estrato arbustivo denso Arbustos divididos desde la base. Follaje pequeño y desiduo. Pocas epifitas. Ausencia de briofito y helechos. Suelos con prolongada sequía	Observada en algunas colinas cercanas a la margen oriental del río.	Arbustivo 4 m 80–90 %	<i>B. arborea</i> , <i>C. coriaria</i> , <i>Lafoensia</i> sp.
			Subarbustivo 1 m 30%	<i>O. wentiana</i> , <i>E. cf. dichotoma</i> , <i>B. pinguin</i>
			Herbáceo rasante 0.2 m 40%	<i>Tolinum triangulare</i> , <i>Portulacca oleraceae</i> , <i>Commelina elegans</i> , <i>Callisia repens</i> , <i>Peperomia</i> sp
Matorral de leguminosas	Abundancia de arbustos divididos desde la base. Estrato arbustivo denso Follaje pequeño deciduo Poco epifitismo Ausencia de briofitos y helechos Abundancia de lianas. Suelos secos	Observada en el área de canteras Monterrey y del 30	Arbustivo 3–5 m 80 %	<i>Senegalia glomerosa</i> , <i>Albizia colombiana</i> , <i>Myrosporum fruteceus</i> , <i>Astronium graveolens</i> , <i>Tabebuia ochracea</i> , <i>Casearia</i> cf., <i>Vitex</i> cf. <i>compresa</i> <i>Cardia alliadora</i> , <i>A. pitajaya</i>
			Herbáceo alto 0,8 m	<i>B. pinguin</i> , varias malváceas
			Herbáceo rasante < 0,2 m. < 10%	<i>T. triangulare</i> , <i>P. oleraceae</i> , <i>C. elegans</i> , <i>C. repens</i> , <i>Peperomia</i> sp, <i>Heliotropium angiospermum</i> , <i>Arenaria lanuginosa</i>
<i>Vegetación azonal</i>				
Matorral de transición	Reune especies de vegetación zonal (suxerofítico) con especies riparias Estrato arbustivo claro de porte bajo. Suelos desecados	Franja circundante externa de la ciénaga de Zambrano	Arbustivo 3 m 40% Herbáceo 1 m > 90	<i>Lecythis minor</i> , <i>Triplaris lindeniana</i> , <i>P. juliflora</i> , <i>P. elegans</i> <i>Desmanthus virgatus</i> , <i>J. pectoralis</i> , varias malváceas
Zarzal	Estrato cerrado de rastreras Nivel freático alto Suelos inundables recientemente desecados	Franja circundante interna de Ciénaga de Zambrano	Arbustivo 2 m > 40% Rastreras > 95%	<i>Mimosa</i> sp, <i>Chromolaena barranquillensis</i> , <i>Senna obtusifolia</i> <i>Iseia luxurians</i> , <i>Merremia umbellata</i> , <i>Luffa operculata</i> , <i>Sarcostemma claussum</i> , <i>Cuscuta colombiana</i> <i>L. minor</i> , <i>Ficus</i> sp., <i>Inga</i> sp.
Bosque de galería	Bosque modificado. Árboles de gran porte. Nivel freático alto. Suelos estacionalmente inundables.	A lo largo del Caño Zambrano	Arbóreo	
Matorral ribereño	Matorral heterogéneo	Franja discontinua a lo largo de las orillas del río Magdalena	Arbustivo	<i>Entada plystachya</i> , <i>Cordia dentada</i> , <i>Triplaris americana</i> , <i>Muntingia calabura</i> , <i>Ricinus comunis</i>
Praderas emergentes	Formado por hierbas acuáticas arraigadas emergentes. Vegetación estacional. Crece en aguas someras. Importante sitio de nidación de aves acuáticas	Zonas recientemente inundadas las ciénagas de Zambrano y Doña Jerónima	Herbáceo 0,5–1 m 50 %	<i>Mimosa pigra</i>
		Zonas con inundación prolongada en ciénaga de Zambrano	Herbáceo 0,5–1 m 40 %	<i>Sesbania sericea</i> , <i>Leersia hexandra</i> , <i>S. clausum</i>
		Ciénaga de Zambrano Áreas con humedad permanente	Herbáceo 1,5–2 m	<i>Typha angustifolia</i>
Praderas flotantes	Formada por hierbas acuáticas arraigadas flotantes. Vegetación estacional. Aguas de profundidad mediana Importantes para nidación de aves acuáticas	Ciénaga de zambrano Zonas aguas profundas	Herbáceo < 1 m 50%	<i>Neptunia prostrata</i> , <i>Ludwigia helminthorrhiza</i> , <i>Ipomea reptans</i> , <i>Brachiaria</i> sp, <i>Leersia hexandra</i>
		Ciénaga Doña Jerónima, barras/orillares del Magdalena	Herbáceo graminoide 1 m 70%	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> , <i>Echinocloa crus-gavonis</i> , <i>L. hexandra</i> , <i>B. mutica</i>
Pradera sumergida	Formada por hierbas acuáticas sumergidas. Estacionalidad. Aguas algo profundas.	Ciénagas Zambrano y Doña Jerónima	Herbáceo	<i>Najas arguta</i> , <i>Chara</i> sp.
Comunidades acropleustónicas	Hierbas acuáticas que flotan libremente. Dominancia plantas pequeñas. Estacionalidad.	Ciénaga Doña Jerónima	Herbáceo	<i>Wolffia colombiana</i> , <i>Lemma aequinoctialis</i> , <i>Salvinia auriculata</i> , <i>Pistia stratiotes</i>

(uvito macho), *Randia gaumeri* (cachú) y *Erythroxylum carthagenense* (maribara).

El estrato bajo tiene cobertura entre 40 y 50% y puede alcanzar hasta 1,5 m de altura, está dominado por la cactácea *Opuntia wentiana* (tunito) y la bromeliacea terrestre *Bromelia pinguin* (piñuela). También son frecuentes la cactácea de tallos bejuocos *Acanthocereus pitajaya* (pitayo) y los subarbustos de *Euphorbia* aff. *dichotoma* (pitamorria), *Jatropha gossypifolia* (tuatua) y *Cnidioscolus urens* (pringamosa).

Las epifitas vasculares son muy escasas, sólo se observan unos pocos individuos de la bromeliacea *Tillandsia flexuosa* (quiche). No se pesentan briófitos pero los líquenes crustáceos son frecuentes sobre la corteza de los árboles.

En un estado sucesional menos avanzado, la vegetación zonal se manifiesta como un matorral denso de guayacán. Este presenta un estrato alto formado por arbustos divididos desde la base, con altura de 4 m y cobertura entre 80 y 90%; domina el guayacán. El estrato subarbustivo presenta cobertura de 30% y altura de 1 metro, está formado por tunito, pitamorria y piñuela. El estrato rasante cubre el 40% de la superficie del suelo con altura inferior a 20 cm, está formado por hierbas crasas tales como las portulacaceas *Tolinum triangulare* y *Portulacca oleraceae*, las commelinaceas *Commelina elegans* y *Callisia repens* y la piperaceae *Peperomia* sp. El epifitismo se reduce a algunos quiches y líquenes crustáceos.

En el área de las canteras Monterrey y del 30, se presenta otro estado sucesional de la vegetación zonal, caracterizado como un matorral denso

heterogéneo. Este tipo de vegetación presenta un estrato de arbustos, con abundancia de individuos divididos desde la base, altura entre 3 y 5 m y cobertura superior al 80%; está formado por las leguminosas *Senegalia glomerata* (chicho), *Albizzia colombiana* (guacamayo) y *Myrospermum frutescens* (ramón de conejo), otras especies como *Astronium graveolens* (santacruz), *Tabebuia ochracea* (polvillo), *Casearia* sp. (peinecillo), *Vitex* cf. *compressa* (cañaguato), *Cordia alliodora* (vara de humo) y con menor frecuencia cactáceas como cardones y pitayo.

Se presentan 2 estratos herbáceos, el primero con altura media de 80 cm y cobertura de 20 a 30%, dominado por la piñuela y varias especies de malváceas; el segundo no supera los 20 cm de altura, con cobertura inferior al 10%, está formado por *T. triangulare*, *P. oleraceae*, *C. elegans*, *C. repens*, *Peperomia* sp., *Heliotropium angiospermum* y *Arenaria lanuginosa*. En este matorral abundan las lianas como *Bauhinia glabra* (bejuco cadena) y *Pristimera verrucosa*.

Vegetación azonal

La vegetación azonal del área corresponde a un pedobioma freotófito (*sensu* Hernandez, 1990) y está representada por la vegetación riparia y las comunidades de macrófitas de las ciénagas, bajos y corrientes de agua. Estas tienen composición florística y estructura diferentes de la vegetación zonal y deben su presencia a la disponibilidad de agua freática durante todo el año o su mayor parte.

Alrededor de la ciénaga de Zambrano se distinguen dos fajas de comunidades de vegetación riparia. La

más externa, es un matorral claro de transición; reúne especies características de suelos húmedos, tal es el caso de la lecitidácea *Lecythis minor* (cocuelo) y la polygonácea *Triplaris lindeniana*, con especies como silvadero y trupillo, típicas de la vegetación zonal, que debido a la desecación de la ciénaga han colonizado áreas antaño anegadizas. La cobertura del estrato arbustivo totaliza un 40% y las alturas están alrededor de los 3 m. El estrato herbáceo de esta comunidad tiene una cobertura mayor del 90% y altura de 1 m. Está dominado por la leguminosa *Desmanthus virgatus*, la acantácea *Justicia pectoralis* y varias especies de malváceas.

El zarzal es la comunidad presente en la faja interna, sobre suelos recientemente desecados. Se trata de un matorral claro, bajo, con un estrato arbustivo que cubre un 40% del sustrato y altura máxima de 2 m; dominado por *Mimosa* sp. (zarza). Otras especies presentes en este estrato son la compuesta *Chromolaena barranquillensis* y la leguminosa cesalpinoidea *Senna obtusifolia* (platanitos). La comunidad también posee un estrato de rastreras que cubre totalmente el sustrato, dominado por las convulvuláceas *Iseia luxurians* y *Merremia umbellata*. Otras especies de este estrato son la cucurbitácea *Luffa operculata* (esponjilla), la asclepiadácea *Sarcostemma clausum* y la convulvulácea parásita *Cuscuta colombiana*.

A lo largo del caño Zambrano se presenta un bosque de galería muy alterado. Esta conformado por árboles de cocuelo, guamo (*Inga* sp.) e higuera (*Ficus* sp.), con alturas hasta de 10 m.

La vegetación ribereña original del río Magdalena ha sido completamente alterada; en la actualidad se reduce a una franja angosta y discontinua de matorrales bajos, en la que con frecuencia se observan la leguminosa papilionoidea *Entada polystachya*, la boriganácea *Cardia dentata* (uvito), la poligonácea *Triplaris americana* (varasanta), la oleocarpácea *Muntingia calabura* (chicató) y la euforbiácea *Ricinus comunis* (higuerilla).

El espejo de agua de las ciénagas está poblado por macrófitas acuáticas, que forman diversas comunidades. Estas difieren según la apariencia externa, dicho de otra manera, según el biotipo dominante, este a su vez responde a las características del medio.

Las comunidades de macrófitas son estacionales, heterogéneas, altamente productivas y de gran importancia para la fauna acuática y para el reciclaje de nutrientes (Payne, 1986; Esteves, 1988).

Las macrofitas muestran una gran abundancia y amplia distribución local y regional. La mayor parte de la ciénaga de Zambrano, está ocupada por las praderas emergentes. En zonas recientemente inundadas estas praderas están dominadas por arbustos de *Mimosa pigra* (zarza); mientras que en áreas un poco más profundas abundan los arbustos de la leguminosa *Sesbania sericea*, la graminea *Leersia hexandra* y la trepadora *Sarcostemma clausum*. La enea (*Typha angustifolia*) es la especie característica de las zonas con aguas permanentes.

Sobre aguas más profundas, la pradera emergente es reemplazada por una pradera flotante dominada por

la leguminosa mimosoidea *Neptunia prostrata* (tripa de pollo), la onagrácea *Ludwigia helminthorrhiza*, la convulvulácea *Ipomea reptans* (batatilla) y las gramíneas *Brachiaria mutica* (admirable) y *Leersia hexandra*.

En aguas profundas la comunidad de macrófitas se presenta como una pradera sumergida domina por *Najas arguta* (mahate) y *Chara* sp.

En la ciénaga Doña Jerónima se observan praderas emergentes de zarza y praderas flotantes de gramíneas, con abundancia de *Leersia hexandra*, *Hymenachne amplexicaulis* (canutillo) y *Brachiaria mutica*. En esta ciénaga también son importantes las comunidades acropleustónicas, denominadas esencialmente por *Wolffia colombiana*, *Lemna aequinoctialis*, *Salvinia auriculata* y *Pistia stratiotes*.

La matriz sobre la cual se encuentran los parches de vegetación natural esta formada por dehesas, cultivos (sorgo, frutales y tabaco principalmente) y terrenos abandonados en los que se presentan estados sucesionales muy tempranos de la vegetación zonal. Estas tierras se extienden sobre los sectores más planos del paisaje y han llegado a ocupar parte de la planicie de desborde del río Magdalena.

Fauna

A causa de la multiplicidad de hábitats –ciénagas, playones, pantanos, caños, terrazas inundables, zonas altas, colinas, etc.– el río Magdalena albergaba una fauna diversa y abundante, de enorme importancia social, como quiera que un porcentaje significativo de la población complementaba su dieta y aún derivaba ingresos de la cacería (ver *la gente* página 31).

Pero a causa de las alteraciones de los hábitats naturales: destrucción de la cubierta vegetal natural, deseca-

Tabla 14. Lista parcial de vertebrados terrestres de la zona Zambrano–Plato

Grupo	Especie	Nombre vulgar	Hábitat
Mamíferos	<i>Odoicoileus virginianus</i>	venado	playones, sabanas
	<i>Silvilagus sp</i>	conejo	playones, sabanas
	<i>Cavia parcellus</i>	curí silvestre	zonas secas, no inundables
	<i>Cabossous sp</i>	Armadillo	playones, sabanas, bosques de galería
	<i>Tayassu pecari</i>	tinaja	playones, sabanas, bosques
	<i>Tayassu tajacu</i>	zaino	playones, sabanas
	<i>Sciurus granatensis</i>	ardilla	bosques deciduos y de galería
Reptiles	<i>Albogularis juscus</i>	lagartos	sabanas bosques deciduos
	<i>Iguana iguana</i>	iguana	cerca de agua
	<i>Caiman crocodilus</i>	babilla	ciénagas, pantanos, caños,
	<i>Tupinambis spp.</i>	lobo pollero	caños, pantanos, zonas secas
	<i>Bothrops microphthalmus</i>	talla equis	pantanos, caños, ciénaga
	<i>Crotalus durissus</i>	cascabel	zonas secas, bosque deciduo
	<i>Boa constrictor</i>	boa	bosques
	<i>Lachesis muta</i>	mapaná	
	<i>Bothropsatrae sp.</i>	talla equix	
	<i>Trachemys scripta callirostris</i>	Jicotea	pantanos, palyones bosques inundables
<i>Geochelene carbonaria</i>	morrocoy	zonas secas	
Aves	<i>Egretta thula</i>	garza blanca	ciénagas
	<i>Dendrocygnana autummalis</i>	pato pisingo	ciénagas, caños, río
	<i>Milvago chimachima</i>	pigua	zonas altas, borde de río
	<i>Buteo magnirostris</i>	gavilán	sabanas
	<i>Ajaja ajaja</i>	pato cucharo	ciénagas, caños, río
	<i>Brotogeris jugularis</i>	perico	bosques
	<i>Chrysolampis mosquiteis</i>	chupaflor	vegetación sucesional
	<i>Galbula ruficaudallens pallens</i>	coliflor	
	<i>Ara severa castanciformis</i>	guacamaya	bosques

ción de ciénagas y pantanos, introducción de especies domésticas y prácticas de caza dañinas, la diversidad faunística ha disminuido notablemente.

Dadas las limitaciones de recursos y tiempo para este estudio no se realizó un inventario faunístico *sensu stricto*, la lista de vertebrados terrestres que se presenta en la tabla 14 refleja las observaciones del grupo de trabajo, complementadas con información de los pobladores locales, principalmente los pescadores.

patrimonio prehispánico

En Puerto Hormiga, próximo a la desembocadura del Canal del Dique, Reichel–Dolmatoff y sus colaboradores excavaron en 1961 un yacimiento con acumulación de conchas marinas, herramientas en piedra y hueso y fragmentos de cerámica decorados y con desgrasante vegetal. Este hallazgo, datado en 3090 AC, sustenta la hipótesis de que las tradiciones alfareras en América se originaron en el Corredor Costero de Colombia¹

Los habitantes de estos sitios recolectaban moluscos del litoral y frutos y complementaban su dieta con caza menor. El hallazgo de Puerto Hormiga registra 500 años de ocupación continua en un sólo conchal. (Groot, 1989 y referencias)

El sitio Bucarelia (finca a orillas del Magdalena y de la ciénaga de Zambrano), descubierto por Reichel–Dolmatoff en 1956, es un complejo cerámico similar al de Puerto Hormiga, tanto en los estilos como en la utilización de desgrasante vegetal, la técnica más antigua de preparación

de la arcilla; la diferencia con Puerto Hormiga radica en la carencia de moluscos en el medio y en una subsistencia basada en la pesca, la recolección ribereña y lacustre y en una incipiente agricultura de raíces, (Angulo, 1988).

Para la llanura del Caribe el período lítico o precerámico (14000–4000 AC), y su transición al Formativo Temprano, proceso que llevó a los grupos de cazadores–recolectores a domesticar plantas y a convertirse en agricultores sedentarios como los de Bucarelia y Puerto Hormiga, son

prácticamente desconocidos; a pesar de las investigaciones no sólo en el corredor costero sino en todo el litoral Atlántico, el tema constituye todavía una gran incógnita.

Los pocos vestigios que se han documentado (Santa Marta, Betancí, Mahates, etc.) se limitan a puntas de proyectil talladas en piedra y otras piezas halladas fuera de un contexto de excavación, sin ningún otro nexo de índole cultural. Ninguno de los

¹ Este se extiende desde el litoral caribe al N hasta la depresión Momposina al S y desde la sierra Nevada de Santa Marta y el valle del Ariguani al E hasta el valle del Sinú al O. Guhl, 1976

Tabla 15. Características de los principales sitios arqueológicos del Corredor Costero (períodos lítico a formativo tardío) ¹

Período	Recursos y usos	Características			Ambiente	Fechas	Referencias
		Artefactos	Cerámica	Sitio			
Precerámico o lítico 14000–4000 AC	Caza, recolección moluscos, semillas, frutos silvestres	puntas de proyectil talladas en piedra sílex, pedernal; instrumentos de lascas y núcleos desbastados	no hay vestigios	Santa Marta Mahates Betancí San Cayetano San Nicolás de Barí Guajira alto Sinú serranía San Jacinto	litoral litoral y lacustre lacustre lacustre? ribereño litoral desértico selvático sabana?	sin datar	Reichel–Dolmatoff, 1954, -57, -65, -82 Correal, 1977 Oyuela, 1987
Formativo temprano 4000–1000 AC	pocos moluscos, dieta vegetal, agricultura de raíces	azadas, lascas, manos de moler, yunques, hendedores, pulidores, lascas puntiagudas, hachas	cerámica decorada, sin desgrasante vegetal; la más antigua del continente	Monsú (períodos Turbana y Monsú)	litoral y lacustre	3800–3050 AC	Reichel–Dolmatoff, 1985
	caza menor, recolección de frutos y moluscos	piedra y hueso, yunques de piedra, manos de moler, lascas cortantes, raspadores	cerámica decorada, con desgrasante vegetal	Puerto Hormiga	litoral y lacustre	3090–2550 AC	Reichel–Dolmatoff, 1965
	pesca, recolección, agricultura de raíces		cerámica decorada, con desgrasante vegetal	Bucarelia (Zambrano)	lacustre y ribereño	semejante a Puerto Hormiga	Reichel–Dolmatoff, 1956 Angulo, 1988
Formativo tardío 1000 AC–600 DC	moluscos, pesca, caza, agricultura de raíces	azadas de concha	cerámica decorada, con desgrasante vegetal	Canapote	litoral y lacustre	1940 AC	Bischof, 1966
				Barlovento	litoral y lacustre	1560–1030 AC	Reichel–Dolmatoff, 1955, -82
	sistemas hortícolas sedentarios	semejanzas con Momil	cerámica decorada, con desgrasante mineral	Plato, Zambrano, Saloa	lacustre y ribereño	semejante a Malambo	Reichel–Dolmatoff, 1985
	pesca y caza, sistemas hortícolas sedentarios, ensayos de vegecultura de yuca	budares	cerámica muy decorada, con desgrasante mineral	Malambo	lacustre y ribereño	1120 AC–600 DC	Reichel–Dolmatoff, 1982 Rodríguez, 1988
	pesca, caza de anfibios, reptiles, aves, mamíferos; cultivo de yuca en antiguo a maíz reciente	rалlos, manos de moler, metates, tinajas, platos..., adornos	muy decorada, pintada bi- y policroma	Momil	lacustre y ribereño	260–145 AC	Reichel–Dolmatoff, 1956, -82

Tabla 16. Resultados de prospección arqueológica en Zambrano–Plato

Sitio de sondeo	Ubicación	Procedimiento	Dimensiones cm	Material obtenido	Estado	Características	Comentarios
1	embarcadero de transbordador en Plato	• recolección superficial • sondeos con pala (10)	20–35 (profundidad)	67 fragmentos cerámicos y algunos líticos (recolección)	poco erosionado	varios estilos de decoración y bordes, desgrasante mineral, coloreado, engobe; cuchillas y raspadores lascados, núcleos de <i>chert</i> (pedernal impuro oscuro) de cantos rodados de las cordilleras	posiblemente Formativo Tardío; semejanzas y diferencias en estilo cerámico con sitios 2., y 3.
2	finca Santa Inés, orilla ciénaga de Zambrano	• sondeos con pala (8) • pozo de sondeo	20–40 (profundidad) 100x100x40	60 fragmentos cerámicos (pozo) líticos y cerámicos (palas 3., 4., 8.)	alterados, guaqueados	estilo uniforme, engobe, bordes de formas variadas, café oscuro, desgrasante mineral, decorado escaso, paredes delgadas.	posiblemente del Formativo Tardío, por tipología de la cerámica, según clasificación de Reichel–Dolmatoff
3	Trompa de Caimán	• sondeos con pala (10)	5–25 (profundidad)	30 fragmentos cerámicos (palas 2., 6.)	poco erosionado		
4	finca Bucarelia	• sondeos con pala (10)	30–40 (profundidad)	10 fragmentos, materiales líticos	deteriorados por humedad	decorado poco notorio por mal estado, con desgrasante vegetal	desgrasante sugiere Formativo Temprano, decorado parece fué modelo de cerámica posterior
5	cerros de Doña Jerónima	• sondeos con pala (10)	20–30 (profundidad)	no se halló material			

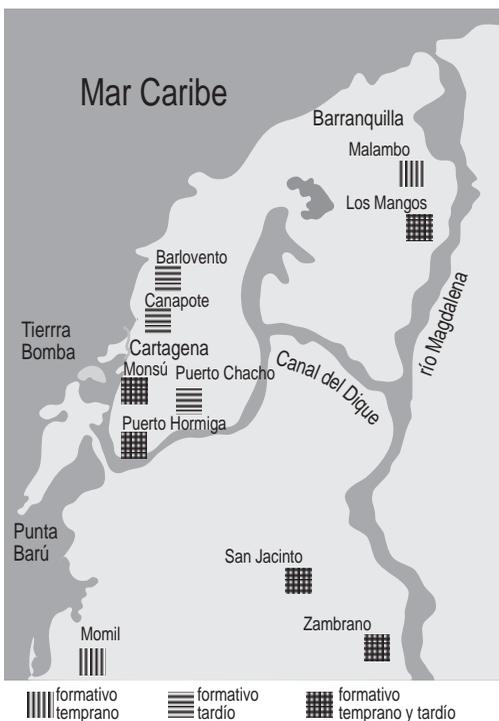


Figura 14. Principales sitios arqueológicos del Corredor Costero

hallazgos reportados por la literatura para este período se han datado; pero provienen de las mismas regiones donde los hallazgos del período Formativo han suministrado información muy rica sobre las culturas prehispánicas.

En la misma zona de Zambrano–Plato, pero no en Bucarelia, se encontraron restos que por su semejanza con otros del Corredor Costero, datan posiblemente del período Formativo Tardío, no menos de 500 años después del asentamiento de Bucarelia.

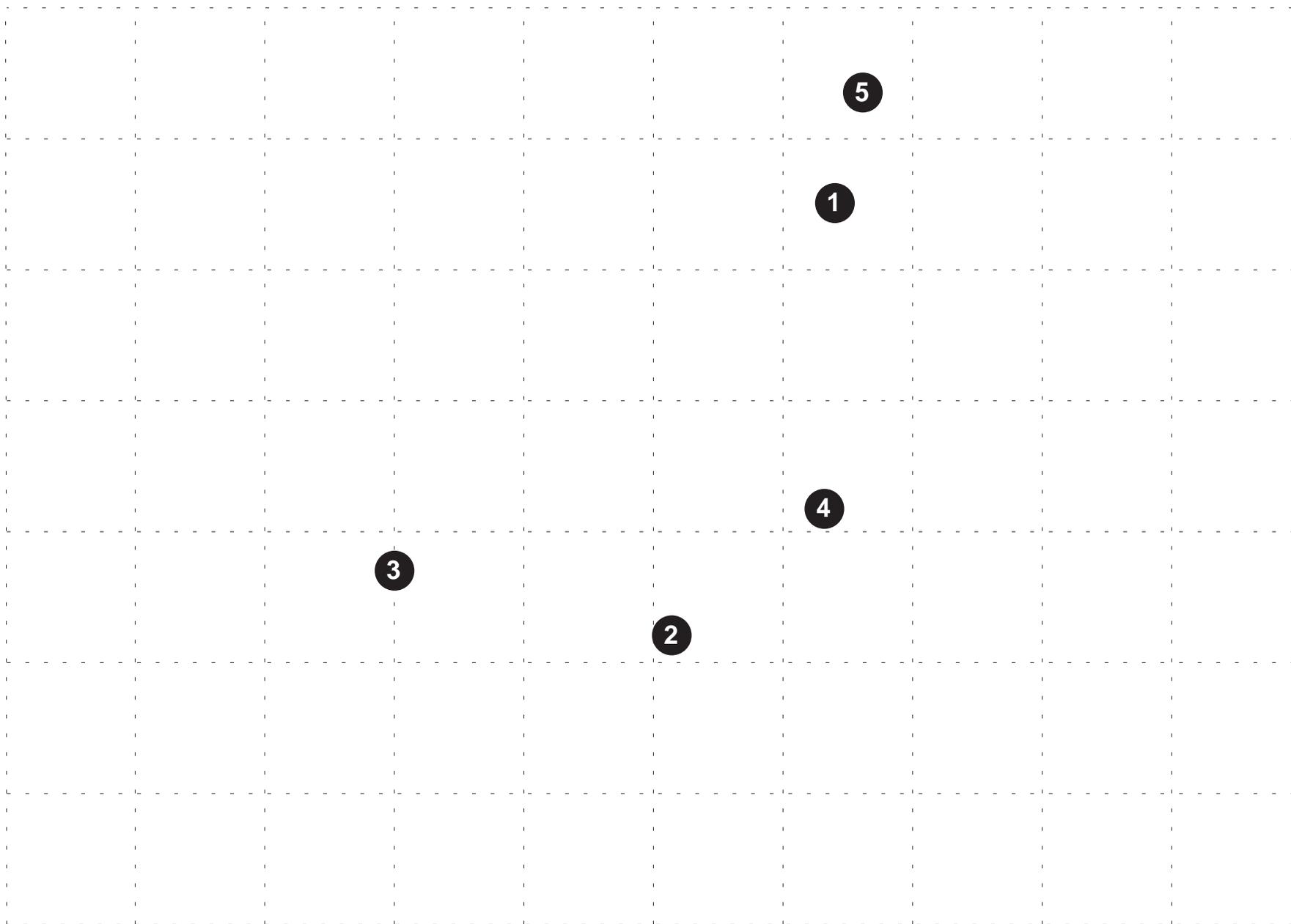
Es evidente que las condiciones climáticas del Corredor Costero han favorecido la preservación de restos

arqueológicos; por otra parte la región ofrece una gran heterogeneidad de hábitats y recursos que permitieron asentamientos humanos en diferentes épocas. (tabla 15, figura 14) La zona de Plato–Zambrano, posiblemente fué sitio de contacto entre las culturas del NE y el NO de Colombia y concentra en un área relativamente pequeña la pesca y caza de las ciénagas y el río, las facilidades de movilización y comercio a través de éste, con las ventajas de tierras no inundables para cultivos. Este conjunto de condiciones la definen como una fuente de información clave para la comprensión de las culturas y procesos prehispánicos.

El proyecto del puente Plato–Zambrano es una posible causa de destrucción de evidencias insuficientemente evaluadas y a la vez la oportunidad de que éstas sean documentadas.

Para este estudio se realizaron excavaciones exploratorias ² de la zona de influencia del proyecto vial (transparencia H, mapa base). Los resultados de ésta se presentan en la tabla 16. De nuevo se demuestra que la zona es rica en información para comprender la transición entre los dos grandes períodos del Formativo.

2. Los materiales colectados en este estudio fueron donados al Museo de Antropología de la Universidad de Antioquia, en Medellín.



Localización de los sitios prospectados (Arqueología)

la gente

Población

Plato y Zambrano presentan un contraste marcado en relación con su dinámica demográfica. La figura 15. muestra la evolución demográfica en los últimos 20 años; mientras que en Plato la población –urbana y rural– ha crecido, en Zambrano se ha mantenido estable con una tendencia a disminuir. En las dos ciudades predomina la población urbana y nucleada, con tendencia al incremento, situación común para los municipios de la costa

Los indicadores de la tabla 17. reflejan el alto grado de pobreza en los dos municipios (ver además *uso del suelo*, en este capítulo), ligeramente más marcado en Plato, a pesar de contar con mejor infraestructura.

Economía

La tendencia al despoblamiento de Zambrano refleja el deterioro de su economía, consecuencia de la disminución de la importancia del Magdalena como eje del comercio interior–costa caribe, asociado además al desarrollo de las carreteras (Carinsa– Incoplán, 1993).

Zambrano fue hasta la primera mitad del presente siglo una ciudad fluvial. El tabaco, cultivado en Carmen de Bolívar, San Jacinto y otros municipios sabaneros, era almacenado, procesado y embarcado en Zambrano. Este desarrollo comercial promovió el de otras industrias: jabón, velas, aserríos, etc.

Zambrano tuvo su apogeo entre 1920 –cuando se estableció el transporte regular a vapor Zambrano–Barranquilla– hasta 1932, cuando se construyó la carretera El Carmen–Zambrano. A pesar de esto, el río siguió siendo la vía clave, como lo

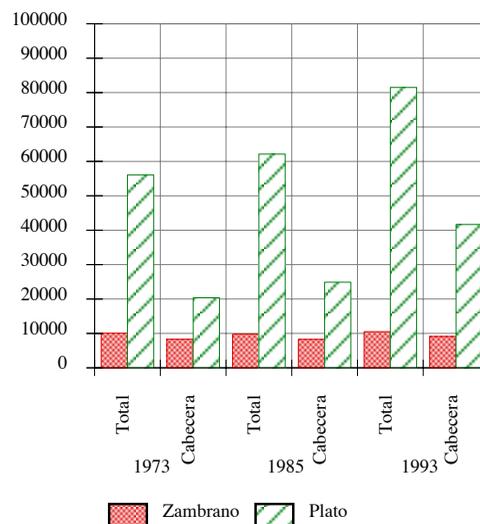


Figura 15. Población de Plato y Zambrano. Fuentes: DANE, 1987, 1990; y estimados del estudio

atestiguan la importancia de los braceros –con sindicato propio desde 1937– y la introducción del servicio fluvial motorizado en 1945.

Hoy en día, la población deriva su ingresos principalmente del jornaleo en fincas agrícolas y ganaderas y del subempleo en pequeño comercio y servicios a nivel urbano y al parecer por la remesa de divisas por trabajadores en EUA y en Venezuela.

Actividades de subsistencia

La agricultura de pancoger, la cacería, el cuidado de pequeños rebaños trashumantes y la pesca artesanal son fundamentales en la subsistencia de un porcentaje alto de familias, en particular en Zambrano.

La cercanía de la ciénaga de Zambrano al casco urbano y al río (el caño corre paralelo al río y esta separado de éste por un albardón de ca. 200 m en su parte mas ancha) facili-

tó el desarrollo de una importante tradición pesquera.

De acuerdo con Gobernación de Bolívar, 1990, se dedican a esta actividad 320 familias, 33,1% en forma exclusiva y las demás en asocio con agricultura de pancoger en los playones de la ciénaga y en las islas del río (El Bote, ca. 100 ha y una más pequeña frente al pueblo aguas arriba de la ciénaga). Los embalses y la desviación del arroyo Alférez, los taponamientos de las bocas del caño y la apropiación de playones para agricultura intensiva (ver capítulo *hidrología, y vegetación y uso del suelo* página 25) han limitado severamente las posibilidades de utilización de la ciénaga para pesca y agricultura de subsistencia..

En la actualidad y según la Cooperativa de Pescadores de Zambrano, más de 250 familias se están viendo afectadas, muchas han sido forzadas a emigrar. (Contraloría Departamental de Bolívar, 1993).¹

Cultura

La identidad cultural del zambraneño se definió sobre dos pilares básicos:

- Una identificación con el medio –río, ciénagas y caños– como algo diverso y cambiante, cuyo conocimiento preciso es garantía de supervivencia y en el cual se les inducía desde que eran niños: la educación era netamente vivencial.
- La solidaridad, cuyos mecanismos de intercambio iban más allá de la familia ampliada. El funcionamiento ecológico y cultural de la ciénaga fue posible hasta hace unos años, mediante el mantenimiento de sus caños, organizado por familias pesqueras que recibían el respaldo de la población.

Retroceso económico–social

Aunque la cultura local y la identidad se transformaron en su relación activa con los cambios socio–económicos, siguieron girando en torno al eje que les daba continuidad –la interacción río–conciencia–río.

La pérdida de importancia de la navegación del Magdalena fue un fenómeno complejo, aún no evaluado, donde incidieron múltiples factores. Uno de ellos fue la prelación dada al desarrollo del transporte automotor terrestre.

El traslado del eje del transporte a las carreteras incentivó el desarrollo de las poblaciones situadas en vías principales, como Carmen de Bolívar, y eclipsó a aquellos que como Zambrano– quedaron al margen. Su industria en germen decayó, de nuevo la economía quedó en hombros de la producción tradicional.

Pero también las condiciones para el desarrollo de esta –pesca, pancoger, caza, etc.– han variado, por lo cual ha sido incapaz de absorber las nuevas demandas.

Pérdida del control comunitario sobre los recursos naturales

En este hecho participan muchos factores, uno determinante, aún en desarrollo, fue la concentración de la propiedad de la tierra, en la cual influyó, a su vez, la ganadería extensiva. Esta sólo empezó a existir en Zambrano con el hato de los inmigrantes alemanes (1951), quienes expandieron la raza cebú. Comenzó a generalizarse la ocupación, ya no de la tierra comprada, sino de los

1. Aunque las ciénagas y sus playones de desborde no tienen propietario, *de facto* pertenecen a la nación, las comunidades aledañas ejercen un derecho tácito sobre sus recursos. Por esta razón los pescadores de Zambrano, como comunidad, son rechazados cuando intentan pescar en las ciénagas del complejo de Zárate; en el primer semestre de 1993 varias familias de pescadores de Zambrano viajaron hasta la ciénaga de La Raya, en el bajo Cauca.

Tabla 17. Indicadores socio–económicos ¹

	Zambrano	Plato
Localización	9°45' N, 74°49' O	9°48' N, 74°49' O
Altitud msnm	20	26
Superficie km ²	302	2.607
Población urbana (1993)	9.101	81.496
Población rural (1993)	1.410	39.840
Año de fundación	1776	1620-26
Agricultura	tabaco, maíz, algodón, arroz	maíz, algodón, plátano, caña, ajonjolí
Ganadería	sin información	sin información
Pesca artesanal (Tm en 1989)	385,5	sin información
Minería	arena, triturados	azufre, calcita, yeso, carbón, hierro, pizarra
Comunicaciones	Carmen de Bolívar 40 km pavimentada	Bosconia 110 km con afirmado
Muelle/puerto fluvial	no	no
Embarcadero	no	si
Aeropuerto	no	si
Plaza de mercado	si	si
Matadero	si	si
Hospital	sin información	si
Número de viviendas (1985)	1.703	9.884
energíalacueductotalcantarillado (%)	60,1146,510,8	37,0125,718,0
% cocinan con leña	73,2	75,8
% necesidades básicas insatisfechas	77,0	82,7
% analfabetismo hombres	34,9	39,5
% analfabetismo mujeres	27,1	31,4
Bancos (1985)	1	3
Juzgados (1985)	1	4
Notarías (1985)	1	1
Cines (1985)	0	1
Juntas acción comunal (1985)	1	18

1. FUENTES: DANE, 1987; IGAC, 1989; Senado de la República, 1989; DANE, 1990; Gobernación de Bolívar, 1990; Banco de la República, 1992

playones aledaños, de propiedad de la nación y usados secularmente por la comunidad. Una vez ocupados, eran desecados.

Esta política de desecación (adecuación o recuperación) de planos inundables fue estimulada desde el gobierno central, pasando por alto su rica dinámica y su papel ecológico. Efectos de la desecación quedan en el Plato y muchas áreas de la región.

Como estos mecanismos de ocupación–desecación chocan con el patrón tradicional de uso del suelo en la zona, pronto surgieron conflictos con las comunidades locales. Varios desembocaron en movimientos de recuperación que implicaron la intervención del Incora. En 1990 se produjo la muerte violenta de varios campesinos.

Los nuevos proyectos y la situación socio–cultural

A excepción de la pérdida de los playones, la sociedad de Zambrano parece haber asimilado los cambios recientes sin medir su alcance. En este conformismo influyeron:

- el surgimiento de una economía agro–empresarial, con opciones de trabajo; el desempleo ha sido paliado, parajódicamente, por dos grandes agroempresas. ²
- la pérdida de parte de los recursos productivos y de los escenarios que moldearon la cultura hasta ahora prevaleciente y el sistema solidario que soldaba los sectores sociales. *i.e.*, se ha dado paso de una vida ligada al complejo hídrico que exigía un conocimiento diverso y vivencial, a otra netamente terrestre, más directamente influida por los mensajes de los nuevos estilos de vida y por el nuevo despliegue de símbolos de poder.
- la jerarquía de valores que cambiaba bajo la orientación de las figuras ancestrales –abuelo, tío, madrina... se ha desmoronado y dado paso al limbo cultural imperante en el país. La cultura local se hace permeable a cualquier cosa.

En este contexto, sólo aquellos ligados a las actividades tradicionales, únicos depositarios de la cultura anfibia, quizás por ser los más afectados, han percibido los riesgos del cambio desbocado. Sin embargo, la marginalidad que se les ha impuesto –que incluye aún la compulsión incluso desde los órganos del estado– ha impedido conocer su racionalidad ecológica.

Se nota, en la vida cotidiana de los habitantes, la presencia de la nueva figura que llena el vacío del estado con oportunidades, donaciones, y

nuevos símbolos de prestigio. Parajódicamente, el conocimiento del complejo hídrico es más urgente a medida que aumentan su destrucción y sus riesgos.

Los únicos mecanismos de participación de pescadores y campesinos, la Cooperativa de Pescadores, la Asociación de Usuarios Campesinos y otras, reflejan a su vez la crisis general, agudizada por el avance de la destrucción de la ciénaga Zambrano. Es urgente por tanto una reeducación de las comunidades urbanas y rurales de Zambrano, basada en el conocimiento de los ecosistemas de soporte y su fragilidad –para la cual la racionalidad ecológica vivencial de los pescadores–agricultores jugará un papel clave– y una reconstrucción de sus organizaciones y de otras nuevas con ese mismo conocimiento como base.

Los indicadores de la tabla 17. (ver *uso del suelo*, en este capítulo) reflejan un grado alto de pobreza en los dos municipios, aunque ligeramente más marcado en Plato, a pesar de contar con mejor infraestructura.

Hoy en día, la población deriva su ingresos principalmente del jornaleo en fincas agrícolas y ganaderas y del subempleo en pequeño comercio y servicios a nivel urbano. Al parecer la remesa de divisas a familiares por parte de trabajadores en el exterior (Estados Unidos y Venezuela, hace parte de los ingresos

1. En los últimos años, dos empresas han adquirido los predios rurales aledaños a Zambrano, generan algunos puestos de trabajo y sostienen relaciones de apoyo con la comunidad local: *Hacienda Monterrey*, 18.000 hectáreas para cultivos maderables y zoolocriaderos tecnificados, ubicada al S de la vía Zambrano–El Carmen. Al N de la vía, *Frutas Tropicales* con ca. 6.000 hectáreas, se ha expandido hacia el O, adquiriendo todas las tierras hasta llegar al río, rodeando la ciénaga de Zambrano, e incorporando a sus predios las ciénagas Larga y Soledad, así como los caños, arroyos y playones. Para beneficio de su sistema de cultivo, el arroyo Alférez, fue desviado al caño del Arroyo, que desemboca directamente en el río, desecando la ciénaga, al perder esta su afluente principal.

Actividades de subsistencia

La agricultura de pancoger, la cacería, el cuidado de pequeños rebaños trashumantes y la pesca artesanal son fundamentales en la subsistencia de un porcentaje alto de familias, en particular en Zambrano.

La cercanía de la ciénaga de Zambrano al casco urbano y al río (el ca-

ño corre paralelo al río y esta separado de éste por un albardón de ca. 200 m en su parte mas ancha) facilitó el desarrollo de una importante tradición pesquera.

De acuerdo con Gobernación de Bolívar, 1990, se dedican a esta actividad 320 familias, 33,1% en forma exclusiva y las demás en asocio con agricultura de pancoger

en los playones de la ciénaga y en las islas del río (El Bote, ca. 100 ha y una más pequeña frente al pueblo aguas arriba de la ciénaga). Los embalses y la desviación del arroyo Alférez, los taponamientos de las bocas del caño y la apropiación de palyones para agricultura (ver: *hidrología, y vegetación y uso del suelo* página 25) han limitado

severamente las posibilidades de utilización de la ciénaga para pesca y agricultura de subsistencia.

En la actualidad y según la Cooperativa de Pescadores de Zambrano, más de 250 familias se estan viendo afectadas. Algunas, de acuerdo con un informe de la Contraloría Departamental de Bolívar (1993), han tenido que emigrar.

lo urbanístico

Zambrano, está constituido por ca. 100 manzanas, sobre un alto ojival paralelo al río. Su centro original se ubicó en la cima de una formación sólida -peñón de Zambrano- allí se encuentran la iglesia y las edificaciones más antiguas, alrededor del espacio de reunión por excelencia y del sitio desde donde se accedía a los muelles.

La población la constituían unas 50 manzanas de construcción sólida -algunas de ellas de presencia impenetrable y elocuente, a lo largo de una avenida no totalmente pavimentada, ancha y larga con separador central que revela pretensiones de ciudad- así como de un tejido perimetral menos denso, conformado por casas de construcción autóctona donde se albergaba un sector de menores recursos económicos.

Las comunicaciones locales se realizaban en canoa, a pie o sobre animales, por caminos de herradura en las zonas aculturadas del interior, o por los albardones naturales ubicados entre el río y las ciénagas. La accesibilidad del zambraneño al sistema de ciénagas y caños era total y se entendía como un derecho natural.

Plato, sobre la margen derecha del río, 5 km al N de Zambrano, también fué una población importante hasta mediados del presente siglo; cumplía funciones portuarias y mercantiles para la vasta región al E de la población y el río como arteria fluvial.

El caño La Ceiba servía de acceso al puerto interior desde el río, separado 1,5 km por la zona inundable de isla Cascajo.

Plato posee un área construída mayor. El tejido urbano también cuenta con dos tipos de manzanas, las sólidas,

generadas en épocas de estabilidad económica y un extenso tejido perimetral reciente, de baja densidad, con construcciones en materiales frágiles, típicos de las áreas rurales costeñas, donde se alberga el sector más popular.

Crecimiento urbano

El contraste poblacional citado en el subcapítulo *la gente*, se refleja también en el desarrollo urbano. Mientras que Plato crece en forma acelerada y desordenada año tras año, Zambrano apenas si ha cambiado desde el decenio 1940. El crecimiento de las 2 poblaciones en los últimos 50 años se compara en la tabla 18.

Evidentemente Zambrano está limitado en sus posibilidades de crecimiento pues los terrenos elevados, libres de inundación, son escasos; de hecho Zambrano es una isla temporal rodeada de diques artificiales o naturales realzados, expuesta a las crecientes periódicas del río. En Zambrano sólo es posible la expansión urbana sobre el terraplén de la vía actual al Carmen y sobre el albardón natural reforzado aguas abajo de la población en dirección al transbordador y a Jesús del Río; de hecho en estas áreas ha habido algún crecimiento no planificado.

Plato, por el contrario, está localizado sobre colinas sedimentarias antiguas, disectadas, elevadas ca. 15 m sobre el nivel medio del río, de tal manera que éste no se constituye en un limitante. El crecimiento ha sido especialmente en dirección O, al sur de la vía a Bosconia y al N de ésta, en sentido paralelo al aeropuerto Las Flores. Al S de la población, como en Zambrano, los terrenos bajos -en este caso los caños La Ceiba y Zárate, del complejo de ciénagas de Zárate- impiden el

Tabla 18. Area urbana (ha) ¹

Año	Plato		Zambrano	
	ha	% crecimiento	ha	% crecimiento
1948	100		73	
1974	174	73,9	76	4,4
1988	282	62,4	78	2,2

1. Fuente: este estudio, medido sobre aerofotografías de IGT desarrollo urbano.

Transporte y vías

Las dos poblaciones tienen servicios de transporte fluvial desde 1945; se navega en embarcaciones de mediano y bajo calado para transporte de ganado y los productos agrícolas de la región. Se utilizan también chalupas, botes con motor fuera de borda, para transportar pasajeros entre caños y ciénagas, comunicando así caseríos y veredas cercanas.

Plato se comunica con Zambrano por medio de un transbordador -gratuito para peatones, bicicletas, y caballares, operado por el Ministerio de Obras Públicas-¹, y desde allí con el Carmen y el O del país; hacia el E se comunica con Bosconia, con salidas hacia el N o centro del país. Hacia el N vía un carreteable se comunica con Tenerife.

Zambrano no tiene comunicación terrestre directa con las poblaciones ribereñas del Magdalena al N, el carreteable a Jesús del Río, está bloqueado por propiedades privadas. Hacia el S, se comunica con Córdoba (Bolívar) mediante un carreteable que borda la planicie aluvial.

Proyecto de vía y puente, aspectos potenciales.

La localización del puente, define el centro de una nueva estructura.

1. El acceso previsto, km 5 de la vía Zambrano-El Carmen, evita el paso del tráfico vehicular por la pobla-

ción de Zambrano. Sus habitantes se han manifestado en contra del trazo de la vía, pues argumentan que los relega aún más de la vida moderna.

2. La carretera actual -al costado NO de la población, aloja algunos negocios de comidas y bebidas, los transmisores de la televisión y una estación de servicio- se convertirá en una vía secundaria, pese a sus buenas especificaciones.

3. El albardón, hoy en día puerto y vía al transbordador y a Plato, regresará a ser una senda local para vehículos pequeños, caballares, peatones y ciclistas.

4. *La YE ó km 5.* La nueva ubicación de Zambrano en relación con la vía regional generará un sistema de transporte local para unir las dos poblaciones y a éstas con la zona, debido a la imposibilidad técnica de acceder vialmente desde el albardón de Zambrano al puente, sin la construcción de una obra adicional costosa y ambientalmente incierta, localizada en el bajo de confluencia del caño Zambrano con la ciénaga.

Esto hace que la unión de las dos vías (YE) se constituya en sitio para el estacionamiento y paso de vehículos desde y hacia el Carmen, Plato y Zambrano.

Los vehículos locales harán el recorrido entre Zambrano y la YE, donde se podrán realizar transbordos en todos los sentidos. Allí se desarrollarán, en la medida que el tráfico de personas lo exija, actividades de comercio informal.

El estacionamiento indiscriminado de vehículos en espera, las paradas

1. Hay un movimiento permanente de residentes entre las dos poblaciones: Plato es fuente de empleo u ocupación para habitantes de Zambrano, por otra parte, muchos jóvenes de Zambrano estudian en Plato. La comunicación es suplida por el transbordador y en menor grado por chalupas de servicio público.

de buses sobre la calzada vial, pasajeros, vendedores y demás hechos y objetos, constituyen un sitio con alto potencial de accidentalidad, al tiempo que deterioran el paisaje rodeándolo de basuras, sin brindar ninguna comodidad ni seguridad al visitante.

Con el tiempo, se generarán negocios más estables complementarios a la carretera como restaurantes y bares, montallantas, talleres, almacenes, estaciones de servicio y viviendas de personas relacionadas con estos servicios o con la zona. Su ubicación en el empalme con la vía a Frutas Tropicales, lo hacen más propenso aún de generar esta actividad.

5. *Vía de acceso al puente, margen O del río.* Tiene una longitud de 6 km, los 2 primeros –en dirección del puente– en corte y los restantes sobre un terraplén a través del playón NO de la ciénaga de Zambrano.

Desde la mitad de su recorrido, a lo largo de 1,2 km, en la margen S, se formará una media luna de 100 a 300 m de anchura. Su condición de playón y los 60 m de servidumbre vial, la definen como propiedad de la nación. Por los antecedentes de la región, el área es lo suficientemente grande para interesar a los propietarios vecinos y será difícil mantener su condición de playón comunal.

6. El acceso O al puente es el más elevado sobre terreno natural, por ser las orillas del lado de Zambrano más bajas y localizarse en esta margen el paso principal para embarcaciones grandes, debido a la mayor profundidad del río.

La altura de la estructura y su ubicación en la confluencia caño–ciénaga, limitan las posibilidades de un acceso vial directo desde el carretable Zambrano–Jesús del Río. Sin embargo, la movilización de peatones, ciclistas y animales de carga entre Zambrano y Plato, hoy logradas gratuitamente a través del transbordador, se verán severamente afectadas; las opciones son imprácticas: uso de chalupas o movilización, utilizando transporte público, desde Zambrano a la YE y desde allí por la vía nueva hasta Plato, un recorrido de 10 km.

7. *Vía de acceso a Zambrano y senda del albardón.* Estos ejes unen la población con la YE y el puente respectivamente; pasarán a cumplir funciones locales a pequeña escala. Cierran el circuito alrededor de la ciénaga, por lo tanto se constituyen en accesos a las orillas y playones.

El primero alberga sobre su costado N construcciones sólidas para el servicio de automovilistas o pasajeros.

Con la nueva estructura regional, sobre este eje no se asentarán nuevos usos en forma apreciable.

El albardón, regresará a su uso original, carretable en dirección N, hacia caseríos como Jesús del Río, o hacia la ciénaga, y senda para peatones, bicicletas o animales de carga. Este uso será incrementado con el puente, pues este posee andenes. Sin embargo estos carecen de acceso peatonal.

8. *Estructura física del puente.* Los comentarios que siguen no pretenden evaluar el puente como diseño estructural; hacen referencia a los diseños de hidrociviles, 1992. (véase pie de página 1)

- Los andenes 0,90 m a cada lado del puente son estrechos; por ellos no pueden transitar animales de carga, bicicletas ni grupos de personas.
- La altura y la composición de los pasamanos del puente, en concreto prefabricado con 1,40 m de altura sobre el nivel de la calzada, son inadecuados para personas que viajen en un vehículo pequeño y bajo como son muchos de los actuales modelos, no es posible mirar el río mientras se pasa por él, limitándose a observar el firmamento en un cajón de concreto.

9. *Acceso y paso por Plato.* Por las características topográficas y suburbanas de la zona de acceso de la margen E, el tramo comprendido entre el estribo y Plato es susceptible de alojar usos de comercio informal para pasajeros y vehículos, con la incomodidad y la inseguridad que esta actividad representa, cuando no se generan los espacios que propicien el desarrollo de estas actividades de una forma racional.

El tramo siguiente de la vía, recorre el costado N de la población, un sector conformado por viviendas aisladas, algunas en materiales sólidos y muchas construidas con los materiales frágiles autóctonos. Este sector carece de una estructura urbana coherente y continúa donde no es posible diferenciar el espacio público del privado. La nueva vía puede propiciar la implementación de medidas que aunque impliquen reubicaciones de construcciones, definan un sistema urbano más seguro en el cual puedan convivir el nivel local de barrio, con el nivel general de una vía rápida.

1. El Consorcio modificó las características del puente y realizó el diseño estructural definitivo, teniendo en cuenta resultados de este estudio.

Los conceptos de *oferta y demanda ambientales*¹ han sido empleados en la realización de estudios ambientales en los últimos años en Colombia, para distinguir los efectos debidos a las susceptibilidades particulares de una región, de aquellos inducidos por las características propias del proyecto. (ver p.ej., Integral, 1992; Siete, 1992; Carinsa–Incoplán 1993a, 1993b; Integral, 1994).

En el capítulo anterior se detallaron las características sobresalientes de los componentes ecológicos y geográficos de la región Plato–Zambrano y se hizo hincapié en las sensibilidades de estos a alteraciones ocasionadas por el proyecto vial.

En este capítulo se identifican, evalúan y jerarquizan las implicaciones ambientales de la construcción y operación del proyecto, con el objeto de definir un plan de manejo ambiental que evite o minimice aquellas más deletéreas. El procedimiento utilizado se esquematiza en la figura 16.

El punto de partida es la desagregación del proyecto en las actividades o procesos potencialmente causantes de deterioros ambientales, 1. *figura 16*. Para el análisis no se separaron los varios tipos de obras –puente, viaductos, accesos, etc. El conjunto fue desagregado en 25 actividades o procesos que se presentan en las filas de la matriz de evaluación, tabla 1., en forma no secuencial; en general estas corresponden a los ítemes de pago de las obras, aunque algunas (v. gr., operación de campamentos, desmonte de obras temporales, circulación vehicular...) sólo tienen interés desde el punto de vista de este análisis.

El ambiente natural–cultural se desagregó en 40 elementos pertene-

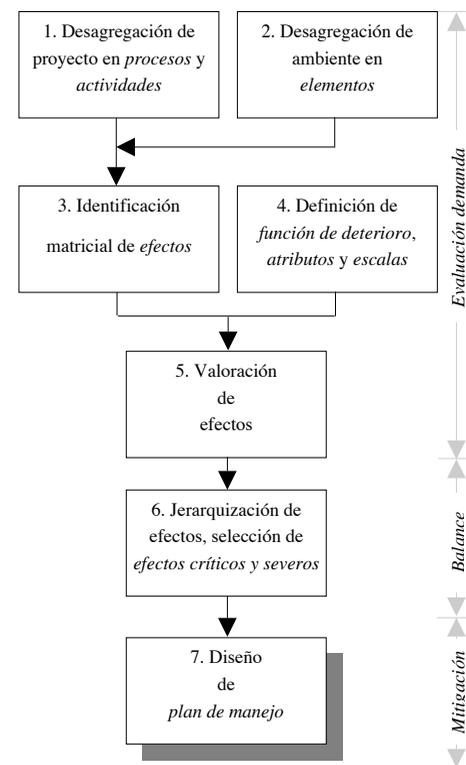


Figura 16. Procedimiento de evaluación ambiental (adaptado de Carinsa–Incoplán, 1993a, 1993b). Para esta desagregación se tomó como base la desarrollada por Integral (1992). Se adicionaron los elementos propios del componente fluvio–lacustre del proyecto y los asociados a la utilización de los recursos en ellos contenidos. Los elementos ambientales corresponden a las columnas de la matriz de evaluación, tabla 19.

La identificación de los efectos previstos, 3. *figura 16*, se llevó a cabo mediante una técnica Delphi modificada; los diferentes miembros del grupo de trabajo expresaron su opinión sobre la existencia de una inter-

acción actividad/proceso vs. elemento ambiental. Las casillas sombreadas de la matriz, tabla 19., son los efectos identificados, 17,2% de las 1.000 posibles interacciones.

Para la evaluación de efectos, 4. y 5., *figura 16*, se adoptó el procedimiento utilizado por Carinsa–Incoplán (1993a, 1993b), con base en el desarrollado por Integral (1992). La función de deterioro ambiental asociada a un efecto, Φ , es aditiva; los atributos (términos de la función) considerados fueron: *probabilidad, duración, velocidad, magnitud, extensión espacial, reversibilidad, recuperabilidad y componente benéfico* del efecto. Se emplearon las mismas escalas de Carinsa–Incoplán (1993a) para cuantificar los atributos, aunque los pesos de cada uno se establecieron mediante técnica Delphi (ponderación de apreciaciones individuales).

Para la jerarquización de los efectos así evaluados, se agruparon los valores Φ_i resultantes en cuatro clases uniformes, a cada clase se asignó una trama para visualizar la jerarquización. Esta se representará en la tabla 1. A continuación los aspectos sobresalientes de este análisis.

- Los 32 efectos críticos y severos alcanzan en conjunto el 18,6% de los efectos identificados.
- Las actividades más incidentes sobre los elementos ambientales son la construcción y operación de terraplenes, la reorganización del sistema de tránsito que incluye cambios en los patrones de movilización peatonal y la circulación vehicular.

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

• Los elementos ambientales más afectados por las actividades del proyecto son aquellos asociados al componente fluvio-lacustre (dinámica del complejo de ciénagas de Zambrano) y sus recursos asociados (pesca, playones comunales, caza...) al igual que las interacciones sociales derivadas de su utilización.

Los indicadores más relevantes del balance ambiental son:

• Aceleración del proceso de desecación del complejo de ciénagas de Zambrano, con la consecuente pérdida de los recursos asociados y la apropiación de los terrenos por los latifundios vecinos.

• El aislamiento y deterioro de la economía urbana de Zambrano, por la eliminación del tráfico vehicular Carmen–Bosconia, como para las comunicaciones locales con Plato y Jesús del Río.

• El riesgo de pérdida de los yacimientos arqueológicos por las obras de acceso, particularmente en la margen O del puente.

• La generación de expectativas positivas en las comunidades, particularmente la de Zambrano, debido a la presencia del proyecto, a las eventuales demandas de mano de obra, bienes, servicios; y negativas por los efectos reales o imaginarios del proyecto.

• Los cambios en las interrelaciones sociales entre las comunidades (pescadores, terratenientes, administraciones municipales), debidas a la utilización aleatoria de mano de obra y personal local, la ocupación de terrenos, beneficios y participación comunitaria, etc.

Tabla 19. Efectos ambientales asociados a la construcción y operación del puente Zambrano–Plato

Sistema Componente	Abiótico										Biótico						Antrópico																													
	Aire		Agua				Suelo				Diversidad		Estabilidad		Recursos				Salud		Infraestructura		Estructura		Superestructura																					
	Gases	Material particulado	Microclima	Materiales inertes	Materiales biodegradables	Materiales tóxicos	Dinámica fluvial	Erosión	Morfología	Contaminación	Diversidad de organismos	Diversidad de hábitats	Valor ecológico	Status de hábitats	Dependencia inter-hábitats	Grado de antropización	Bosques/vida silvestre	Agua	Pesca	Suelo	Subsuelo	Patrimoniales	Ruido	Riesgos	Olores	Enfermedades	Vías	Servicios públicos	Edificaciones	Nivel de autosuficiencia	Transporte y movilidad	Usos del suelo	Tenencia de la tierra	Valor de la tierra	Estructura familiar	Satisfacción	Arraigo	Manifestaciones culturales	Interrelación social	Paisaje distal y proximal						
Operación de maquinaria	L	L						L								L	L					M	L	L		L																				
Construcciones temporales							L	L							L	L			L			M	L		L																					
Operación campamentos	L	L			L	L				L						L						M	L		L																					
Operación de talleres	L	L		L	L	L			L														L																							
Operación almacenes/depósitos				L	L	L			L														L																							
Corte vegetación/descapote				L	L			L		L						L							L																					L		
Excavaciones superficiales	L	L		L			M	M	C	L				M	M	L			M			M					L	L																L		
— subterráneas/perforaciones				M			M	M									L					M	L			L																		L		
Terraplenes	L	L					S	L	S		C	C	S	S	S	C	C	C	M			C					L	L	S		C	C	C		C	C		C		S	C					
Transportes y acarreo	L	L	L						L														M	L																						
Disposición de basuras	L			L		L			L						L	L									L																					
— desechos de construcción						L			L						L	L					M																									
Operación de botaderos				L				L	L	L					L	L			M		M									L	L													L		
Préstamo de cantera				L				M		L	L				L	L							L	L																				M		
Préstamo de aluvi6n				L		L																																								
Mezcla de concretos									L												M	L																								
Vaciado de concretos									L																																					
Planta asfáltica	M	M		L		L			L														L																							
Planta de concreto	L	M																					L																							
Pavimentaci6n	L				L																																									
Tratamiento de taludes				L				L							L	L																														
Desmante obras temporales									L																																					
Circulaci6n vehicular	L														M								M	S	L																					
Reorganizaci6n de tránsito																									C																					
Mantenimiento				L	L																																									

L Efecto leve 67% M Efecto moderado 15% C Efecto crítico 13% S Efecto severo 5%

La localización del acceso O del puente, del puente mismo y del acceso E obedecen a razones técnicas que en términos generales y desde el punto de vista del planeamiento espacial y de sus implicaciones ambientales, económicas y socio-culturales son aceptables.

Constituye así la obra un hecho físico para el cual se debe tomar una serie de medidas tendientes a consolidar un sistema natural, socio-económico, paisajístico y funcional deseable, con proyección al futuro y dentro de manejos razonables de la inversión.

A continuación se presentan los planes, medidas y recomendaciones generales que el constructor de la obra, el Instituto Nacional de Vías, las autoridades ambientales regionales, las autoridades municipales y otras competentes, deberán tener en cuenta con el objeto de minimizar los conflictos que la construcción y en especial la operación del proyecto vial pueden ocasionar.

Estas medidas se han clasificado en 3 tipos:

- *Básicas*, aquellas que responden a los impactos directos de las obras civiles sobre las condiciones ambientales existentes: normas y supervisión ambiental; puentes y box culverts; señalización; prospección arqueológica; protección de taludes; acceso peatonal al puente; ampliación de andén en el puente; restauración hidráulica de la ciénaga de Zambrano; adecuación del acceso vial en Plato.

- *Complementarias*, aquellas que compensan el deterioro ambiental o social en que se encuentra la zona y

que será acelerado por la operación del puente y el corredor vial: parque Zambrano e intersección la YE-terminal (zona transbordo)

- *Estudios adicionales*, aquellos necesarios para complementar el adecuado desarrollo regional y recuperación ambiental en la zona más influenciada por el proyecto: estudio de desarrollo socio-económico de Zambrano e impacto ambiental de obras en la cuenca del arroyo Alférez.

1. Normas de manejo ambiental

Son recomendaciones y guías de carácter preventivo para el manejo ambiental de problemas típicos (v. gr., derrame de combustibles, daño accidental a infraestructura, manipulación de sustancias tóxicas, disposición de materiales de corte, etc.), durante la fase de construcción del proyecto vial. Las normas deberán ser tenidas en cuenta, conocidas y aplicadas de manera obligatoria en cada caso por el contratista y sus empleados, bajo la vigilancia de la Supervisión Ambiental.

Estas normas en gran medida están contempladas en el espíritu de la legislación ambiental vigente, pero no están detalladas en ningún instrumento jurídico particular.

Las normas aquí incluidas se basan en recomendaciones de la Unidad Ambiental del Ministerio de Transporte (antes MOPT) consignadas en un manual de gestión ambiental publicado por el Instituto Nacional de Vías (INV, 1993) y en reglamentaciones similares adaptadas de otros estudios ambientales (Carinsa-Incoplán, 1993a y b.; Integral, 1993,

1994) y acogidas por la autoridad ambiental.

Las normas específicas se presentan en el anexo 2.

2. Supervisión ambiental

La supervisión ambiental (SA) es el instrumento administrativo y operativo que permite garantizar que durante la fase de construcción del proyecto vial se adopten oportuna y cabalmente todas las recomendaciones consignadas en este estudio, aprobadas por la autoridad ambiental.

La SA será ordenada y controlada por el INV y financiada con cargo al proyecto. Podrá ser adelantada por una firma o persona privada o por una entidad oficial idónea. Actuará en forma independiente para el control ambiental. La estructura operativa, los vínculos de integración con los ejecutores (INV, contratista e interventoría), así como con las entidades y autoridades externas al proyecto se detallan a continuación.

Unidad operativa. La SA será una sola entidad operativa, independiente del número de frentes de obra.

Personal. El Director de la SA tendrá la responsabilidad de velar por el manejo ambiental del proyecto y organizará un *Comité Ambiental*, conjuntamente con los jefes de obra e interventoría. Será un profesional calificado en el área ambiental, con experiencia no menor a 5 años en proyectos similares, oriundo o conector de la región.

La SA se ejercerá durante la fase de construcción y hasta un mes después de entregadas las obras. No es necesario que el director permanezca en la obra ni que su dedicación sea de

tiempo completo. Se considera que visitas mensuales de 3 a 5 días de duración son suficientes para el logro de los objetivos de la SA. Adicionalmente se planificarán reuniones con las autoridades ambientales regionales, con la Unidad Ambiental o el INV, cuando las circunstancias así lo requieran.

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

Como apoyo logístico contará con acceso a una oficina en Zambrano o Plato. El director tendrá a su disposición un vehículo para sus visitas y acceso a transporte en lancha cuando el desarrollo de su trabajo así lo requiera.

Funciones. La SA tendrá las siguientes funciones:

- Organizar la SA en función de la programación de obra; efectuar el control ambiental de las obras; verificar el cumplimiento de todas las normas, diseños, actividades y procesos recomendados por este estudio
- Servir de vocería oficial del proyecto ante las comunidades y participar en todos los procesos y negociaciones que se adelanten con los residentes y autoridades locales.

- Servir de vocería oficial del proyecto ante las autoridades ambientales del orden nacional o regional, para atender y hacer cumplir las órdenes o sugerencias emanadas de dichas entidades; mantener la comunicación con ellas e informarlas sobre el adelanto de los trabajos en caso necesario.
- Efectuar el seguimiento y la monitoría de los trabajos para comprobar que la realización de la obra se enmarca dentro de los requisitos ambientales definidos por este estudio y sus resultados correspondan con los esperados; diseñar y recomendar los correctivos necesarios.

Informes. La SA deberá preparar los siguientes informes:

1. Informes mensuales ejecutivos de SA sobre la secuencia y desarrollo de los aspectos ambientales en las obras, problemas presentados y soluciones adoptadas.

Destinatarios: Jefe de obra, jefe de interventoría, INV, Unidad Ambiental MT, autoridades ambientales regionales en Bolívar y Magdalena.

2. Informe final con el siguiente contenido:

- Memoria técnica ejecutiva de la obra, con descripción de las decisiones y modificaciones tomadas durante la marcha y apreciación sobre las mismas.
 - Descripción, análisis y evaluación de los cambios inducidos sobre el medio natural y cultural.
 - Pronósticos de efectos esperados.
 - Recomendaciones para incorporar en los diseños y en los planes ambientales de proyectos similares.
- Destinatarios:** IVN, Unidad Ambiental, autoridades ambientales regionales en Bolívar y Magdalena.

3. Puentes y alcatarillas (box-culverts)

Las restricciones anotadas en el subcapítulo *hidrología* para el funcionamiento hídrico de la ciénaga de Zambrano requieren que el terraplén esté dotado de las estructuras detalladas en la tabla 20. que garanticen el tránsito de crecidas máximas y la calidad del intercambio de aguas de

la ciénaga con otros cuerpos del sistema y con el río, es decir que los flujos permanezcan lénticos.

En el acceso E del puente (Plato) no se requieren, por razones ambientales, obras de drenaje adicionales ni modificación de las proyectadas por el diseñador.

Tabla 20. Estructuras hidráulicas requeridas en el terraplén O 1,2

Estructura	Características	Localización
Puentes	L = 40 m, luces mínimas 8 m, columnas de sección rectangular orientadas en el sentido del flujo	Zona baja de Trompa de Caimán, km 2+430
		Cruce con el antiguo cauce del arroyo Alférez, km 3+650
		Cruce con el caño Zambrano, km 5+225
Box culvert	4 x 4 m	2+370 x1
		2+500 x2
		2+640 x1
		2+900 x1
		3+040 x1
		3+240 x1
		3+430 x1
		3+575 x1
		3+830 x1
		4+280 x1
		4+035 x1
		4+490 x1
		4+630 x1
		4+820 x1
5+030 x2		
5+375 x2		
5+490 x1		
5+610 x1		

1. Abscisado según trazado de CONASCOL

2. Las localizaciones exactas deben ser confirmadas por la interventoría

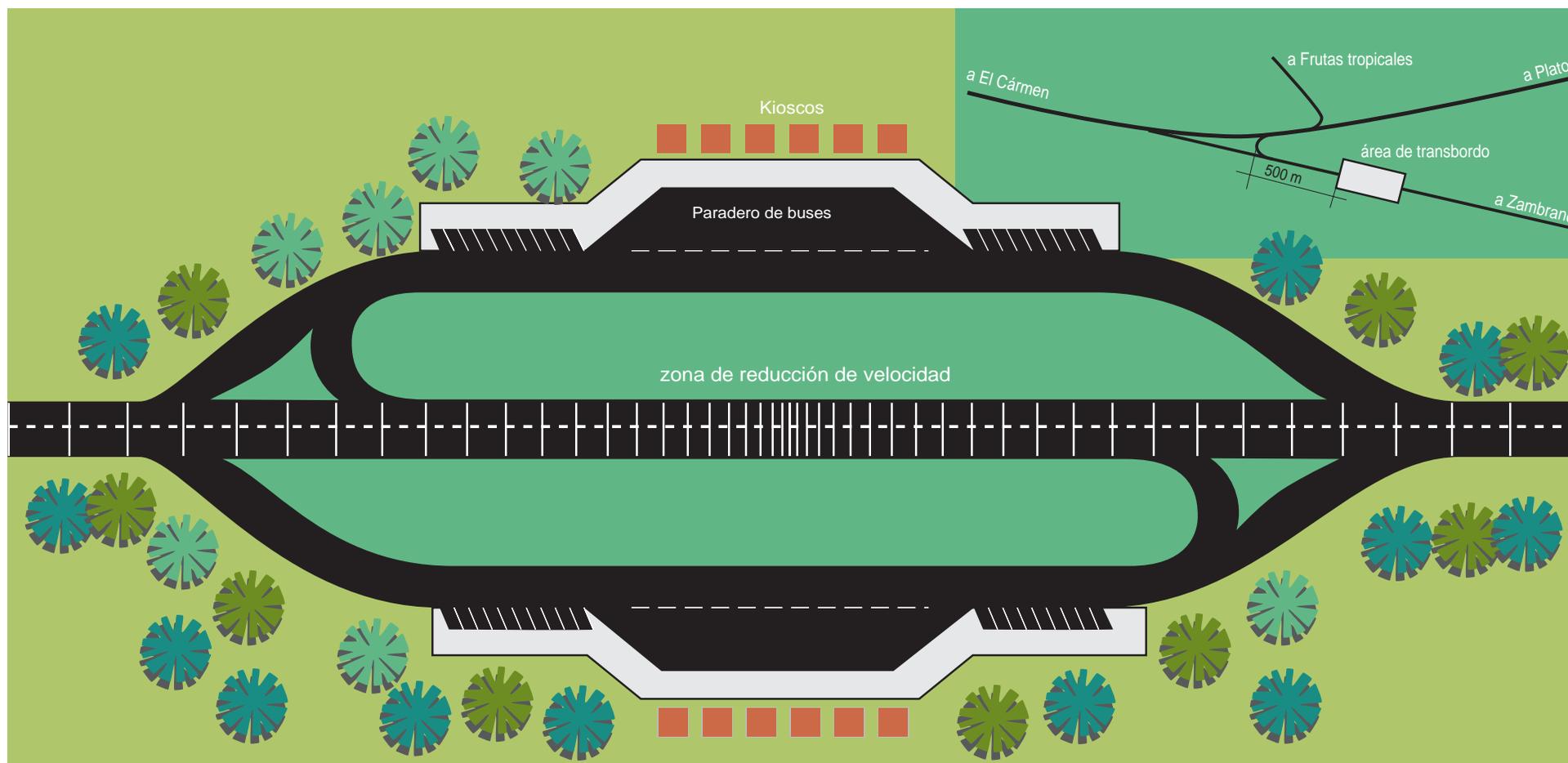


Figura 17. Intersección la YE–área de transbordo km 0,00; acceso O del puente.

4. La YE en el km 0,0

Sobre este sitio, y debido a la nueva función de servir como lugar de intercambio entre el sistema de transporte regional y el local de Zambrano, se construirá una intersección canalizada a nivel, para minimizar la densidad de conflictos (cruce de vehículos en diferentes direcciones).

Por el motivo expuesto, y con el fin de eludir conflictos adicionales (el peatonal y de uso del espacio públi-

co que aumentarían las posibilidades de accidentes y congestión) se prohibirá el asentamiento de viviendas y comercio informal en una faja adyacente a la zona de vía de 30 m a partir del borde de la calzada, 500 m antes y después de los cruces de la intersección.¹

Sin embargo, la necesidad socio-cultural de un terminal de pasajeros, típico en los cruces viales de la región, exige la implementación de bahías y sitios apropiados para su

desarrollo. Este terminal se ubica 500 m adelante de la YE por la vía a Zambrano (ver figura 17).

En los lugares aledaños a las bahías, se deben adecuar sitios sombreados y protegidos de la lluvia para la espera de vehículos de servicio público. Igualmente, se requiere destinar, áreas adecuadas para el establecimiento del comercio complementario de servicios al pasajero y al vehículo.

Se debe restringir, mediante señalización vertical y horizontal, la velocidad de los vehículos que se aproximan a la zona del terminal, para permitir la ubicación de pasos peatonales que comuniquen las 2 bahías.

1. El cumplimiento de este requisito será responsabilidad de la policía vial y de las autoridades municipales de Zambrano

La zona de terminal en un futuro, será objeto de construcciones a escala mayor para los servicios complementarios y vivienda de las personas que laboren en ellos; para esto se debe zonificar el área y predefinir los sitios de posible desarrollo.

La construcción e implementación de infraestructura de la zona de terminal serán con cargo al proyecto. El INV cederá al municipio de Zambrano la administración y explotación comercial del terminal; a su cargo estará la zonificación de usos del suelo en las áreas aledañas.

5. Retiros y protecciones del terraplén

En aquellos tramos donde el terraplén de acceso tenga una altura mayor a 2,5 m sobre el nivel del terreno, en el borde de la banca deben instalarse defensas metálicas para seguridad del tránsito.

Los taludes del terraplén deben llevar una capa de 8 cm de suelo orgá-

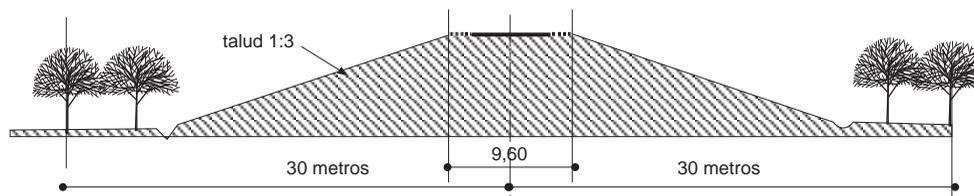


Figura 18. Control de retiros en el terraplén de acceso O del puente.

nico, compactado manualmente (apisonado) para facilitar el establecimiento de cespedones de grama. Se recomiendan las siguientes especies del área: admirable (*Brachiaria mutica*), pasto alemán (*Echinochloa crus-pavonis*), canutillo (*Hymenachne amplexicalis*). Si por razones de disponibilidad o costos estas no son factibles se puede utilizar kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

Con el objeto de impedir construcciones (viviendas, corrales...) y otras instalaciones privadas (p.ej., cercas) a lo largo de los accesos, se deben respetar los retiros de 30 m a cada lado del eje vial y sembrar árboles a lo largo de la base del terra-

plén, distanciados 2,5 m, en dos hileras separadas 3 m entre sí (figuras 18 y 19). Se recomiendan las siguientes especies, todas presentes dentro de la zona de estudio:

- del lado distal de la ciénaga: *Prosopis juliflora* (trupillo), *Pithecellobium lanceolatum*, *Acacia tortuosa* (aromo); *Platymiscium polystachyum* (trebol) *Platypodium elegans* (dividivi), *Capparis aff. odorantissima* (olivo), *Capparis pachaca* (paposamba), *Bulnesia arborea* (guayacán), *Lafoensia sp.* (uvito macho), *Randia gaumeri* (cachú) y *Erythroxylum carthagenense* (maribara).

- del lado proximal de la ciénaga: *Lecythis minor* (cocuelo), *Triplaris lindeniana*, guamo (*Inga sp.*) e higuérón (*Ficus sp.*), *Entada polystachya*, *Cardia dentata* (uvito), *Triplaris americana* (varasanta), *Muntingia calabura* (chicató) *Ricinus communis* (higuerilla).

Se recomienda que el contratista instale, con cargo al proyecto, un vivero que puede estar localizado en el futuro Parque Zambrano con el objeto de producir los materiales para la arborización y restauración. El manejo del vivero y de la plantación puede estar a cargo de de COOPEZAM. Para esta labor sería conveniente involucrar a la empresa Forestal Monterrey, con sede en Zambrano, quienes tienen amplia experiencia en reforestación y han apoyado la cooperativa de pescadores.

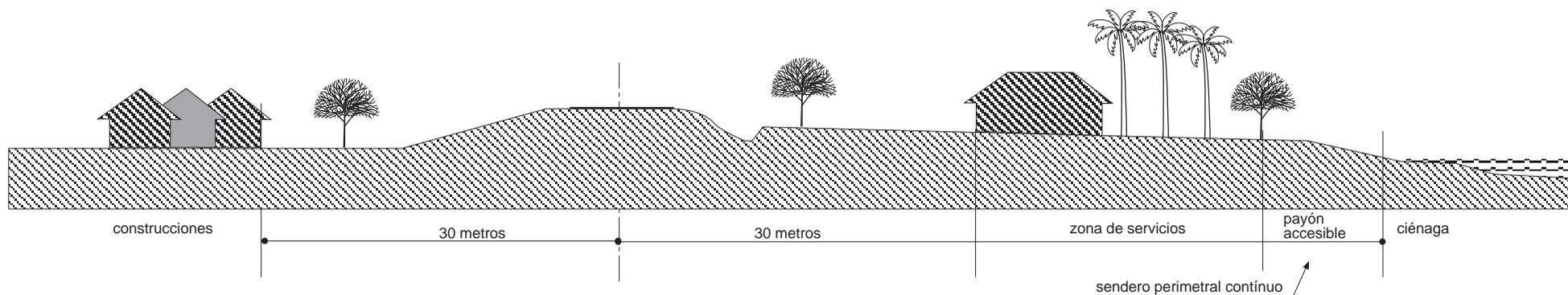


Figura 19. Retiros y zonificación de usos futuros en el terraplén del acceso O al puente.

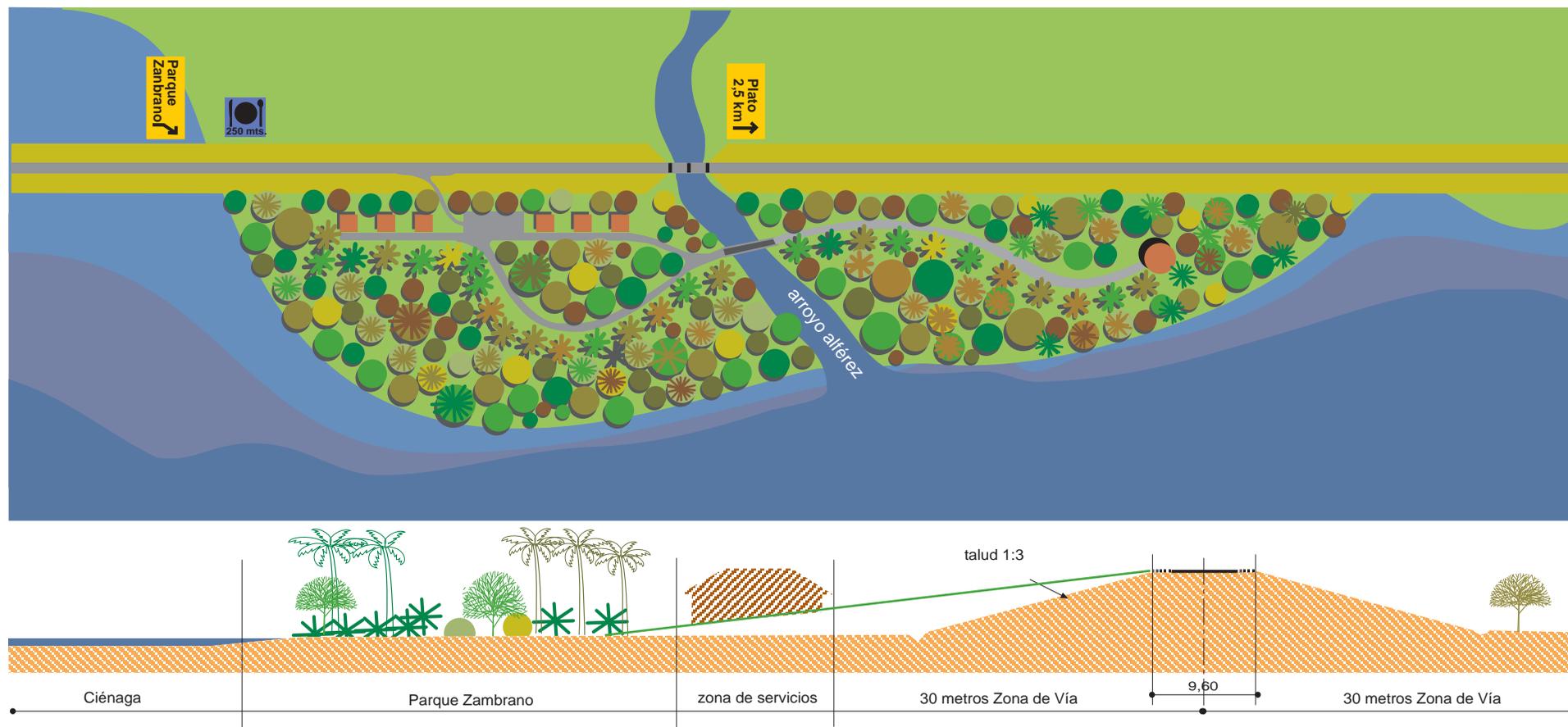


Figura 20. Desarrollo urbanístico del Parque Zambrano, km 3,00–4,00 del acceso O al puente.

6. Parque de Zambrano

Entre el acceso O del puente, abscisas km 3 y km 4 aproximadamente (área de confluencia del arroyo Alférez) y el espejo de aguas medias de la ciénaga de Zambrano, se habilitará un playón en forma de media luna, cuya anchura en el punto medio es de ca. 200 m. Esta zona permanece libre de agua en las fotos aéreas de 1948, 1974 y 1988; aparece cubierta de vegetación secundaria de transición en las fotos de 1988.

Por su localización –a la derecha del terraplén elevado y accesible sólo desde éste– y por su estabilidad,

configura un lugar pequeño e inconveniente para la explotación agrícola tecnificada predominante en la margen NO del terraplén, pero adecuado para la promoción a mediano plazo de usos comunales y turísticos. Se recomienda destinar este terreno para la creación de un parque natural, público, al servicio de la comunidad zambraneña y del visitante.

El *Parque de Zambrano* se justifica por las siguientes razones:

- Rescata para la comunidad zambraneña un recurso natural valioso, perdido en los últimos años por el mal manejo de ciénagas y caños.

- La región ofrece valores *naturales* y *culturales importantes* acerca de los cuales el zambraneño y el visitante medios no están informados: v. gr., la alta diversidad faunística de la ciénaga, en particular como refugio invernal de aves migratorias de Norteamérica; la función ecológica de la planicie aluvial, como reguladora de crecientes y criadero de peces; los recursos patrimoniales de la región, como quiera que fue asiento de culturas prehispánicas cuyos testimonios arqueológicos podrán ser rescatados durante la construcción; etc.

- El parque podría ofrecer a la comunidad de Zambrano un símbolo de identidad que compensaría en parte la pérdida, en el pasado reciente, de su vinculación efectiva con el río y la marginalidad en la que la nueva vía colocará la población.
- Porque para su manejo y administración puede organizarse una entidad comunitaria, no gubernamental, con participación de los usuarios tradicionales del recurso, los pescadores, quienes verán en alguna forma compensadas sus penurias recientes derivadas de la desecación artificial de la ciénaga.

- Ofrecerá al motorista un sitio de descanso y esparcimiento en contacto con la naturaleza.
- Contribuirá a la formación de los niños y jóvenes de Zambrano a quienes se debe involucrar a través de los centros docentes en la organización del proyecto de parque.

Para la conformación del parque se requiere la adecuación o construcción de los siguientes elementos (ver figura 21.), con cargo al proyecto:

- Accesos vehiculares.²
- Patio en afirmado con una capa de gravas gruesas para vehículos.
- Casetas de vigilancia y para expendio de refrescos, artesanías, etc.
- Servicios sanitarios públicos con descoles a pozos sépticos.
- Puente peatonal sobre el Alférez
- Senderos en afirmado recubiertos con una capa de gravas gruesas en los sitios no inundables y de superficie de madera sobre pilotes
- Adecuación de un área para vivero con el objeto de producir plántulas para restauración ecológica y paisajística del área.^{3,4}
- Montaje de un sistema de señalización que informe y advierta sobre: destinos (Plato, Zambrano, el puente, etc.); uso previsto del área y restricciones (fuego, caza, pesca, campismo, etc.) valores escénicos (playón, ciénaga, Zambrano) servicios en el parque (sanitarios, refrescos, guías, museo arqueológico, observación de fauna,...).

El aspecto fundamental de la creación del parque es la reserva del globo de terreno indicado, a fin de evitar su apropiación por los vecinos, a través de cuyos terrenos, –adquiridos mediante la desviación del Alférez– se construirá el terraplén, y la construcción de la infraestructura mínima requerida para garantizar su vigilancia.

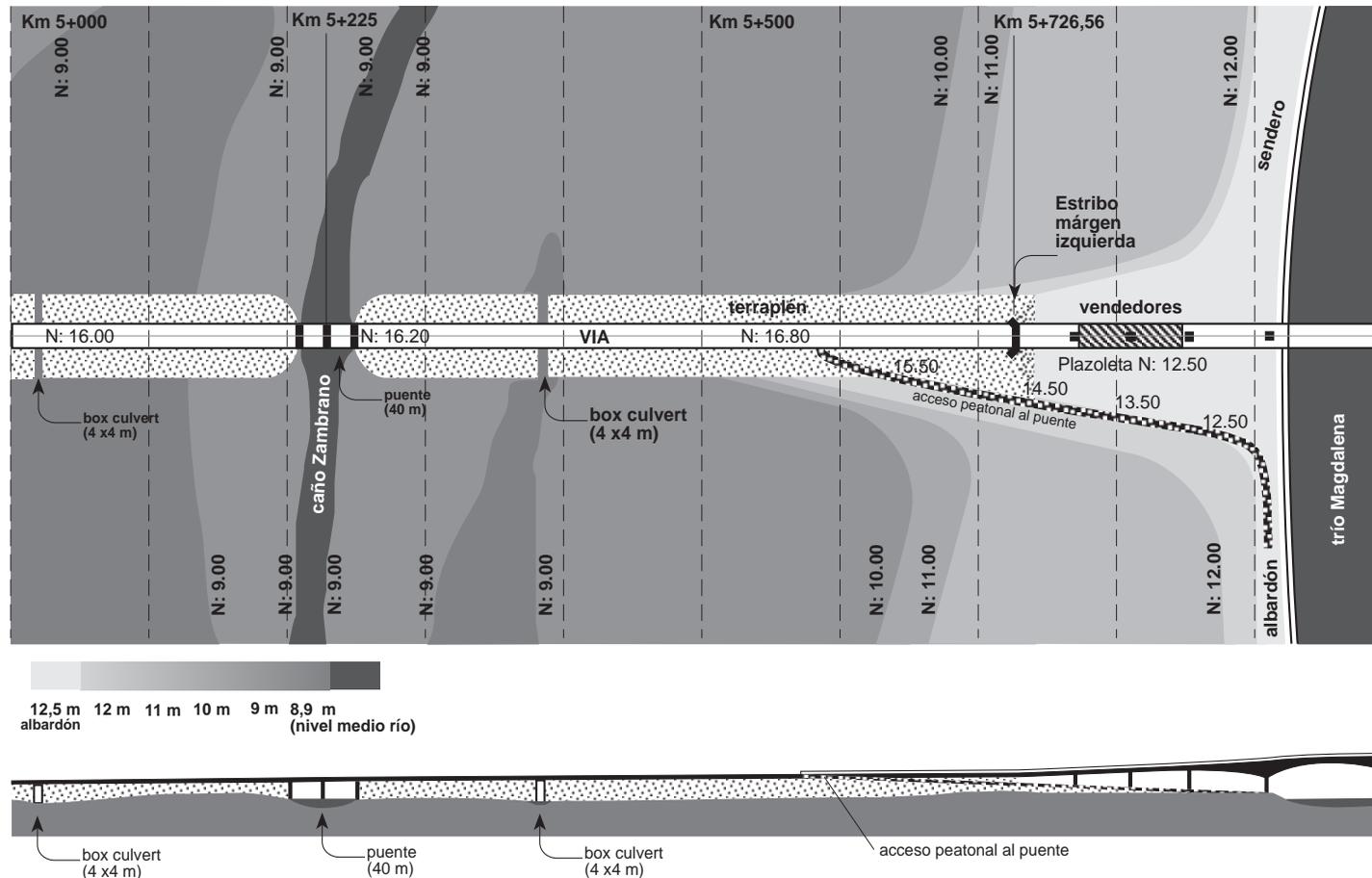


Figura 21. Acceso peatonal al puente en el estribo O.

7. Plazoleta en el estribo de Zambrano y acceso peatonal al puente

El carácter de senda local del albardón permitirá el tráfico de peatones animales de carga y bicicletas, desde el pueblo hasta el puente, donde accederán a su andén, para dirigirse a Plato. Este tránsito incrementara al facilitarse un desplazamiento que hoy requiere de embarcaciones o del transbordador.

Un acceso vial desde el albardón hacia el puente en este sitio no es posible de una manera adecuada, sin

la construcción de una estructura complementaria, del tipo *oreja* sobre viaducto, la cual no sólo sería muy costosa sino que implicaría una mayor intervención sobre la confluencia ciénaga–caño Zambrano.

Por esta razón se recomienda construir accesos a ambos lados del puente, para animales de carga, peatones y bicicletas. Esto implica la ampliación del terraplén actualmente proyectado para que el sendero sea utilizable, aún en épocas de invierno. (ver figura 21.)

Los accesos peatonales al puente deben hacerse en forma suave, para vencer una diferencia de alturas de 5

2. Conviene estudiar un acceso vehicular directo por el costado NO del terraplén, utilizando uno de los box–culverts, para evitar el giro a izquierda sobre la calzada.
 3. En la región se cuenta con experiencia valiosa en procesos de recuperación ecológica de planicies aluviales. La Fundación Neotrópicos de Mompo, inició en 1991 la restauración de 600 ha de hábitats aluviales en *El Garcerro*, 50 km aguas arriba de Mompo, con apoyo financiero de entidades ambientalistas internacionales. Se recomienda obtener la asesoría de esta organización.
 4. Las especies deben ser nativas, ver *vegetación*. Se pueden obtener de Reserva Faunística Los Colorados (San Jacinto, Bolívar), o de El Garcerro (Fundación Neotrópicos). Es fundamental involucrar a la comunidad, p.ej. escuelas, en la recolección de semillas y en la siembra en vivero y en terreno.

m, lo cual implica prolongar la senda distalmente del puente y acceder a este por el terraplén.

La sección en este empalme debe tener la misma anchura que en el puente a fin de acomodar la prolongación de los andenes y sus barandas interiores y exteriores. Dadas las pendientes del terraplén y a fin de evitar accidentes, las barandas de protección deben continuar a lo largo de este (subtítulo 8).

La parte del acceso construida sobre el terraplén debe tener similar anchura que el andén, *i.e.*, 1,60 m.

El acceso peatonal, que implica como se dijo, la ampliación del terraplén, requiere la adecuación de una plazoleta que permita la maniobra de los pequeños vehículos (camperos, chiveros, carretas de mula, etc.) que transportarán pasajeros desde y hacia Zambrano. Esta plazoleta debe cumplir además la función de sitio de reunión de amigos, de venta de refrescos y viandas, que es común hoy en día en los embarcaderos del transbordador en Plato y Zambrano. Por tanto se deben adecuar, bajo el viaducto y distales del sendero del albardón, casetas apropiadas para la prestación de estos servicios. La dotación, con cargo al proyecto vial, de esta superestructura en el sentido urbanístico, es fundamental para vencer la animosidad que el puente tiene hoy entre un porcentaje no despreciable de la población de Zambrano.

Desde el punto vista del zambraneño el puente más que facilitar las comunicaciones de su pueblo con el resto de la región, lo aísla y distancia, es un obstáculo a sus válidas aspiraciones de integración.

8. Ajustes en la sección transversal del puente.

La sección del puente inicialmente proyectada por Hidrociviles tenía una anchura de 10,20 m, con andenes de 0,90 m y sardineles interiores de 0,10 m a cada lado y una calzada vehicular de 8,30 m. Las barandas aparecen dibujadas en concreto, con altura de 1,40 sobre la calzada.

Los andenes se consideraron estrechos, en razón a la importancia del tráfico peatonal, de bicicletas y de animales de carga (burros) entre las dos poblaciones.

Conjuntamente con el diseñador (Darío Farías & Cía) se planteó la combinación de los dos andenes en uno solo más amplio y la reducción de la calzada vehicular.

La solución original, propuesta por el diseñador, implicaba un andén de 1,55 m en el lado S del puente, una calzada igual a la inicial y un sardinel de protección en el lado N de 0,35 m. Esta solución, si bien mejora el concepto previo no se consideró la más conveniente; un andén de 1,55 m no puede acomodar adecuadamente el tránsito peatonal de servicio en los dos sentidos.

Sin modificar el ancho de la calzada que por razones técnicas y de seguridad debe ser de 8,30 m, se sugirió al diseñador considerar la construcción en de un andén, de 1,75 m libres, con baranda de separación

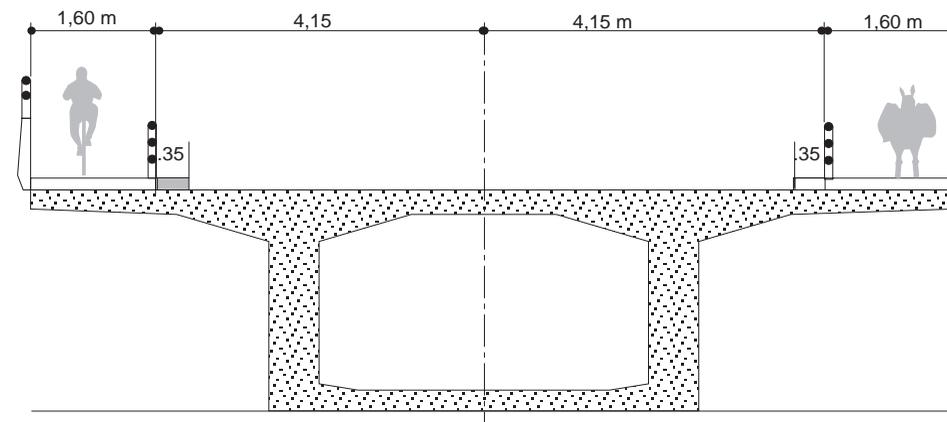


Figura 22. Sección propuesta del puente cuadrada de 30 cm de lado, con el plano vertical de frente al acceso.

interior y externa de protección adobada., Con la alternativa de dos andenes de 1.60m (mínimo) y una calzada de 8.10 m (Ver figura 22.)1

El andén debe estar adecuadamente señalizado para informar y advertir al transeunte los peligros de transitar por la calzada, de inclinarse sobre las barandas del puente, etc.

A fin de disuadir el tránsito de vehículos motorizados pequeños (motos, motocicletas, camperos) que querrán ahorrarse el recorrido Zambrano–la YE, la entrada al andén deben estar protegida con obstáculos que permitan el paso de animales cargados, peatones y ciclistas pero de difícil vencimiento por vehículos motorizados. Se sugiere usar bloques de concreto cuneiformes, de sección

En relación con la baranda se considera que los materiales (concreto prefabricado) y su altura (1,4 m) son inconvenientes. Impedirán al transeunte y al motorista la contemplación de un paisaje imponente como es el río Magdalena y su planicie aluvial, las siluetas de Zambrano y Plato al S del puente. Este estudio recomienda barandas construidas con balaustres de una altura no mayor de 1,10 m y lo suficientemente cercanos para evitar accidentes con niños pequeños.

1. En reunión del 21 de abril de 1994 el INV autorizó al Consorcio calzada de 8,30 m y andenes de 1,5 m.

9. Recuperación de la ciénaga de Zambrano

La planicie inundable del bajo Magdalena se extiende más de 15 km entre Zambrano y la ciénaga de Zárate. Al llegar a la población de Plato, las lomas de Doña Jerónima y de Medina la reducen a un estrecho de unos 5 km, precisamente el que se aprovecha para la ubicación del puente. En épocas de creciente, el estrecho causa un represamiento del río, con inundaciones que ocupan toda la ciénaga de Zambrano y el delta del arroyo Alférez.

En esta época las profundidades normales son de 3 m y las máximas posibles de 5 m. Esto indica que, tanto la ciénaga, como el delta del Alférez, son zona de amortiguación de las crecientes, cuya periodicidad varía alrededor de los 5 años.

La ciénaga de Zambrano es parte integral de la cuenca del arroyo Alférez, el cual en condiciones normales vierte todas sus aguas allí, por el costado N de la ciénaga.

Los aportes principales a la ciénaga provienen del río a través del sistema de caños de Zambrano, que fluyen de N a S durante las crecientes o por desborde del río sobre el albardón. Se crea un flujo S–N entre la ciénaga y el delta del Alférez que lo inunda completamente. Por este hecho, el delta del Alférez también es zona de amortiguación de las crecientes del río.

El proyecto vial puede contribuir a la desecación de la ciénaga al aislarla del arroyo Alférez, culminan-

do la labor emprendida por las fincas aledañas. Las tierras, una vez desecadas, se prestan para localizar inversiones como infraestructuras, cultivos permanentes, etc., que pretenden manejar una tierra inundable como si fuera tierra seca, tal como actualmente sucede en el delta del Alférez por parte de Frutas Tropicales.

Estos nuevos usos convierten el comportamiento natural de una inundación periódica en una calamidad social repetible, pues la desecación artificial de la ciénaga no elimina su carácter de tierra inundable.

La recuperación del funcionamiento hidrológico, y por ende ecológico y social, de la ciénaga de Zambrano implica la restauración del sistema de caños y bocas de comunicación con el río aguas abajo de la población y la restauración del delta del arroyo Alférez.

Restauración del sistema de caños

El objetivo de la restauración es permitir el flujo lento de agua desde el río hacia la ciénaga durante las crecientes periódicas, depositando sedimentos a medida que avanza y su regreso al río durante época de estiaje arrastrando en parte los sedimentos acumulados durante la creciente anterior.

Esta medida requiere en primer lugar la remoción de la vegetación arraigada al fondo y flotante desde su boca original (6. mapa 2., *anexo 1. hidrografía de la ciénaga de Zambrano*) hasta la entrada del bajo de la desembocadura a la ciénaga (2. mapa 2.), una longitud aproximada de 3 km. Esta labor debe considerarse de

mantenimiento, como quiera que durante los períodos lénticos (ver *oferta–limnología*) la vegetación riparia avanza sobre los playones expuestos, aunque en este caso se trata de recuperar más de 10 años de abandono, desde el decenio de 1980, cuando todas las bocas de los caños Zambrano y Orillero fueron obstruidas.

Es costumbre en la planicie aluvial del Magdalena que sean los pescadores –usuarios primarios de las ciénagas– quienes periódicamente efectúen la limpieza de caños; por tanto, se recomienda contratar a través de COOPEZAM, y con cargo al proyecto, la limpieza inicial; en años sucesivos la comunidad se encargará *motu proprio* de esta labor.

La limpieza del caño no es suficiente, en algunos tramos se requiere el dragado para remover barras de sedimentos que obstaculizan el flujo; las áreas específicas y la profundidad del dragado serán definidas por una batimetría previa. En el tramo indicado se debe remover material para dejar una cota de fondo de 9,10 msnm en la comunicación original con el Magdalena (6. en mapa 2.) y de 9,25 en la entrada a la ciénaga (1. en mapa 2.). Los materiales dragados se deben disponer formando una capa sobre el terraplén de realce del albardón.

La restauración del funcionamiento del sistema de caños requiere además eliminar las obstrucciones de las bocas original y del Arrastradero (13. y 20. en mapa 2., respectivamente) dejando las entradas en dirección aguas abajo del río para restringir el ingreso

de sedimentos, y taponar las bocas suplementarias (12. y 18. en mapa 2.).

10. Estudio ambiental del manejo hidráulico en la cuenca del Alférez y de la ciénaga de Zambrano.

Para completar la restauración de la ciénaga Zambrano se requiere el cierre de las desviaciones construidas en Frutas Tropicales en el tramo inferior del arroyo Alférez y la reapertura de las otras bocas (8. y 9. en mapa 2.) para que el retorno de las aguas a la ciénaga sea en forma natural, *i.e.*, vía el delta, no a través del canal recto planteado por Frutas Tropicales.

La definición de estos trabajos, en particular los del arroyo Alférez, superan los alcances de este estudio, pero son fundamentales para la vida de la ciénaga. Su ejecución requiere un estudio detallado y autorización de Frutas Tropicales, ³ por cuanto las áreas afectadas están en terrenos de su propiedad o bajo su control y los cambios requeridos pueden afectar inversiones por ellos realizadas en los últimos años.

Por tanto, se recomienda a la autoridad ambiental de Bolívar ordenar la realización de un estudio de impacto ambiental en las áreas arriba citadas y suspender provisionalmente las construcciones del canal del Alférez y del camellón. (e., f. y 19. en mapa 2.).

3. Durante la fase de campo de este estudio se hicieron algunos contactos con personal de la empresa Frutas Tropicales, quienes gentilmente ofrecieron permisos de movilización dentro de la propiedad y un sobrevuelo del área, para obtener información valiosa para el estudio. Desafortunadamente el sobrevuelo no pudo realizarse por la brevedad de la fase de campo.

11. Plan de prospección arqueológica

Plato-Zambrano es una zona arqueológica importante, los hallazgos reportados por la literatura y los resultados de las excavaciones exploratorias llevadas a cabo para este estudio, demuestran que hubo ocupación, no se sabe si continúa o no, desde *ca.* 3000 AC hasta el siglo XVI DC. Hay muchos vacíos sobre los procesos culturales y tecnológicos de dichos asentamientos y amplios períodos sin dato alguno.

Los movimientos de tierra, la movilización de maquinaria pesada y el uso del espacio, requeridos para la construcción de los accesos pueden poner en peligro yacimientos valiosos, por tanto se recomienda efectuar, con cargo al proyecto, un plan de prospección arqueológica.

Para mejorar la base de conocimientos se requiere efectuar una prospección sistemática (recolecciones superficiales, sondeos de pala, pozos y calicatas; clasificación, análisis e interpretación de los materiales obtenidos), de acuerdo con las técnicas de la arqueología moderna, tomando como punto de partida los sitios explorados por este estudio en ambas márgenes del río, complementados con información de los lugareños.

Por su topografía plana, elevada y cercana al agua y a los playones, la margen NO de la ciénaga de Zambrano, ofrece potencial de yacimien-

tos, al igual que los cerros al E de la ciénaga Doña Jerónima. (mapa 1.)

Los materiales recolectados, adecuadamente rotulados en cuanto a procedencia, contenido, ubicación en el yacimiento, etc. se deben depositar en el ICAN u otra entidad responsable en Colombia, para su eventual utilización por especialistas.

Se considera que para la prospección sistemática del área de influencia del proyecto vial se requieren 4 meses de arqueólogo, apoyado por un ayudante de campo. Las excavaciones deben comenzar con los trabajos de remoción de vegetación y descapote. Se requiere la preparación de un informe técnico al final de la prospección que consigne toda la información levantada y analizada, material fotográfico y las colecciones.

Se recomienda realizar arqueología de rescate en sitios donde las obras expongan yacimientos (fragmentos cerámicos o líticos, tumbas, concentraciones de huesos, carbón vegetal, cenizas...). En este caso se deben suspender temporalmente los trabajos, informar al supervisor ambiental, al jefe de obra y por conducto de ellos a la autoridad competente (ICAN, calle 8 # 8-87, teléfono, 2462481 Santafé de Bogotá, Dr. Roberto Pineda Camacho, Director) para que se defina el procedimiento a seguir que será dirigido y controlado por esta entidad.

12. Señalización complementaria a la nueva vía y al sector

El empalme del km 0,0 del acceso con la vía actual a Zambrano, la ciénaga y los cruces del Alférez y caño Zambrano, el parque natural propuesto, el puente, la plazoleta de acceso peatonal al puente en Zambrano, los cruces del acceso en Plato, etc., hacen necesario un programa de señalización que informe, oriente y prevenga a los usuarios con el objeto de permitir la operación segura de la vía.

En la figura 20 se ilustran algunas de estas señales. No se pretende dar la ubicación y orientación exacta ni las dimensiones, pues el Instituto Nacional de Vías tiene normas establecidas para cada caso.

El programa debe contener información acerca de los topónimos más importantes:

- La YE o sitio de desviación desde el Carmen de Bolívar hacia Zambrano o hacia Plato y Bosconia.
- La ciénaga y el parque de Zambrano, con los servicios complementarios que se habiliten en el tiempo.
- Los puentes sobre el bajo Trompa de Caimán, el arroyo Alférez y el caño Zambrano.
- El puente Plato-Zambrano y el río Magdalena.
- La población de Plato

Por otra parte las siguientes señales informativas:

- Destinos con kilometraje en ambos sentidos, desde El Carmen hasta

Bosconia, incluyendo Plato, la ciénaga de Zambrano, el Puente y Zambrano como puntos de referencia intermedios.

• Los servicios al turista, motorista y vehículos, tales como: restaurantes, estaciones de servicio, teléfonos, así como los posibles sitios de descanso, hospedaje y esparcimiento en las cercanías de la vía.

En relación con la seguridad de los vehículos, personas y animales, el programa de señalización debe incluir:

- Velocidades máximas de la vía en general, así como las permitidas en aquellos sitios que requieran precauciones particulares (la YE, el ingreso al parque, el acceso al puente, el cruce por la población de Plato, etc.
- Las líneas de cruce peatonal ubicadas en la YE
- La obligatoriedad de estacionarse sólo en las bahías provistas para el transporte público, durante el cargue y descargue de pasajeros en la YE, así como la ubicación de los estacionamientos exclusivos para vehículos pequeños, para el transporte público y privado.
- En el puente, la señalización debe advertir acerca de las prohibiciones del paso peatonal a través de las calzadas viales y del uso inapropiado del andén, la prohibición para los vehículos de estacionarse sobre el puente o sus accesos y de adelantar vehículos en el puente.

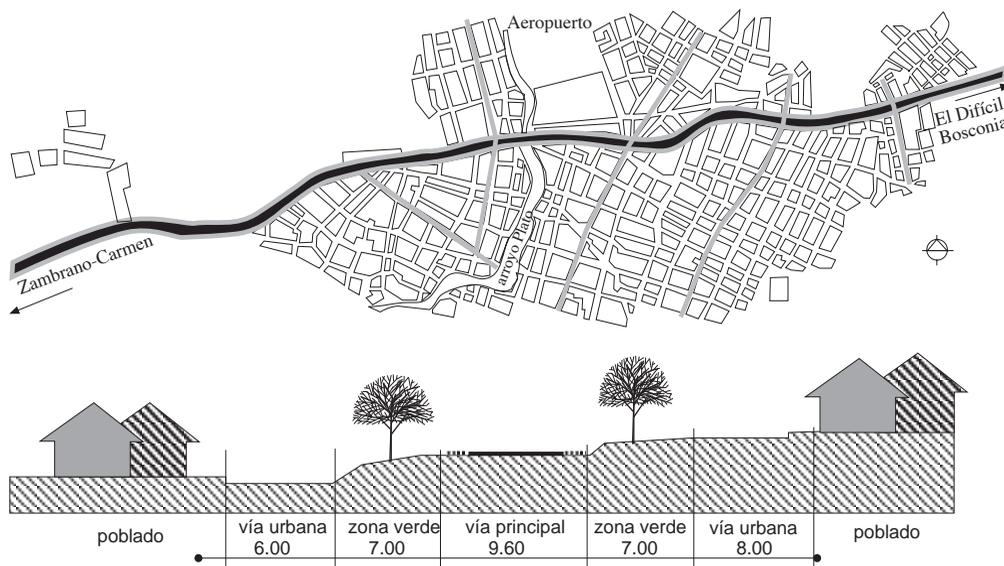


Figura 23. Servidumbre del acceso v vías urbanas laterales en Plato

13. El acceso en Plato

El área sobre la cual la vía se conecta con la margen derecha del río, es igualmente propicia para la generación de actividades comerciales y de servicio. La topografía permite la implantación de cualquier tipo de elemento complementario a la actividad de la vía. Por esto se recomienda normatizar, en asocio con las Secretarías de Tránsito y de Obras Públicas de Plato, los siguientes aspectos:

- los paraderos de vehículos de servicio público
- la localización de sitios para servicios (estaciones de gasolina, montallantas, talleres) y comercio (bares, restaurantes, etc.),
- la relación entre la trama urbana local y la vía con el objeto de garantizar seguridad, funcionalidad y un manejo ambiental y paisajístico be-

néfico para ambos sistemas.

En particular este estudio recomienda la adecuación de unas franjas de aislamiento entre la calzada vial y el sistema local de espacios públicos, el cual de forma paralela a la vía debe ubicar calles que conecten la trama. Es la forma adecuada de reordenar los espacios para conseguir la funcionalidad de la vía y el desarrollo de los asentamientos aledaños.

La comunicación vial entre la carretera principal y el sistema local, se debe hacer sólo en algunos puntos, primarios en el sistema local que conecta el casco urbano con las áreas de actividad al norte, en los cuales se interrumpen las franjas de aislamiento, previo aviso para la restricción de la velocidad de los vehículos que se desplazan entre el puente y Bosconia. (ver figura 23.)

14. Posibilidades de desarrollo de Zambrano

En la actual vía de aproximación entre el km 5 y Zambrano, no se espera incremento de actividad con la construcción del puente, debido a que el tráfico regional tomará la vía principal, sin pasar de manera tangente a la población como lo hace hoy.

Si la ciénaga se recupera y el río adquiere nuevamente su actividad de tráfico fluvial a nivel regional y nacional, este acceso de carácter local podrá conservar la vitalidad actual, al compensar el tráfico perdido, con aquel generado por el surgimiento de la población como lugar turístico y económicamente activo, debido a su razonable complementariedad con las agroindustrias vecinas, a su relación con el río y a la actividad pesquera derivada de la recupera-

ción de la ciénaga.

A largo plazo, la consolidación de los barrios ubicados entre la vía y el casco tradicional, hoy en estado embrionario, se puede lograr si la economía local se activa de manera estable.

Para esto es conveniente un estudio particular sobre el dimensionamiento y alineamiento del sistema de espacios públicos así como de los servicios comunales complementarios al barrio.

A nivel turístico, Zambrano debido a su escala, a sus características urbanísticas y arquitectónicas y a su vecindad con la ciénaga, es susceptible, una vez la navegación fluvial sea restablecida, de convertirse en un lugar turístico. Por esto es importante reservar los espacios y las posibilidades de acceso para recuperar

el puerto, así como conservar sus construcciones de valor histórico incluyendo las antiguas fábricas de tabaco, que podrían ser recicladas para las nuevas funciones turísticas o comerciales, sin cambiar el aspecto de su patrimonio histórico.

Las posibilidades de desarrollo de Zambrano no dependen de la nueva vía, por el contrario, ésta puede acelerar el proceso de decadencia asentado desde hace varios lustros, aislandolo aún más. Sin embargo, por razones ambientales se ha mostrado la conveniencia de restaurar la cié-

naga de Zambrano como un proyecto asociado al de la construcción del corredor vial y de crear el parque Zambrano como un elemento paisajístico y de compensación ecológica y comunitaria. Estos dos elementos, pueden contribuir en un mediano plazo a la conversión de Zambrano en un sitio de interés turístico a nivel regional.

La YE está en jurisdicción de Zambrano pero tanto o más distante que Plato o Bosconia para el zambraneño medio; igual sucede con el acceso peatonal. Es cierto que allí se da-

rá un desarrollo, espontáneo o planificado. En el primer caso, la municipalidad no se beneficiará del cambio; en el segundo puede jugar un papel importante en su definición y garantizar la articulación armónica del proyecto vial con las necesidades de la población. Por tanto es del interés de las autoridades y de la población tomar parte activa en la materialización de las soluciones físicas, urbanísticas y paisajísticas de estos nodos de problemas sensibles asociados al proyecto vial.

Por lo anterior, este estudio recomienda que se adelante, con cargo al proyecto vial y a manera de compensación, el diseño de una estrategia que permita a Zambrano la definición de los mecanismos adecuados para aprovechar la coyuntura de la construcción de la vía en su beneficio, mediante la solución a problemas sentidos de la comunidad y la mitigación de los cambios que a la cotidianidad de Zambrano la vía causará.

bibliografía

- Arias, P. , 1985. Las ciénagas de Colombia. INDERENA. Subgerencia de pesca y fauna terrestre, proyecto de evaluación del recurso pesquero. 34 p.
- Arrignon, J. , 1984. Ecología y piscicultura de aguas dulces. 2a edición revisada y ampliada. Ediciones Mundi–prensa. Madrid, 390 p.
- Banco de la Republica, 1992. Compendio estadístico de Bolívar y Cartagena. Investigaciones económicas. Cartagena, 96 p.
- Bazigos, G. P. , J. Kapetsky & J. Escobar, 1977. The present state of the fishery of the Magdalena River Basin, Colombia. FAO, Roma. Working paper N° 2 FI:DP/COL/72/552. 30 p.
- Bonetto A. A. & H. Castello, 1985. Pesca y piscicultura en aguas continentales de América latina. OEA, Washington, D. C. , 116 p.
- Carinsa–Incoplán, 1993a. Obras de rehabilitación del río Magdalena, sector Barrancabermeja–La Gloria. Estudio de impacto ambiental. Santafé de Bogotá. 81 pp + anexos
- Carinsa–Incoplán, 1993b. Actividades de dragado del canal del Dique. Estudio de impacto ambiental. Santafé de Bogotá. 52 pp.
- Claver F. I. (coord.), 1984. Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología. 2ª edición. CEOTMA, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid.
- Contraloría Departamental de Bolívar, 1993. Auditoría ambiental ciénaga Grande de Zambrano. Oficio 1076 con destino al Alcalde del municipio de Zambrano (Bolívar), Julio de 1993, 3 h.
- COOPEZAM, 1993. Carta al Señor Germán Danilo Hernández. Noticias AM–PM. Mayo de 1993, 2 h.
- Dahl, G. , 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA. Bogotá, 319 p.
- DANE, 1990. Estadísticas municipales de Colombia. DANE. Bogotá, 827 p.
- Eigenmann, C. H. , 1924. The fishes of western South America. Parte I. The fresh–water fishes of Northwestern South America, including Colombia, Panamá, and Pacific slopes of the Ecuador and Perú, together with an Appendix upon the Fishes of the Río Meta in Colombia. 1–350 p. En: Memoirs of the Carnegie Museum Vol. IX. W. J. Holland. Pittsburgh. 4 Memorias, 487 p.
- Ellenberg, M. & D. Mueller–Dombois, 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York.
- Espinal, T. S. & M. Montenegro, 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa del mapa ecológico. Bogotá, 201 P.
- Esteves, F. A, 1988. Fundamentos de limnología. Interciencia. FINEP, Río de Janeiro.
- Farías, D. G. y Cía. Ltda. , 1993. Estudios de geología, geomorfología, hidrología, hidráulica, socavación y diagnóstico ambiental. Proyecto Puente Plato sobre el río Magdalena. Santafé de Bogotá. sin pagar
- Gery, J. , 1977. Characoids of the world. TFH Publications Inc. Ltd. New Jersey, 672 p.
- Gobernación de Bolívar, 1990. Plan de desarrollo subregión Montes de María. Banco de Datos de la Gobernación. Cartagena, 46 p.
- Groot de Mahecha, Ana María, 1989. I. La costa atlántica. en: A. Contreras B., G. Cadavid, L. Herrera, A. M. Groot, S. Mora (eds.) Colombia prehispánica, regiones arqueológicas. Instituto Colombiano de Antropología. Bogotá
- Guhl, Ernesto, 1976. Colombia: Bosquejo de su geografía tropical. 2 vols. Instituto Colombiano de Cultura. Bogotá.
- Hernández, J., 1990. Ensayo preliminar sobre los biomas terrestres de Colombia. en : Nuevos Parques Nacionales. INDERENA, Bogotá.
- Huet Marcel, 1973. Tratado de piscicultura. Ed. Mundi–prensa, 725 p.
- Instituto Geografico Agustin Codazzi (IGAC), 1975. Estudio general de suelos de los municipios de Carmen de Bolívar, San Jacinto, San Juan Nepomuceno, Zambrano, El Guamo y Córdoba (Departamento de Bolívar). Bogotá
- IGAC, 1976. Plancha N° 38, Carmen de Bolívar. Escala 1:25. 000. Planchas 38–IV–A y 38–IV–C.
- IGAC, 1978. Plancha N° 38, El Carmen de Bolívar. Escala 1:100. 000.
- IGAC, 1980. Capacidad de uso de los suelos de la llanura caribe. Bogotá, 33 h. Mapa anexo.
- IGAC, 1982. Departamento de Bolívar. Aspectos Geográficos. Bogotá, 222 p.
- IGAC, 1989. Estudio general de suelos de los municipios de Ariguani, Chivolo, Pedraza, Plato y Tenerife. 166 p.
- INTEGRAL S.A., 1992. eia Proyecto Hidroeléctrico Porce II. Elaborado para Empresas Públicas de Medellín. Medellín. 57 pp + anexos.
- INTEGRAL S.A., 1994. eia Carretera Florencia–Altamira, tramo Las Doradas–depresión El Vergel. Elaborado para Instituto Nacional de Vías. Medellín. 69 pp + anexos.
- Kapestky, J. , 1978. Población de peces y pesquerías de la cuenca del río Magdalena, Colo-

- mbia. Reporte final. FI:DP/COL/71/552/. 41 h.
- Margalef, Ramón, 1982. Ecología. Ed. Omega S. A. . Barcelona, 951 p.
- Margalef, Ramón , 1983. Limnología. Ed. Omega S. A. . Barcelona, 1009 p.
- Miles, C. , 1947. Los peces del río Magdalena. Ministerio de Economía Nacional. Sociedad de Piscicultura. Bogotá, 242 p.
- Nelson, J. S. , 1984. Fishes of the world. Ed. John Wiley & Sons New York. USA, 523 p.
- Payne, A.I. 1986 The ecology of tropical lakes and rivers. John Wiley & Sons, Chichester (U. K.)
- Plazas, Clemencia & Ana María Falchetti. 1981. Asentamientos prehispánicos en el bajo río San Jorge. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales. Banco de la República. Bogotá.
- Reichel Dolmatoff, Gerardo. 1986. Arqueología de Colombia. Texto Introductorio. Ediciones Banco de la República. Bogotá.
- Rodríguez, Camilo. 1988. Las tradiciones alfareras tempranas en las llanuras del Caribe colombiano (departamentos de Bolívar y Atlántico). Boletín de Arqueología 3(2). Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales. Banco de la República, Bogotá.
- Roldán, P. G. , 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Ed. Universidad de Antioquia. 529 p.
- SAGROCOL (Sociedad Agrológica Colombiana), 1971. Estudio semidetallado de suelos, para fines agrícolas de los municipios de Plato y Ariguaní (Departamento del Magdalena). 2 volúmenes. IGAC, Bogotá
- Santos, M. A. , 1989. Estudio biológico y ecológico de la ictiofauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis, Magister Scientiae INVEMAR. Santa Marta, 178 p.
- Senado de la República, 1989. Municipios colombianos. Índice monográfico de los municipios del país. Pama Editores Ltda. Bogotá, 482 p.
- SIETE Ltda. 1992., eia variante sur de Pereira. Elaborado para CORPES de Occidente. Pereira, 64 pp + anexos
- Sterba, G. , 1966. Fresh water fishes of the world. London, 877 p.
- Thierry, Legros, 1989. Consideraciones sobre Puerto Chacho, un conchero de las llanuras del Caribe colombiano. En: Memorias del Simposio de Arqueología. Instituto Colombiano de Antropología. Bogotá.
- Van der Hammen, Thomas. 1992. Historia, ecología y vegetación. Fondo de Promoción de la Cultura Banco Popular y Corporación Colombiana para la Amazonía, Araracuara. Santafé de Bogotá.
- Velásquez, T. L. E. , 1987. Inventario, distribución y abundancia de los moluscos (Bivalvia y Gastrópodos) de la Bahía de Chengue. Parque Nacional Natural Tayrona. Tesis , Magister Scientiae, INVEMAR. Santa Marta, 160 p.
- Welcomme, R. L. , 1992. Pesca fluvial. Documento técnico de pesca N° 262. Roma, 330 p.
- Wetzel, G. R. , 1981. Limnología. Ed. Omega S. A. . Barcelona, 679 p.

El sistema hidrogáfico del complejo de ciénagas de Zambrano (Larga, Soledad, Salitral, Tabacal, Veranillo, Zambrano, etc.) ha sufrido en el pasado reciente, últimos 35 años, un proceso de modificación de los cursos de sus afluentes, de sus caños y sus bocas, con el objeto de reducir el espejo de aguas e incorporar a latifundios para ganadería o agricultura intensivas, las tierras periféricas del sistema, en detrimento de sus usos tradicionales (pesca, pancoger, caza y ganadería en pequeña escala) y de su función amortiguadora de las inundaciones y sequías. A continuación se describen brevemente los componentes más importantes del sistema original—arroyo Alférez y caño Zambrano— y sus principales alteraciones que tienen a la ciénaga en un proceso de desecación avanzado.¹

Para esta descripción se analizaron fotografías aéreas del IGAC de 1948, 1974 y 1988; se recorrió detalladamente la cuenca de la ciénaga Zambrano y se entrevistaron numerosas personas (pescadores, funcionarios públicos, comerciantes, etc.) residentes de la región. En el mapa 2. se ubican, con letras o números blancos dentro de un círculo negro, los sitios referenciados en el texto.

El arroyo Alférez

Nace en la serranía de San Jacinto, es seco en verano y presenta crecientes torrenciales durante la estación de lluvias (ver *oferta-hidrología*). Sus sequías prolongadas dan al delta de confluencia con la ciénaga la apariencia de una gran planicie aprovechable para la agricultura intensiva, no expuesta a inundaciones periódicas.

Hasta el decenio de 1970 el Alférez llegaba a la ciénaga mediante 3 bra-

zos independientes y múltiples ramificaciones:

- a. El arroyo Alférez propiamente, fluía hasta la ciénaga por el centro de la planicie.
- b. Un brazo bordeaba los cerros del N hasta la ciénaga de Veranillo y de ésta al caño del Arroyo, afluente del caño Zambrano.
- c. Otro brazo bordeaba los cerros del S hasta la ciénaga Salitral y de ésta a la ciénaga de Zambrano, por el bajo Trompa de Caimán.

Durante las crecientes del Magdalena, estos caños refluían de la ciénaga de Zambrano hacia las de Salitral y Veranillo; por este hecho, el delta del Alférez constituye una zona de amortiguación de las crecientes del Magdalena.

Alteraciones del arroyo Alférez

En el decenio de 1970 la hacienda El Hacha, en su lindero con la hacienda Casablanca, canalizó el arroyo Alférez y sus brazos en un solo cauce que descargaba a la ciénaga de Veranillo, de allí las aguas llegaban a la ciénaga de Zambrano normalmente; pero la ciénaga de Salitral quedó aislada, expuesta a la sequía. En el decenio de 1980 la hacienda La Esmeralda desvió el caño del Arroyo hacia el río, con casi todo el caudal del Alférez, negándose a la ciénaga de Zambrano.

Sin embargo, en 1988 la creciente del Alférez se desbordó del caño del Arroyo hacia la ciénaga de Zambrano; un rastro de más de 100 m de anchura (d.) por el paleocauce del Alférez, es notorio en las aerofotografías de ese año.

A principios del decenio de 1990 la empresa Frutas Tropicales adquirió

todas las tierras entre Jesús del Río y la ciénaga de Zambrano. Esta empresa proyecta devolver las aguas del Alférez a la ciénaga por medio de una canalización recta (e.) desde la ciénaga de Veranillo. El proyecto devuelve el caudal pero suprime las zonas de sedimentación, en detrimento de la ciénaga.

Además Frutas Tropicales proyecta construir un camellón (f.) que una los cerros de Veranillo con el terraplén del puente Plato–Zambrano, lo cual aislaría el arroyo Alférez del caño Zambrano.²

El caño Zambrano

Está conformado por un conjunto de cauces paralelos al río Magdalena, entre la ciénaga de Zambrano y el corregimiento de Jesús del Río, 8 km aguas abajo. Este caño es el sistema de captación y decantación de las crecientes del río Magdalena para el llenado de las ciénagas Soledad, Larga, Zambrano y demás del complejo.

El sistema hidrogáfico del caño está constituido por:

1. una boca en el extremo norte de la ciénaga, a 800 m de la orilla del río.
2. un bajo inundable de 1,5 km de largo por 700 m de anchura en la

1. Más antiguas aún que las alteraciones descritas aquí son las de otros afluentes del sistema Zambrano: el arroyo Mancomohan, los bajos de Andalucía y el arroyo El Raicero también fueron modificados por embalses, tapamiento de caños y desvíos que impiden el ingreso del agua a la ciénaga.

2. Otra reducción importante del caudal afluente a la ciénaga de Zambrano la constituyen numerosos embalses en los afluentes del arroyo Alférez, como el de caño Negro, ver subcapítulo *limnología*, ca. 1 km² (por fuera del área del mapa 2.). Estas obras carecen de estructuras de control adecuadas, posiblemente no están autorizadas por la autoridad ambiental y su operación debe ser reglamentada.

ciénaga y 200 m en la zona de bifurcación.

3. un cauce meándrico que funciona como zona de sedimentación.

4. una bifurcación antes del cruce con el carretable Zambrano–Jesús del Río, construido sobre el albardón natural del río.

5. caño de la Orilla de 3,5 km de longitud, paralelo al río.

6. boca original del caño frente a los aluviones del río.

7. cruce del caño interior con el caño del Arroyo y sitio de contacto del caño Zambrano con el Alférez.

8. bifurcación del caño interior que continúa 2 km paralelo a la carretera, hasta el caño de la ciénaga de Soledad.

9. El caño más interior llega hasta el bajo de la ciénaga Larga que tiene boca al aluvión del río.

10. El caño intermedio, bifurcado del interior, cruza la carretera en el

cruce de la Soledad para llegar al río a 6 km de la ciénaga de Zambrano.

Este era en términos generales el sistema de cauces del caño Zambrano antes de las alteraciones.

Alteraciones del caño Zambrano

11. Edificación construida sobre el caño Orillero en 1958, por el Sr. Paredes, propietario de la hacienda La Esmeralda, inició la desecación de las ciénagas.

12. Boca suplementaria entre el río y el caño Orillero, abierta por los pescadores de Zambrano en 1958, se pierden 3 km de zona de sedimentación.

13. Compuertas y tapones en todas las entradas del río a los caños. Decenio de 1960, Sr. Paredes.

14. Descargue del caño del Arroyo al río para desviar las aguas del Alférez. Decenio de 1970.

15. Orillas desbancadas por el río en el decenio de 1960, falsean el camino viejo que bordeaba el bajo inundable del caño Zambrano.

16. La carretera invade el bajo inundable, en 1992 se construye un puente de 4 m de luz que reduce el flujo del río a la ciénaga en más de un 50%.

17. Tapón de tierra, movida con bulldózer, comienzos de 1993. Frutas Tropicales.

18. Junio de 1993, segunda boca suplementaria, excavada por los pescadores como último recurso. Se pierden 4 km de zona de sedimentación y 35 años de lucha.

19. El caño Zambrano corre de Jesús del Río a la ciénaga mientras las crecientes no superen el albardón entre el río y la ciénaga. Si la creciente aumenta, el río desborda y el flujo en el caño se invierte, convirtiéndose en cauce auxiliar del río. El camellón adelantado por la empresa Frutas Tropicales tapon

los 3 cauces del caño, desconoce este riesgo y se puede volver una amenaza para la población de Zambrano.

20. Caño del Arrastradero, antiguo paso del río a la ciénaga ahora embarcadero del transbordador.

21. Caño del Rompedero, sitio de desborde del río cerca de Frutas Tropicales, invade la ciénaga.

22. La empresa Frutas Tropicales corre su cerca SE (proximal a Zambrano) desde el bajo de Trompsa de Caimán hasta el caño del Arrastradero **20.** e invade ca. 150 ha de terrenos desecados de la ciénaga de Zambrano.

Posteriormente, la creciente de noviembre–diciembre de 1993 penetra por la boca suplementaria **18.**, los pescadores limpian el tramo del caño hasta la bifurcación **2.** y la ciénaga recupera parcialmente su espejo de aguas.

Normas

Son recomendaciones y guías ambientales que el contratista y sus empleados deben estudiar detenidamente. Su objeto de éstas es tratar de encauzar los trabajos de construcción con el propósito de minimizar deterioros ambientales.

Es responsabilidad del contratista conocer las leyes, reglamentaciones y demás disposiciones gubernamentales ambientales.

Debe procurar producir el menor impacto durante la construcción, en los suelos, cursos de agua, calidad del aire, organismos y evitar los conflictos con los pobladores del área de influencia de las obras, según lo estipulado en las reglamentaciones.

Normas generales

1. Toda contravención o acciones de personas que residan o trabajen en la obra y que originen daño ambiental, deberá ser del conocimiento del jefe de supervisión ambiental.
2. El contratista será responsable de efectuar, a su costo, la acción correctiva apropiada determinada por la supervisión ambiental por contravenciones a las presentes normas.
3. El contratista se responsabilizará ante el dueño del proyecto por el pago de sanciones decretadas por entidades gubernamentales por violación de las leyes y disposiciones ambientales durante el período de construcción.
4. Los daños a terceros causados por incumplimiento de estas normas son responsabilidad del contratista, quien deberá remediarlos a su costo.
5. Se prohíbe estrictamente el porte y uso de armas de fuego en el

área de trabajo, excepto por el personal de vigilancia expresamente autorizado para ello.

6. El equipo móvil, incluyendo maquinaria pesada, deberá operarse de tal manera que cause el mínimo deterioro a los suelos, vegetación y cursos de agua, en el sitio de obra.
7. El contratista debe mantener en buen estado de funcionamiento toda su maquinaria a fin de evitar escapes de lubricantes o combustibles que puedan afectar los suelos, cursos de agua, aire y organismos.
8. El contratista debe establecer controles que permitan la verificación del buen estado de funcionamiento de su maquinaria y equipos por parte de la supervisión ambiental.

Normas para el componente aire

9. Las quemaduras deben estar limitadas a los residuos de vegetación. No se deben quemar basuras, desechos, recipientes ni contenedores de material artificial o sintético (caucho, plásticos, poliuretano, cartón, etc.).
10. Los molinos, zarandas y mezcladoras de materiales de construcción deberán estar provistos de filtros de polvo o algún sistema que permita evitar su formación.
11. Para el almacenamiento de materiales finos deben construirse cubiertas superiores y laterales para evitar que el viento disperse el polvo hacia los terrenos vecinos.

Normas para el componente agua

12. No se permite el uso, tránsito o estacionamiento de equipo móvil en los lechos de arroyos ni en sitios distintos del frente de obra, a menos que sea estrictamente necesario y

con autorización de la supervisión ambiental.

13. El aprovisionamiento de combustibles y lubricantes y el mantenimiento, incluyendo el lavado y purga de maquinaria, del equipo móvil y otros equipos, deberá realizarse en tal forma que los desechos de estas actividades no contaminen los suelos o las aguas.
14. La ubicación de los patios para aprovisionamiento de combustible y mantenimiento, incluyendo el lavado y purga de maquinaria deberá ser aislada de cursos de agua. Deberán alejarse por lo menos 100 metros de la corriente de agua y 500 metros de cualquier nacimiento.
15. Todos los campamentos deberán estar provistos de tanques sépticos y pozos de absorción u otro sistema de disposición de aguas residuales domésticas, según las condiciones del suelo.
16. En los frentes de trabajo el contratista deberá proveer letrinas o tanques y pozos sépticos para evitar que los desechos lleguen directamente a los cursos de agua.
17. El contratista debe instruir a todo su personal sobre el uso adecuado de las letrinas. Estas no deben utilizarse para disposición de basuras, desinfectantes, líquidos ni objetos extraños. Los papeles higiénicos deben arrojarlos dentro de la letrina y la tapa debe permanecer cerrada.
18. Las basuras y los residuos de tala, rocería y quema no deben llegar a los cursos de agua.
19. Los accesos provisionales de construcción deben disponer de cunetas y cárcamos en tierra o en concreto.

20. Las cunetas y cárcamos que confluyan a un curso de agua, deberán estar provistos de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos y si es del caso, se debe efectuar un tratamiento previo antes de conducirlos al curso de agua.

21. Los drenajes deben conducirse siguiendo curvas de nivel hacia canales naturales. En caso de no ser posible, se deben construir obras civiles de protección mecánica para el vertimiento de las aguas.

22. Cuando sea necesario desviar un curso natural de agua o se hayan construido pasos de agua que no se van a necesitar en el futuro, el curso abandonado o el paso de agua deberán ser restaurados a sus condiciones originales por el contratista, bajo la dirección específica de la supervisión ambiental.

23. Si se requiere cruzar arroyos con maquinaria pesada se procurará utilizar pontones, piedras grandes u otra técnica para impedir que se altere el cauce.

24. Las gravas no deben ser removidas de los lechos de los ríos, arroyos, playas o lagunas, excepto en las zonas específicamente aprobadas como fuentes de materiales por la entidad gubernamental competente y en tal caso se debe planear su explotación para causar el mínimo deterioro.

25. Al terminar la explotación de préstamos de material aluvial se deben ejecutar obras para la recuperación del área.

26. El manejo de combustibles se debe realizar de acuerdo con la reglamentación vigente, (decreto 283 de 1990) en particular en lo relacionado con retiros, diques y pozos de

contención de derrames en los sitios de almacenamiento.

27. Los pisos de los patios de almacenamiento de materiales de construcción en las zonas de préstamo y en los frentes de obra deberán tener buen drenaje que lleve las aguas primero a un sistema de retención de sólidos y luego al drenaje natural.

28. Los vehículos de transporte de concreto, mezcla asfáltica, emulsiones y aceites deben estar en buen estado para evitar derrames en lugares entre la planta y la obra.

Normas para el componente suelo

29. Los patios de almacenamiento de materiales clasificados para construcción deben tener una base de concreto y buena compactación.

30. Los aceites y lubricantes usados, los residuos de limpieza y mantenimiento y de desmantelamiento de talleres y otros residuos químicos deberán ser retenidos en recipientes herméticos y la evacuación final deberá hacerse conforme a instrucciones de la interventoría. En ningún caso podrán tener como receptor final los cursos de agua. Los recipientes para dichos residuos no deberán reaccionar con los líquidos que contienen y solo podrán enterrarse en suelos que no los degraden.

31. La disposición de los desechos de construcción, tierra o roca, que no se utilizan en otras actividades de construcción de la vía como terraplenes, sub-base, filtros, etc. se llevarán a los sitios establecidos por el diseño y se dispondrán de acuerdo con los procedimientos exigidos en las especificaciones.

32. En las operaciones de apertura y explanaciones, el contratista debe-

rá tomar medidas de control sobre los desechos de materiales con el fin de no causar derrumbes o deslizamientos en el área circundante ni contaminación a los cursos de agua.

33. En caso de derrames accidentales de concreto, asfalto, lubricantes, combustibles, etc., los residuos deben ser recolectados de inmediato y su disposición final debe hacerse de acuerdo con estas normas.

34. Para accesos y otras construcciones temporales debe realizarse una compactación mínima que permita la fácil recuperación del terreno una vez terminado el uso del acceso. Es aconsejable readecuar los accesos y patios abandonados con subsoladores para facilitar la colonización vegetal espontánea.

Normas para el sistema biótico

35. La cacería, la captura de animales silvestres, la recolección de huevos de aves silvestres, el mantenimiento de mascotas en los campamentos y sitios de obra y la pesca con todo tipo de artes están estrictamente prohibidas.

36. El uso de biocidas para control de malezas o plagas (insectos, roedores...) está totalmente prohibido.

37. El material a quemar resultante de la remoción de vegetación debe estar seco, apilado y aislado de reductos de bosque o de cultivos y localizado de tal manera que los residuos no escurran hacia los cursos de agua.

Normas para el componente recursos

38. La escogencia de la ruta de accesos temporales debe condicionarse especialmente a la conservación de vegetación arbórea presente. Es preferible aumentar la

longitud del acceso para disminuir pérdidas en bosques y cultivos.

39. Antes de iniciar una excavación el contratista debe estudiar detenidamente la operación con el fin de asegurar que la destrucción o tala de la vegetación sea la mínima necesaria para realizar el trabajo. Se señalarán los árboles que deben talarse y se estudiará de antemano la disposición de la madera sobrante: las ramas grandes y troncos podrán emplearse en las necesidades de control de erosión y protección de cauces; el material leñoso menor se apilará en un lugar adecuado para ser utilizado por la comunidad, por fuera de los sitios de obra y la biomasa sobrante se debe quemar según estas normas.

40. Las zonas de préstamo y los depósitos, deberán tener un tratamiento paisajístico final como se indica en estas normas (revegetación, movimientos de tierra correctivos, terrazas, drenajes, cunetas, etc.).

41. El contratista, al finalizar la obra, deberá desmantelar los campamentos, patios de almacenamiento, talleres y demás construcciones temporales, disponer los escombros y los materiales de desecho y restaurar el paisaje de acuerdo con estas normas.

42. El material superficial o de descapote empleado para la obra y removido de una zona de préstamo debe ser apilado por el contratista para ser utilizado en obras de restauración. Se debe evitar el transporte de inertes a las corrientes de agua.

Normas para el componente salud y comodidad

43. Los contratistas deben exigir exámenes médicos a todos los obreros y empleados antes de vincularlos

para verificar la ausencia de enfermedades infecto–contagiosas particularmente de aquellas de transmisión sexual (gonorrea, sífilis, SIDA, etc.).

44. El contratista debe verificar periódicamente la idoneidad del estado de salud de los obreros y empleados, particularmente en relación con la incidencia de enfermedades transmitidas sexualmente.

45. Debe controlarse al máximo el ruido en los talleres, plantas de triturado, etc. Las instalaciones deben ubicarse a no menos de 300 m de viviendas.

46. En general los equipos mecánicos: volquetas, tractores, motoniveladoras, excavadoras, etc. deben tener en sus tubos de escape aparatos silenciadores.

Normas para el componente calidad de vida

47. El empleo de menores de edad para cualquier tipo de labor en los frentes de obras o campamentos está estrictamente prohibido.

48. Cuando en el proceso de realizar excavaciones o movimientos de tierra se encuentren yacimientos arqueológicos, restos fósiles u otro

vestigio de interés histórico o cultural, se debe suspender de inmediato la actividad e informar al interventor ambiental quien decidirá sobre la mejor forma de realizar el rescate del yacimiento.

49. En la selección de rutas de accesos temporales debe tenerse en cuenta la posibilidad de restitución, al menos parcial, de las condiciones anteriores una vez concluida la obra.

50. Los campamentos y frentes de obra deberán estar provistos de recipientes apropiados para la disposición de basuras (canecas plásticas con tapa). Estas deben ser vaciadas

diariamente en cajas estacionarias con tapas herméticas y llevadas a un relleno sanitario con periodicidad.

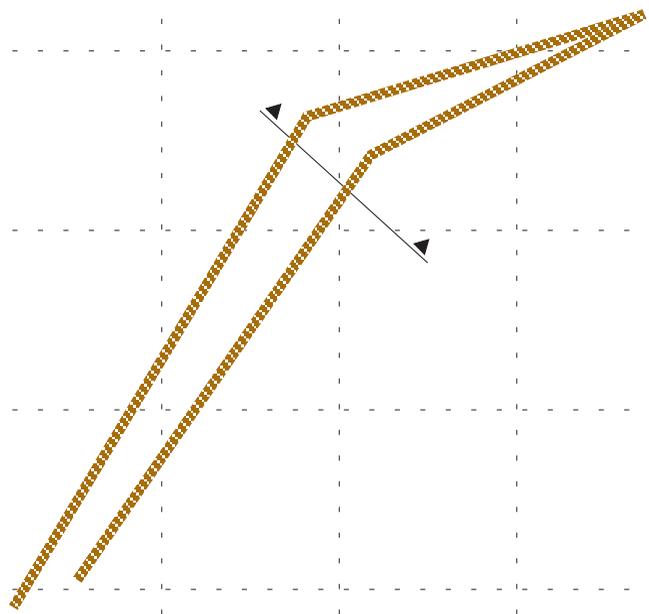
51. Todo desecho proveniente de campamentos o basuras generadas por el personal en los frentes de obra deberán ser depositadas en un relleno sanitario desarrollado para tal fin. Las dimensiones y especificaciones de este relleno dependerán del volumen generado diariamente.

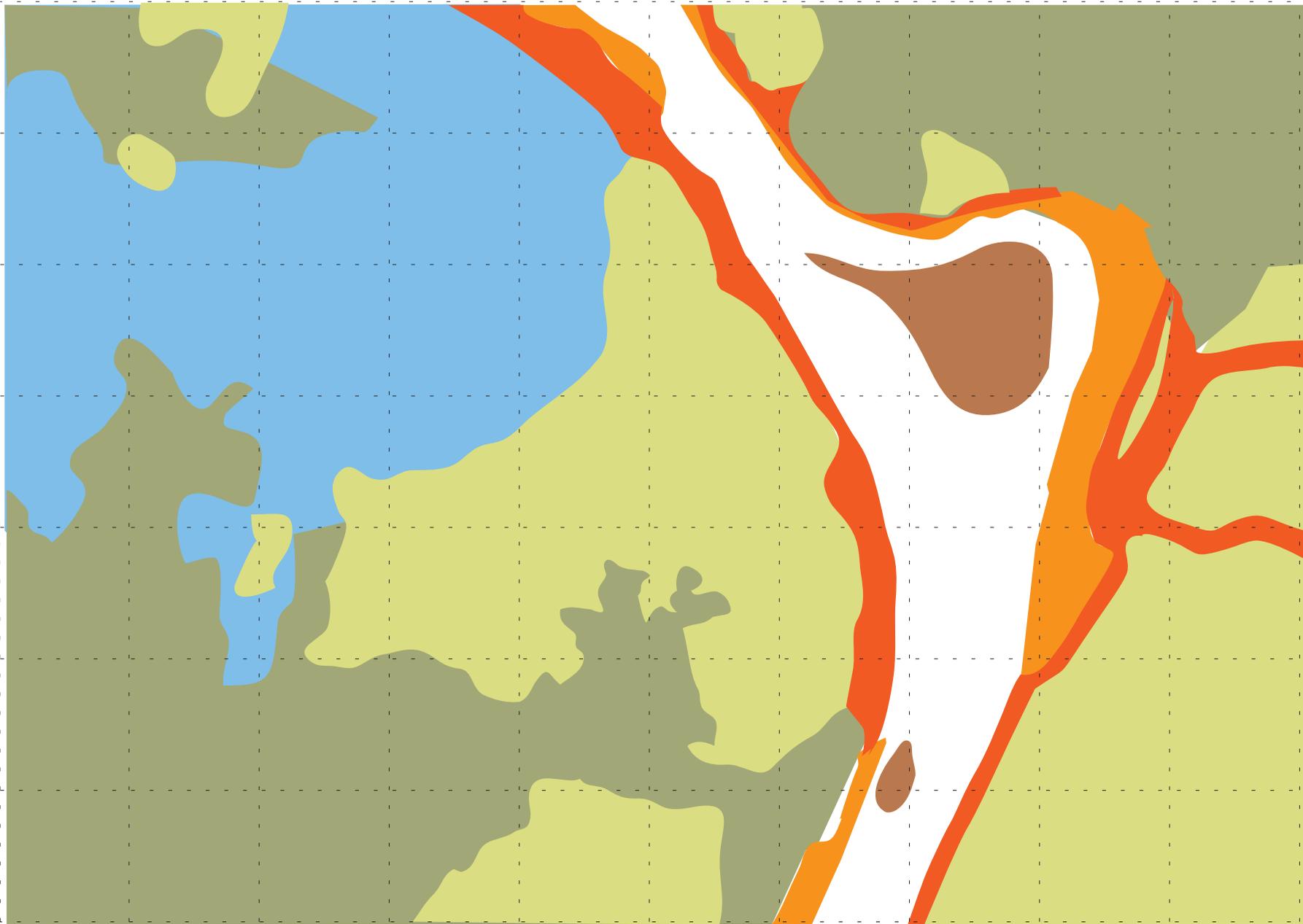
Mapa base	57
<i>Transparencias*</i>	
A. Alternativas	58
B. Geomorfología	59
C. Suelos	60
D. Muestreos limnología	61
E. Vegetación/uso del suelo 1948	62
F. Vegetación/uso del suelo 1974	63
G. Vegetación/uso del suelo 1994	64
H. Sitios de prospección de arqueología	65

anexo 3. mapas

* Los mapas A-H requieren impresión en transparencia ty yuxtaposición sobre el mapa base. La retícula de coordenadas sirve como guía







Delta fluvial

Cubetas de decantación

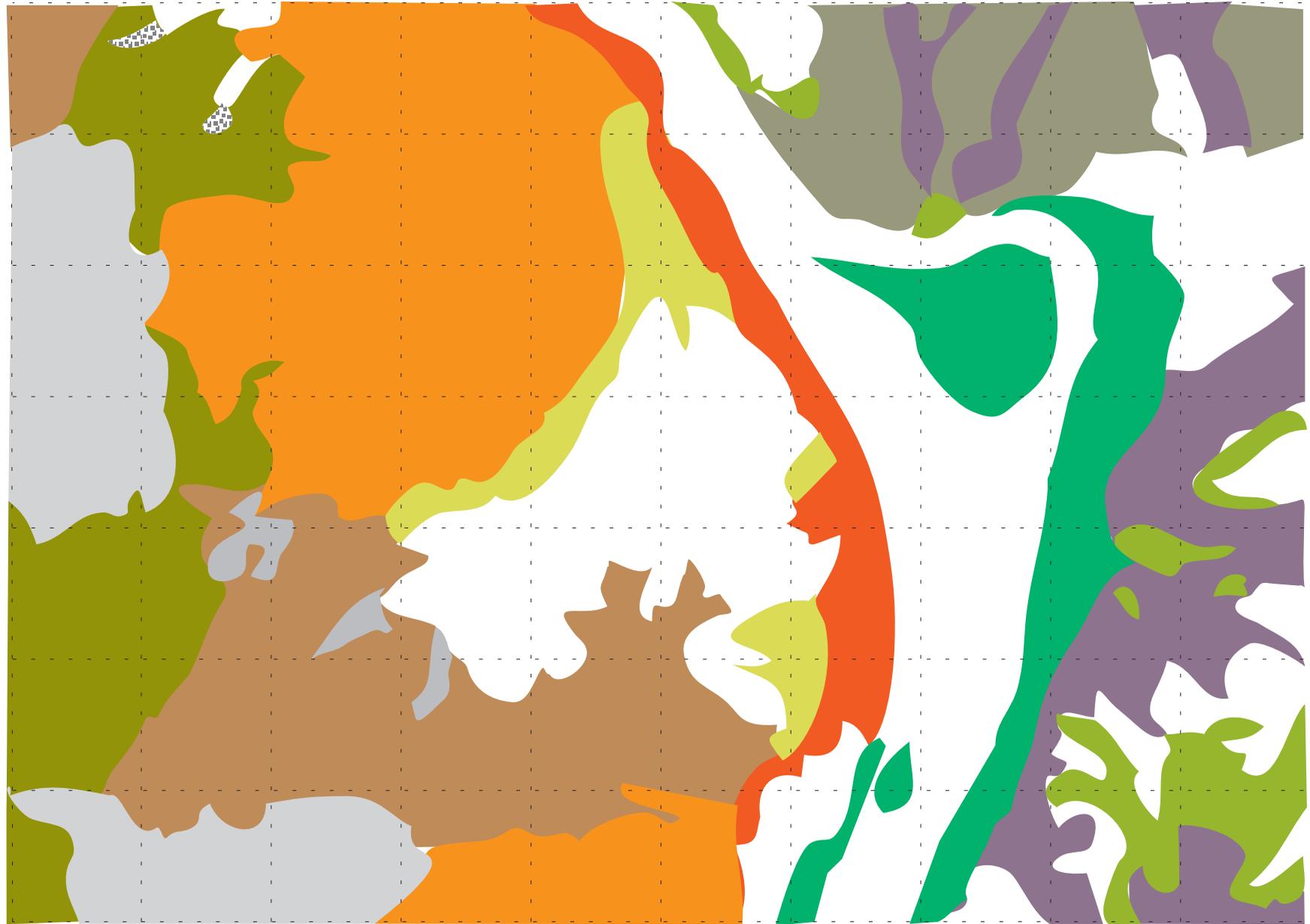
Colinas bajas

Orillares

Diques aluviales

Barros

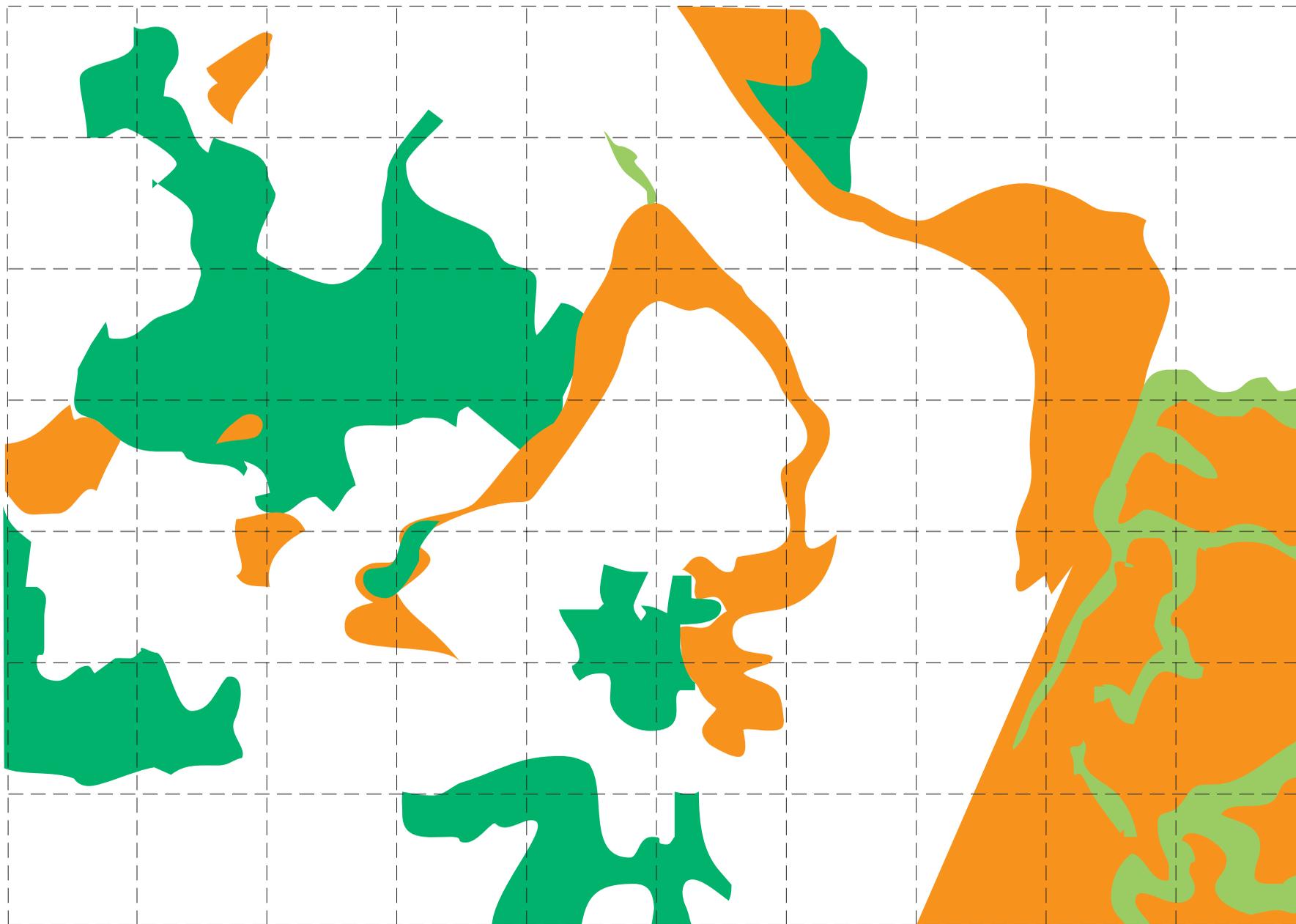
Geomorfología



- conjunto Zambrano
- conjunto La Merced
- conjunto Bongol
- conjunto El Edén
- conjunto La Caña
- conjunto La Magdalena
- Asociación Parrita
- Asociación Barbudo
- asociación Santa Sofía
- Asociación Difícil
- Asociación Malibú

C. Distribución de suelos



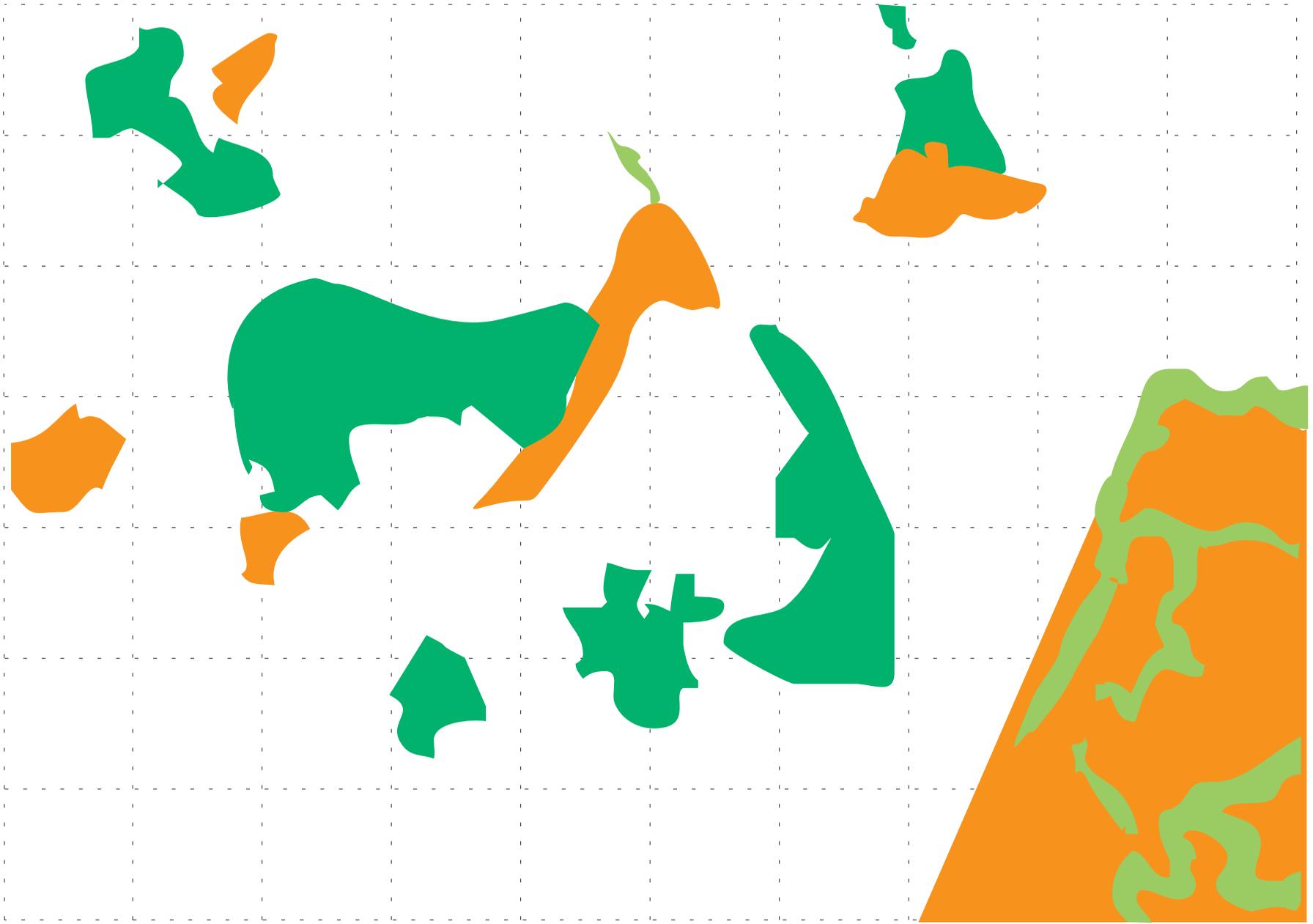


Vegetación natural de bajos

Vegetación boscosa zonal

Vegetación boscosa azonal
(bosque de galería)

Vegetación natural 1948

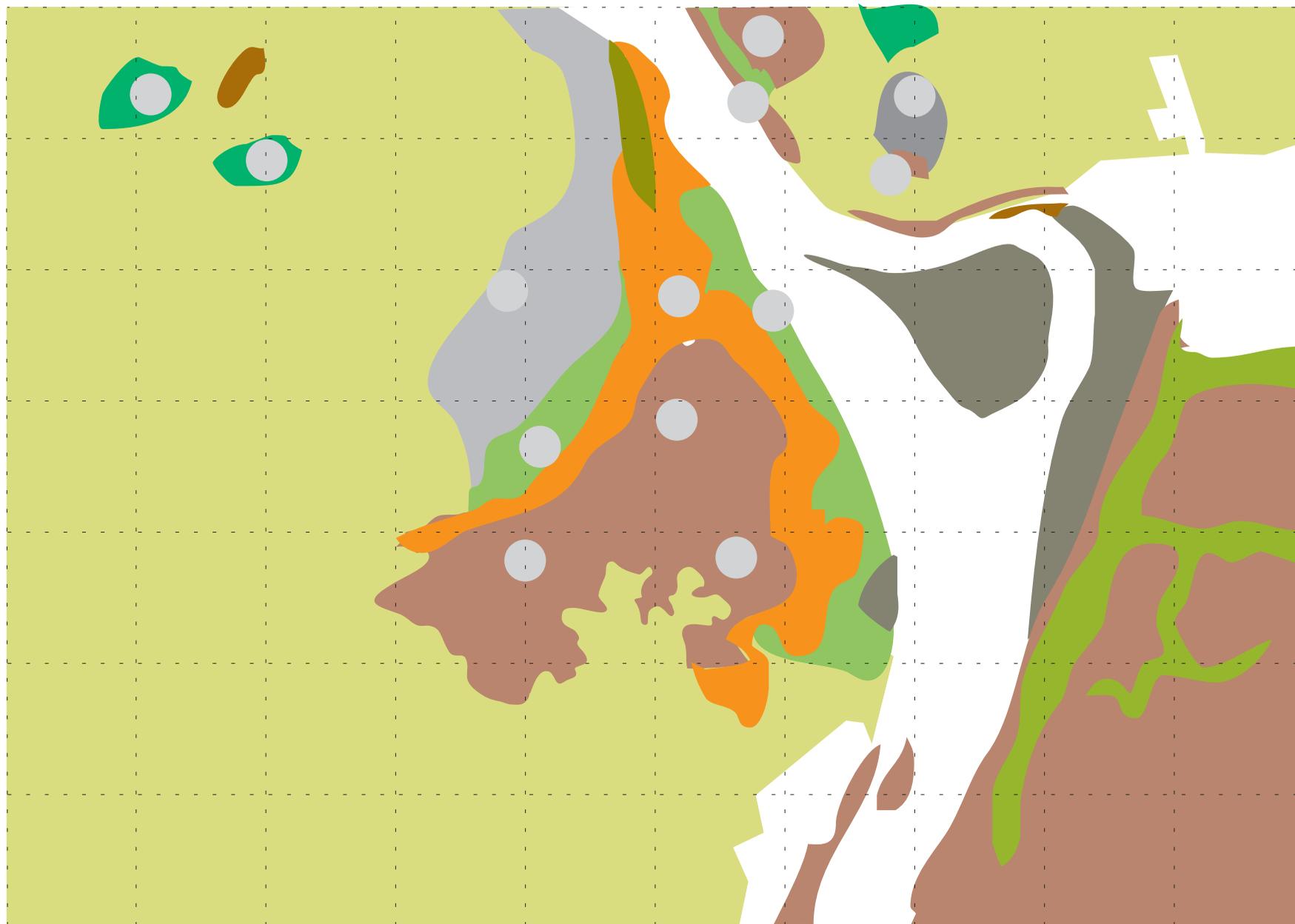


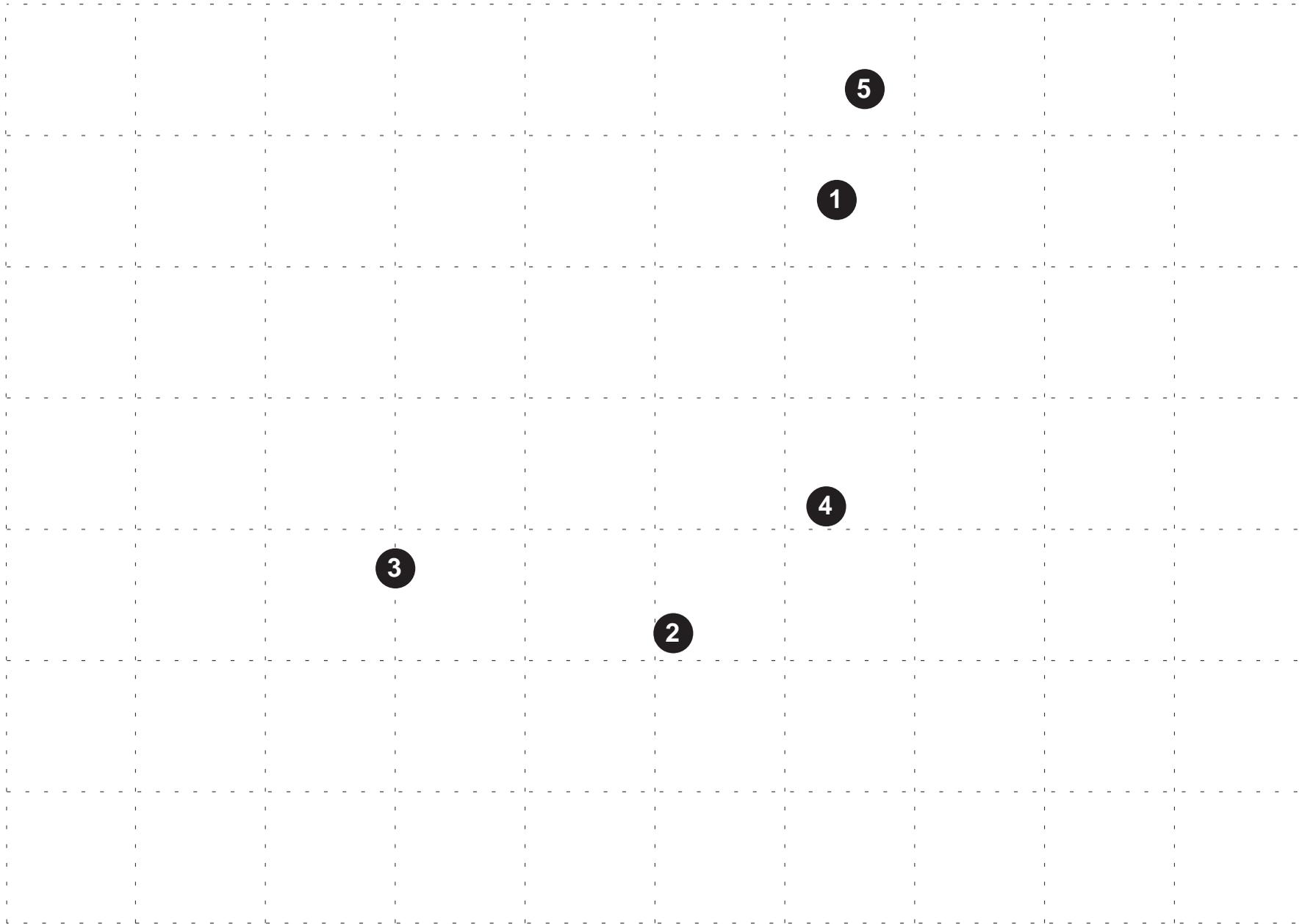
 Vegetación natural de bajos

 Vegetación boscosa zonal

 Vegetación boscosa azonal (bosque de galería)

Vegetación natural 1974





Localización de los sitios prospectados (Arqueología)