

**EL COLAPSO AMBIENTAL DEL MAYOR DELTA DE LA COSTA PACÍFICA
SURAMERICANA, RÍO PATÍA, COLOMBIA: VARIACIONES
MORFOLÓGICAS Y ALTERACIONES EN LOS ECOSISTEMAS DE
MANGLAR**

ADRIANA PARRA RUIZ

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magister
en Ciencias de la Tierra**

Asesor:

JUAN DARÍO RESTREPO ÁNGEL

**MEDELLÍN
UNIVERSIDAD EAFIT
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA
2014**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Medellín, Junio de 2014

DEDICATORIA

A mi familia: mis padres, mis hermanos y mi esposo.

AGRADECIMIENTOS

Los más sinceros agradecimientos a todas las personas que de manera amable y desinteresada brindaron su ayuda, conocimiento y tiempo para hacer posible la realización de este trabajo.

A los integrantes del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad EAFIT: su directora Beatriz Susana Acosta, Jorge Patiño, Andrea Yanza e Iván Ulises López.

Al profesor Juan Darío Restrepo por su orientación, ayuda y paciencia durante el desarrollo del trabajo.

A mis compañeros de maestría, Laura, Liliana y Esteban, por acompañarme durante este proceso.

A los docentes del departamento de Geología de la universidad EAFIT.

Al Instituto Nacional para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”, por la financiación del proyecto mediante el contrato 1216-452-21267 (Morfodinámica del delta del río Patía, Costa Pacífica Colombiana).

A la Dirección General Marítima DIMAR, a través de su Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP) y a la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) por toda la información y el apoyo logístico que brindaron para el desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

	Pag.
1 INTRODUCCIÓN.....	11
2 GENERALIDADES	12
2.1 El Delta del río Patía.....	12
2.2 Geología y geomorfología.....	15
2.3 Evolución del delta del Patía	17
2.4 Creación del brazo Patianga	20
3 OBJETIVOS	22
3.1 General	22
3.2 Específicos.....	22
4 JUSTIFICACION	22
5 MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
5.1 Cálculo de tasas de erosión y acreción litoral	25
5.2 Clasificación de coberturas vegetales.....	27
6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
6.1 Variaciones morfológicas en el delta del Patía.....	29
6.2 Análisis estadístico de cambios en la línea de costa.....	34
6.3 Comparación con otros deltas	41
6.4 Evaluación de exactitud de las tasas de cambio	41
6.5 Impacto en los ecosistemas de manglar del Parque Nacional Sanquianga	43
6.6 Implicaciones socioeconómicas	53
7 CONCLUSIONES.....	58
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Relación de datos espaciales empleados.	24
Tabla 2 Información de las imágenes satelitales empleadas para la digitalización de la línea de costa.....	25
Tabla 3 Información de las imágenes satelitales empleadas para la clasificación de coberturas.	28
Tabla 4. Valores de cambio netos promedio para los lóbulos norte y sur.....	30
Tabla 5. Tasas de cambio promedio de erosión y acreción litorales para los lóbulos norte y sur del delta del Patía (ver Anexos A y B).....	31
Tabla 6. Resumen de estadísticos para el sector Sanquianga.....	35
Tabla 7. Resumen de estadísticos para el sector Salahonda.....	37
Tabla 8. Prueba Mann-Whitney para comparar medianas de los tres periodos evaluados.	40
Tabla 9. Medidas de error estimadas para las líneas de costa del delta del Patía durante los años analizados.....	42
Tabla 10. Comparación de áreas de cobertura vegetal entre 1986-2001 en tres zonas del Parque Nacional Natural Sanquianga (PNNS), delta del río Patía.....	48

FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Ubicación del delta del río Patía en la costa Pacífica Colombiana.	13
Figura 2. Sectorización del delta en los lóbulos activo e inactivo y localización del sistema de falla Remolino – El Charco.	14
Figura 3. Geología del área de estudio. Adaptado del Atlas Geológico de Colombia (Gómez et al., 2007).	16
Figura 4. Aspectos generales de la evolución del delta del Patía desde el Pleistoceno tardío. (A) Lóbulo antiguo del delta del Patía durante el Pleistoceno tardío. (B) Migración del río Patía hacia el sur por movimientos tectónicos y desarrollo del lóbulo reciente de Salahonda. (A-B) Análisis tomado de Gómez (1986) y Moreno (2003). (C) Desarrollo del delta antes de la construcción del canal Naranjo. (D) Alteraciones en la descarga fluvial a raíz del canal Naranjo con la consecuente reactivación del lóbulo antiguo y abandono del reciente.	19
Figura 5 Cambios en la morfología del cauce del río Patía. (A) Año 1962, río Patía y río Sanquianga antes del canal Naranjo. (B) Año 1983, configuración del nuevo brazo Patianga. (C) Año 1997, abandono gradual del río Patía. (D) Año 2008, configuración actual del río Patianga.	21
Figura 6 Ejemplo de distribución de transectos en un sector de la Bocana Guandipa.	27
Figura 7. Puntos críticos de cambios de línea de costa en el delta del Patía para los sectores del lóbulo norte (A, B, C, D) durante los tres periodos evaluados: 1986-1998, 1998-2001 y 2001-2008.	32
Figura 8. Puntos críticos de cambios de línea de costa en el delta del Patía para los sectores del lóbulo sur (E, F, G, H) durante los tres periodos evaluados: 1986-1998, 1998-2001 y 2001-2008.	33
Figura 9. Cambios en la línea de costa de la isla barrera San Juan, lóbulo sur de delta del Patía, durante los periodos 1962-1986 y 1986-2008.	34
Figura 10. Cambios ambientales en el delta del río Patía y el Parque Nacional Sanquianga (PNNS). (A) Retroceso de la línea de costa en la bocana Pasacaballos. (B) Proceso erosivo en la bocana Guascama, donde se observa la turba de manglar expuesta en marea baja. (C) Cierre de canales distributarios en el PNN Sanquianga. (D) Colonización de bancos intermareales en el PNN Sanquianga.	43
Figura 11. Clasificación supervisada imágenes Landsat 1986-2001 para el área del PNN Sanquianga, Bocana Sanquianga.	49
Figura 12. Clasificación supervisada imágenes Landsat 1986-2001 para el área del PNN Sanquianga, Bocana Amarales.	50
Figura 13. Clasificación supervisada imágenes Landsat 1986-2001 para el área del PNN Sanquianga, Ápice del delta actual.	51

Figura 14. Zonas de cambio entre una cobertura y otra para los tres sectores del PNN Sanquianga evaluados entre 1986 y 2001.	52
Figura 15. Alteraciones en la cobertura vegetal en el PNN Sanquianga. (A) Sectores de manglar defoliados. (B) Gusano de la familia Saturniidae observado en los manglares del PNNS. (C) Helecho <i>Acrostichium aureum</i> en el ápice del delta. (D) Presencia de caña Brava en la parte exterior y frontal de los canales.	53
Figura 16. Actividades económicas de la región. (A) Aserradero en Bocas de Satinga. (B) Aserradero en Pasacaballos. (C) Pescadores artesanales, municipio Olaya Herrera. (D) Comercialización de pescado en Bocas de Satinga. (E) Mercado de la cabecera municipal de La Tola. (F) Deforestación de manglar para el establecimiento de cultivos, municipio de Mosquera.	55

GRÁFICAS

Gráfica 1. Esquematización de la metodología para el cálculo de las tasas de cambio de la línea de costa.	26
Gráfica 2. Esquematización de la metodología para la clasificación de coberturas.	29
Gráfica 3. Histograma de frecuencias sector Sanquianga 1986 – 1998.....	35
Gráfica 4. Histograma de frecuencias sector Sanquianga1998 - 2001.	36
Gráfica 5. Histograma de frecuencias sector Sanquianga2001 - 2008.	36
Gráfica 6. Histograma de frecuencias sector Salahonda 1986-1998.	38
Gráfica 7. Histograma de frecuencias sector Salahonda 1998-2001.	38
Gráfica 8. Histograma de frecuencias sector Salahonda 2001-2008.	39

RESUMEN

El delta del río Patía, la mayor superficie deltaica de la costa pacífica suramericana, ha experimentado grandes variaciones morfológicas en las últimas cuatro décadas debido a presiones antrópicas. El transvase del río Patía al río Sanquianga, debido a la construcción del canal Naranjo en 1973, y la posterior formación del brazo Patianga, han derivado en complejas problemáticas ambientales e impactos socioeconómicos de grandes dimensiones. La reactivación del lóbulo norte del delta y el abandono de la anterior desembocadura en el lóbulo sur, se evidencian en: (1) cambios drásticos en la línea de costa, con tasas de erosión de hasta 70 m año^{-1} ; (2) variaciones morfológicas en los distributarios activos del delta; (3) sedimentación y cierre de canales estuarinos; y (4) alteraciones en la cobertura de manglar. Los cambios sobre los ecosistemas estuarinos cobran especial importancia en el sector norte del delta, donde se ubica el Parque Nacional Natural Sanquianga, la mayor reserva de manglares del Pacífico de Suramérica. En esta área se registran grandes variaciones en la cobertura vegetal en especial en el ápice del delta, donde la vegetación de agua dulce aumentó en un 42%, mientras que la cobertura de manglar disminuyó en aproximadamente 31% para un periodo de 15 años. Las condiciones actuales del delta del Patía son un claro ejemplo de la importancia de las actividades humanas como agentes de cambio dentro de la evolución de los sistemas deltaicos, y revelan la necesidad de profundizar en el estudio de este delta para plantear estrategias de manejo y conservación adecuadas.

Palabras clave: río Patía, costa pacífica, deltas tropicales, erosión costera, manglares, Sanquianga.

1 INTRODUCCIÓN

Las intervenciones de origen humano sobre los flujos terrestres de agua y sedimentos son en la actualidad un factor relevante dentro de la evolución de los sistemas deltaicos y generan cambios significativos en cortos periodos de tiempo. La alteración de los cursos fluviales, así como las variaciones en los aportes fluviales de agua, sedimentos y nutrientes, son algunos de los cambios introducidos por las actividades humanas que tienen repercusiones sobre las zonas costeras (Vörösmarty y Sahagian, 2000; Wolanski y Spagnol, 2000; Syvitski et al., 2005). El deterioro de la dinámica natural de los deltas implica, además de graves impactos ambientales, serias problemáticas socioeconómicas ligadas al detrimento de los ecosistemas costeros y a la disminución del recurso pequero, entre otros servicios directos e indirectos de los que hace uso la población (Overeem y Syvitski, 2009).

Los efectos de las presiones antrópicas sobre la dinámica natural de los sistemas deltaicos se observan en las zonas costeras de todo el mundo. En deltas como los del Mississippi, el Ebro o el Nilo, la progresiva regulación de la descarga de los ríos mediante el establecimiento de represas se ha traducido en procesos destructivos de la línea de costa y la consecuente pérdida de terrenos altamente productivos debido al déficit de sedimentos fluviales (Coleman et al., 1998; Sánchez-Arcilla et al., 1998; Stanley y Warne, 1998). En el caso contrario, el aumento en la producción de sedimentos al interior de las cuencas debido a la deforestación, adecuación de terrenos para actividades agropecuarias, extracción minera e industrialización, se reflejan en procesos acelerados de progradación de la zona litoral y en el deterioro de los ecosistemas costeros debido al incremento de nutrientes y de la turbidez de las aguas estuarinas y costeras. Ejemplos de deltas a nivel mundial con estas características son los del río Amarillo, el Fly y el Magdalena (Yang et al., 1999; Wolanski y Spagnol, 2000; Retrepo et al., 2006).

En el delta del río Patía, costa Pacífica de Colombia (Figura 1), las principales problemáticas ambientales se derivan de la captura inducida del caudal del río Patía por el río Sanquianga mediante el canal Naranjo. La construcción de este canal artificial en el año de 1973 por la sociedad Maderas Naranjo, tenía como fin facilitar el transporte de madera desde el río Patía hasta el río Satinga. El pequeño canal de 1.5 m de ancho por 1.2 m de profundidad y 1.3 km de largo (Castillo, 1995) comenzó a ampliarse debido a las continuas crecientes del río Patía hasta alcanzar un ancho de más de 400 m en la actualidad. Los cambios hidráulicos del río Patía y la formación del nuevo brazo Patianga han originado graves problemáticas ambientales como procesos acelerados de erosión y sedimentación en la línea de costa y en los cauces, cambios en la salinidad de los distributarios del delta, y alteraciones en los ecosistemas estuarinos y de manglar.

Los impactos que el cambio de curso del río Patía ha generado sobre los ecosistemas de manglar, son de especial interés para la zona norte del delta debido a la presencia del Parque Nacional Natural Sanquianga (PNNS), la mayor reserva de manglares del Pacífico norte suramericano (Figura 2). En esta región litoral, con un área de 800 km², se encuentran aproximadamente el 20% de los manglares del Pacífico Colombiano y habitan alrededor de 8000 personas que dependen de los recursos que ofrecen estos ecosistemas (UAESPNN, 2005). Los efectos del transvase se evidencian principalmente en cambios en la

composición y distribución de las coberturas de manglar y en la colonización de especies de agua dulce debido a la disminución de la salinidad en la zona norte del delta (Restrepo y Cantera, 2011).

A los problemas descritos anteriormente se suman la falta de documentación completa y de mediciones cuantitativas de los cambios que ha presentado el sistema deltaico, y también, la carencia de información acerca de los factores físicos y sociales que interactúan en el delta. De los estudios y trabajos que se han realizado sobre este sistema (Gómez, 1986; Moreno, 2003; FUNDEPÚBLICO, 1994; IDEAM, 1996; MINAMBIENTE, 1996; IDEAM, 1997), no todos están accesibles para el público en general y los que se encuentran disponibles no documentan de manera clara la magnitud de los impactos ambientales derivados del Canal Naranjo (Defensoría del pueblo, 2009). Esto dificulta establecer el alcance real de los efectos que se presentan en la zona e impide desarrollar lineamientos y políticas de gestión adecuadas.

En este documento se presenta un diagnóstico de la situación ambiental del delta como producto del desvío del río Patía y una discusión preliminar de las repercusiones socioeconómicas. El diagnóstico incluye: (1) la estimación de los cambios morfológicos de la línea de costa del delta mediante el cálculo de las tasas de erosión y acreción para el periodo 1986 – 2008; y (2) el cálculo de los cambios en la cobertura vegetal del PNNS con énfasis en las alteraciones del ecosistema de manglar.

2 GENERALIDADES

2.1 El Delta del río Patía

Ubicado al suroccidente de Colombia, en el departamento de Nariño, el delta del río Patía (Figura 1) abarca una franja litoral de más de 120 km y se extiende en una amplia llanura aluvial con un área emergente de aproximadamente 1700 km² (Restrepo y Cantera, 2011). El río Patía tiene una longitud de 415 km y cuenta con un área de drenaje de 23700 km² (Restrepo y López, 2008b), la cual contiene más de 1000 cursos de agua que drenan la cordillera occidental de los Andes y parte de la central. En su desembocadura, el río Patía descarga un caudal de 1320 m³s⁻¹ y una carga de sedimentos de 27 Mt año⁻¹ para una producción de sedimentos de 1500 t km⁻²año⁻¹, la tasa de erosión más alta de cualquier río drenando la margen occidental de Suramérica (Restrepo y Cantera, 2011).

Al igual que en el resto de la región Pacífica Colombiana, el clima en el delta del Patía se caracteriza por altos valores de temperatura, precipitación y humedad. El promedio anual de precipitación oscila entre 3500 y 6500 mm, siendo las temporadas lluviosas entre abril-junio y septiembre-noviembre y las menos lluviosas en diciembre-marzo y julio-agosto. La temperatura promedio en la zona es de 26 °C y la humedad relativa promedio anual entre 80% y 90% (Eslava, 1993; Del Valle Arango, 1994).

El régimen mareal en el delta es de tipo semidiurno, con dos máximos y dos mínimos por día y rango mesomareal con amplitudes entre 2.6 y 3 m. El oleaje presenta condiciones

intermedias de energía, con olas dominantes del tipo swell provenientes en su mayoría del suroeste, con alturas promedio de 1.4 m y periodos de 6 segundos (Restrepo y López, 2008a). Los vientos dominantes son de dirección suroeste y noroeste con una velocidad promedio de 2.5 m s^{-1} (Cantera, 1993).

Localizado en una zona de alta actividad tectónica debido a la triple colisión de las placas Nazca, Cocos y Suramérica (Figura 1), este sistema deltaico está expuesto a la ocurrencia de movimientos tectónicos y fenómenos relacionados como tsunamis, licuación de suelos y subsidencia (INGEOMINAS e IGAC, 2008a). El último terremoto de gran magnitud registrado en el litoral pacífico colombiano, ocurrido en 1979 al suroeste de la costa de Tumaco, generó un tsunami que destruyó seis caseríos y afectó todo el frente deltaico del Patía. Tasas de subsidencia de hasta 1.6 m se registraron en el litoral del delta después del tsunami (Herd et al., 1981). Además de los eventos sísmicos, el área del delta también se encuentra afectada por varios sistemas de fallas activas que ejercen control estructural sobre el litoral y modelan su evolución. Este sistema de fallas está representado por las fallas Remolino-El Charco, con dirección NE-SW paralelo a la línea de costa (Figura 2), Timbiquí y Naya Cay, de dirección NE-SW y por fallas transversales en dirección NW-SE que afectan las anteriores (Gómez, 1986).

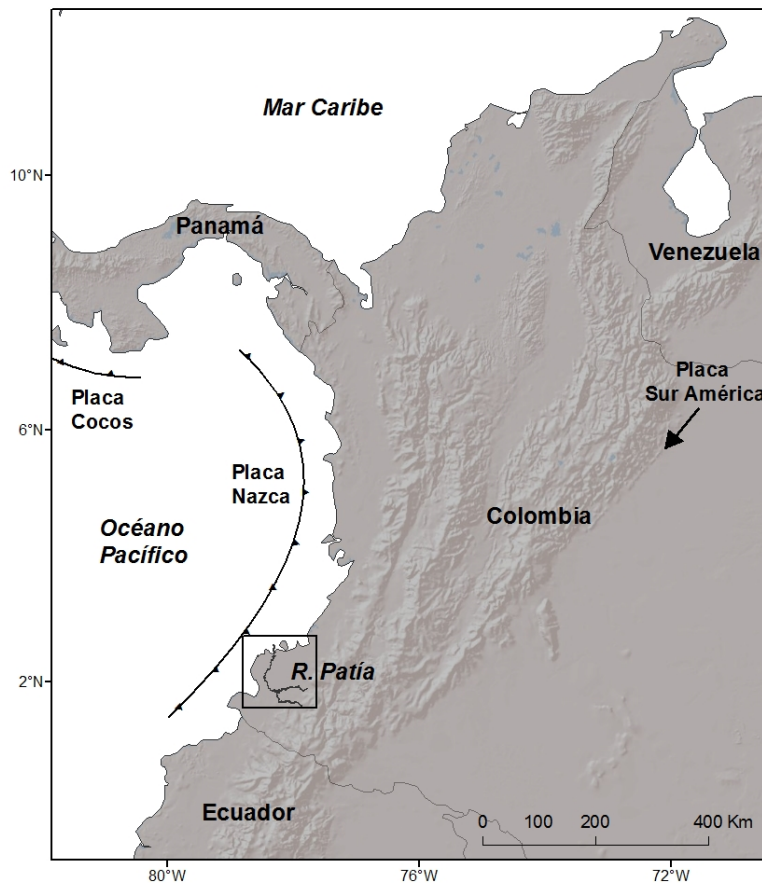


Figura 1. Ubicación del delta del río Patía en la costa Pacífica Colombiana.



Figura 2. Sectorización del delta en los lóbulos activo e inactivo y localización del sistema de falla Remolino – El Charco.

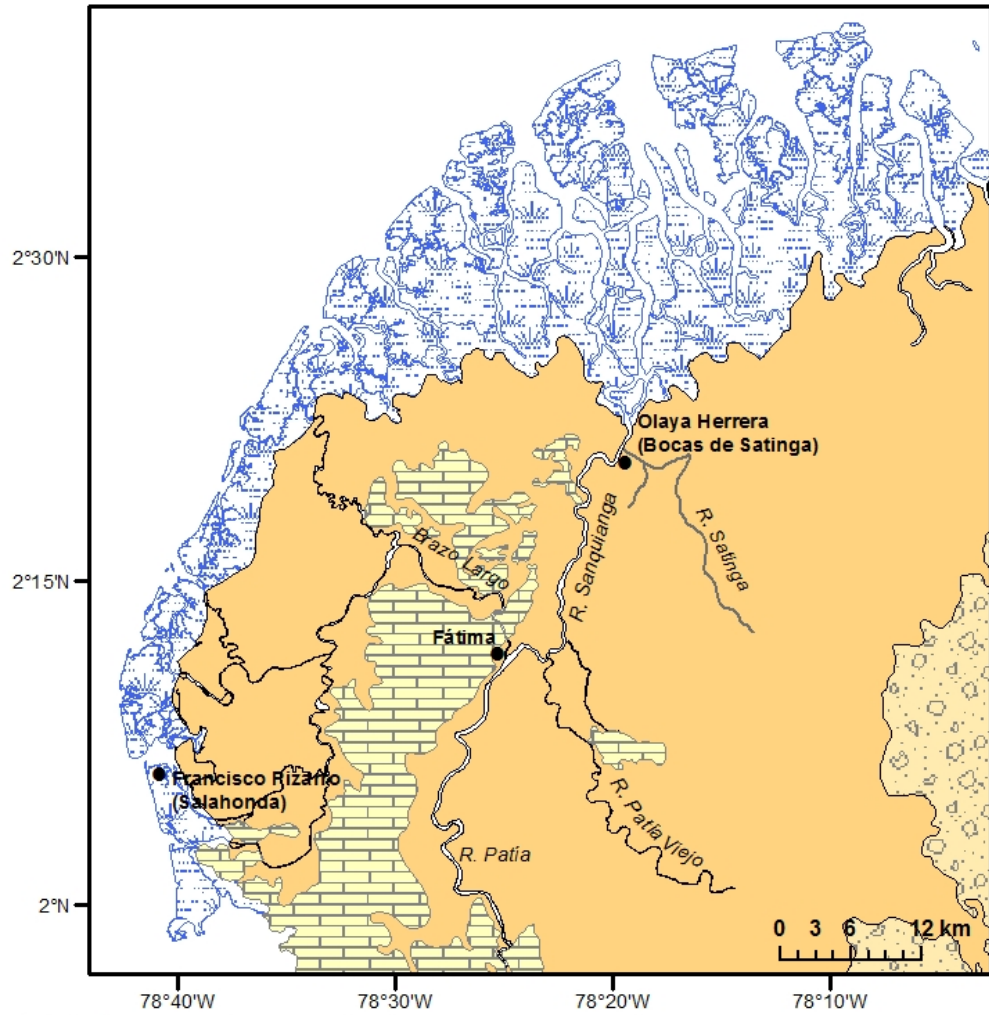
2.2 Geología y geomorfología

El área del delta del Patía hace parte de la Cuenca Tumaco, la cual se extiende desde el borde de la Cordillera Occidental hasta la línea de costa de los departamentos de Cauca y Nariño. Esta cuenca es de ante-arco y su formación ha estado relacionada a un margen activo caracterizado por la convergencia de las placas Nazca y Suramericana al occidente de Colombia (Suárez, 2007). La geología de la zona de estudio está constituida por rocas de edad Mioceno, Plioceno y Depósitos Cuaternarios (Nivia et al., 2003; INGEOMINAS-IGAC, 2008a) (Figura 3).

Las rocas más antiguas de edad Mioceno corresponden a la Formación Naya compuesta por conglomerados, arcillas y lutitas con restos vegetales (INGEOMINAS-IGAC, 2008a) asociados a depósitos de abanicos submarinos (Suárez, 1990). En contacto discordante con la Formación Naya se encuentra la Formación Guapi de edad Plioceno constituida por arcillolitas con intercalaciones de conglomerados y areniscas arcillosas (Van der Hammen, 1958) depositados en un ambiente batial medio representando olistostromas y rellenos de canales submarinos interdigitados con turbiditas en unas facies y en otras representando depósitos neríticos de plataforma externa (Suárez, 1990).

Los depósitos recientes de edad Pleistoceno corresponden a depósitos fluvio-volcánicos procedentes de la destrucción de edificios volcánicos, cuyos materiales fueron transportados a través del cauce del río Patía; y depósitos fluvio-lacustres, asociados a la dinámica fluvial del río. Se encuentran también depósitos más recientes de edad Holoceno constituidos por depósitos de playa, islas barrera, cordones litorales, deltas de marea y llanuras intermareales (INGEOMINAS e IGAC 2008a).

En la amplia llanura aluvial construida por el río Patía es posible diferenciar varias unidades geomorfológicas que se originan por procesos de origen marino, como ocurre en la franja litoral, o de carácter fluvio-marino como se presenta en las áreas bajas de tierra adentro. Limitando el delta hacia el mar se encuentran geoformas de islas barrera, playas y cordones litorales, las cuales son unidades de acumulación litoral generadas por el trabajo de las olas y corrientes costeras que remueven y depositan los sedimentos. Las islas barrera que se presentan a lo largo de toda la costa, son cuerpos de arena de baja elevación separados de tierra firme por un canal o laguna con extensas playas. Los cordones litorales son igualmente depósitos de arena bien seleccionados que se extienden a lo largo de la línea de costa y que se forman por las corrientes de deriva litoral. Hacia el interior del delta se encuentran manglares y pantanos que son geoformas producto de la acumulación de lodos, arcillas y materia orgánica (Martínez, 1993; INGEOMINAS-IGAC, 2008b).



Eón	Era	Período	Época	Edad	Ma	Leyenda Geológica	Descripción
FANEROZOICO PH	CENOZOICO CZ	NEÓGENO N CUATERNARIO Q	HOLOCENO Q2		1.75		Q2-m: depósitos de gravas y arenas acumulados en playas y de lodos ricos en materia orgánica asociados al desarrollo de manglares. Q-al: depósitos aluviales y llanuras aluviales. Q-ca: abanicos aluviales y depósitos coluviales.
			PLEISTOCENO Q1				
			PLUOCENO N2	Gelasiano n9	5.30		N2-Sm: lodolitas y arenitas líticas, localmente calcáreas con concreciones modulares; en la base conglomerados.
				Placenziano n8			

Figura 3. Geología del área de estudio. Adaptado del Atlas Geológico de Colombia (Gómez et al., 2007).

2.3 Evolución del delta del Patía

La evolución del delta del río Patía ha estado marcada por un alto dinamismo producto de diversos procesos tectónicos, marinos y fluviales. En la formación del delta se destacan dos periodos en los que se generaron gran parte de sus características geomorfológicas actuales. En el Pleistoceno tardío (Figura 4A), el río Patía drenaba hacia el norte, formando un lóbulo paralelo a la cordillera occidental y siendo sus distributarios los actuales ríos Tapaje, Satinga, Sanquianga y La Tola. De igual forma, el río Telembí y los ríos Iscuandé y Guapi construían lóbulos al sur y al norte del río Patía, respectivamente. El lóbulo formado por el río Patía en este periodo es denominado delta antiguo (Gómez, 1986) y se caracteriza por canales de marea amplios y varios remanentes de cordones litorales sucesivos que demuestran un alto nivel de progradación (Gómez, 1986; Moreno, 2003).

En el Holoceno temprano, los levantamientos finales de la cordillera Occidental reactivaron la tectónica de la zona a través de la falla de Remolino-El Charco. Los movimientos estructurales obligaron al río Patía a migrar progresivamente hacia el sur dejando en el trayecto causes abandonados y lagunas. Durante el mismo periodo, el levantamiento de la serranía de Guandipa ejerció un control estructural en el suroriente del río Telembí, obligándolo a fluir hacia el norte y a labrar su cauce a través de las rocas sedimentarias de la serranía. En el Holoceno tardío (Figura 4B), el río Patía es finalmente capturado por el río Telembí en el sector de Fátima, y ambos ríos fluyen hacia el oeste a través de la serranía y forman el lóbulo de Salahonda. Este lóbulo deltaico, denominado delta reciente (Gómez, 1986), se caracteriza por tener canales estrechos y un solo frente de cordones litorales (Gómez, 1986; Moreno, 2003).

La evolución del delta del Patía en el Holoceno tardío ha estado caracterizada por la actividad tectónica en una zona litoral inestable, con procesos co-sísmicos de subsidencia y levantamiento de la franja costera. Un análisis sobre la re-construcción del desarrollo de la cuenca del Patía al norte del delta, junto con los cambios vegetacionales, estudios basados en registros de pólen, diatomeas y características sedimentarias (Vélez et al., 2001), sugieren que: (1) el lóbulo norte del delta está influenciado por la actividad fluvial entre 3850 y 2700 años AP; (2) después del anterior periodo, el delta está más aislado de los aportes fluviales y solo algunos pulsos fluviales interrumpidos se presentan entre 2010 y 1430 años AP; (3) en esta época, los manglares se desarrollan más desde la franja litoral hacia las partes lagunares aguas arriba; (4) entre los años 1430 y 810 AP se registra un avance de la franja litoral hacia el mar, proceso debido posiblemente a un levantamiento estructural de origen tectónico; (5) entre 810 y 580 años AP, el pólen de manglar disminuye considerablemente y la costa evidencia un retroceso que sugiere eventos de subsidencia tectónica; y (6) para el periodo entre los años 580 y 300 AP, no se registran más periodos fluviales y la franja de manglar avanza de nuevo hacia el litoral, sugiriendo procesos de levantamiento tectónico; evidencia de pólen de árboles como *Cecropia* indican el inicio de actividades humanas en el delta desde hace 300 años aproximadamente. Esta evaluación del desarrollo del Patía en el Holoceno reciente muestra la alternancia de procesos constructivos y destructivos de origen tectónico en la configuración del delta, los cuales se

han visto interrumpidos y modificados por el desvío de origen antrópico del río Patía hace 39 años.

Actualmente, el delta se encuentra en un nuevo periodo de desarrollo debido a la construcción del canal Naranjo y al transvase del caudal del río Patía por su antiguo cauce, el río Sanquianga (Figura 4D). El cambio en la dirección del flujo se vio favorecido por el desnivel existente entre los dos ríos, el cual permitía, en épocas de creciente, que el río Patía se desbordara y parte de su caudal fluyera por el río Sanquianga. Esta nueva configuración del río Patía ha permitido la reactivación del delta antiguo, el cual se denomina en la actualidad lóbulo norte o activo. Este se extiende desde la bocana Amarales hasta la bocana Pasacaballos (Figura 2). Por otra parte, el delta reciente, llamado actualmente lóbulo sur o inactivo, comprende el área entre la bocana Pasacaballos y la bocana Salahonda (Figura 2). El cambio en las condiciones hidráulicas del río Patía ha generado problemáticas de tipo ambiental, económico y social con efectos opuestos en los lóbulos del delta. Los principales impactos se derivan de procesos acelerados de erosión y sedimentación en la línea de costa y en los cauces.

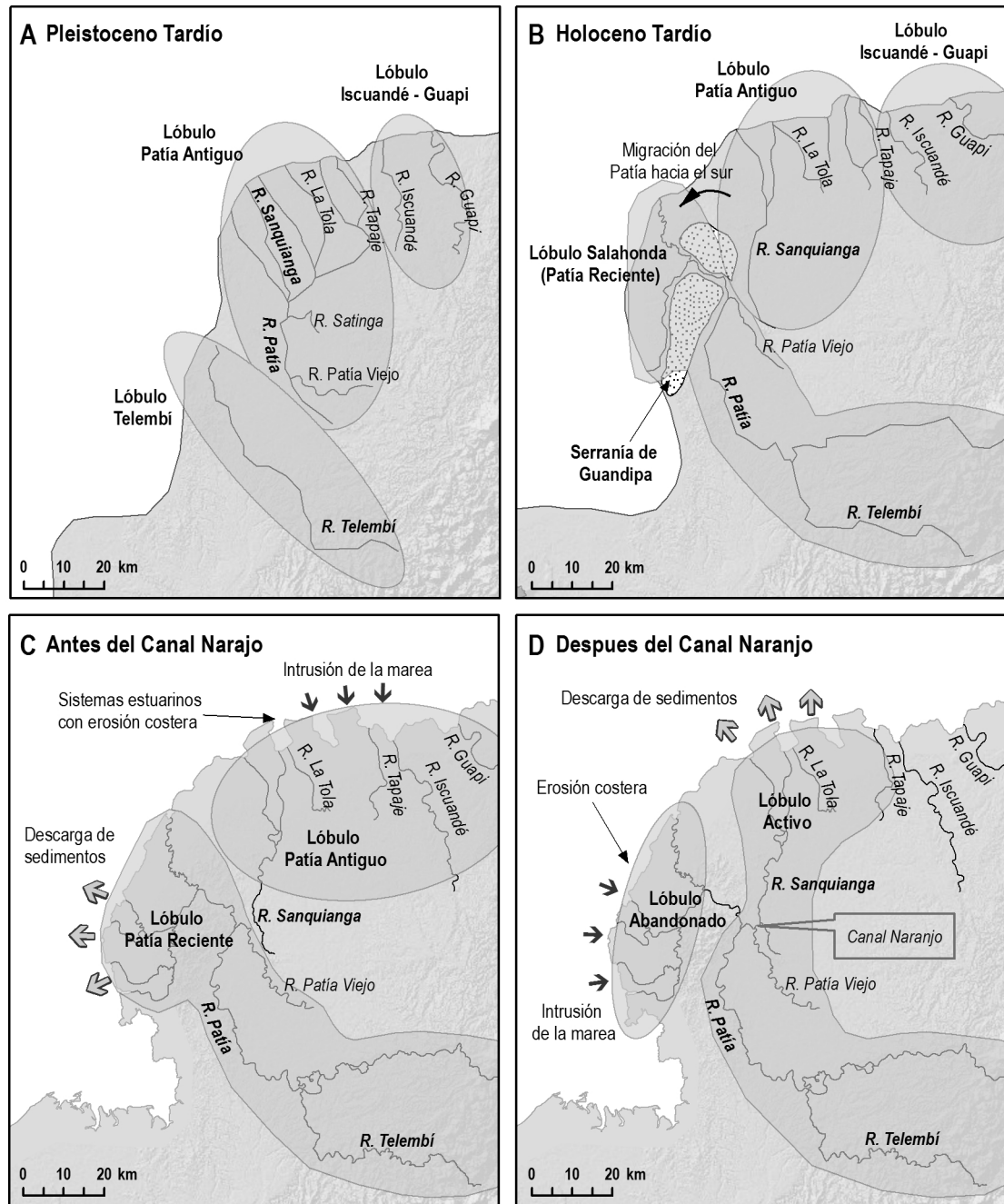


Figura 4. Aspectos generales de la evolución del delta del Patía desde el Pleistoceno tardío. (A) Lóbulo antiguo del delta del Patía durante el Pleistoceno tardío. (B) Migración del río Patía hacia el sur por movimientos tectónicos y desarrollo del lóbulo reciente de Salahonda. (A-B) Análisis tomado de Gómez (1986) y Moreno (2003). (C) Desarrollo del delta antes de la construcción del canal Naranjo. (D) Alteraciones en la descarga fluvial a raíz del canal Naranjo con la consecuente reactivación del lóbulo antiguo y abandono del reciente.

2.4 Creación del brazo Patianga

Durante los años sesenta y setenta la explotación maderera en la costa Pacífica Nariñense aumentó considerablemente. Al sur del departamento, en Tumaco y Francisco Pizarro, se producía la mayor parte de la madera de la región, mientras que los aserríos empezaron a ubicarse al norte, en la zona del río Sanquianga y el Satinga. Esto representaba un problema a la hora de transportar la madera desde el río Patía, hasta el río Satinga, recorrido que debía hacerse a través del río Patía Viejo hasta la quebrada el Bracito, y de esta a la quebrada La Turbia afluente del río Sanquianga (Castillo, 1995).

Para sortear los inconvenientes de este recorrido la sociedad Maderas Naranjo comenzó en el año de 1972 la construcción de un pequeño canal de 1.5 m de ancho, por 1.2 m de profundidad y 1.3 km de largo que permitiera comunicar al río Patía Viejo con la quebrada La Turbia, afluente del río Sanquianga. El proyecto tuvo varios tropiezos debido a los desbordamientos del río Patía Viejo y a la oposición de algunos grupos de personas afectadas y de las autoridades locales. A pesar de esto la obra siguió adelante y se concluyó a mediados de 1973. En mayo de 1974 la creciente del río Patía rompió el dique que lo separaba del canal lo que permitió el flujo directo de agua entre el río Patía y el Sanquianga. A partir de ese momento el canal comenzó a ampliarse y con el terremoto de 1979 el desnivel existente entre el río Patía y el Sanquianga aumentó, ocasionando la desviación de aproximadamente el 70% del caudal del río Patía por el canal (Castillo, 1995; Defensoría del Pueblo, 2009; Gómez, 1986; Restrepo y Kjerfve, 2000).

A partir de la construcción del canal Naranjo la morfología de los cauces del río Patía y el río Sanquianga ha sufrido grandes alteraciones con diversas repercusiones sobre el medio ambiente y la población. La configuración inicial de los ríos para el año de 1962 (Figura 5A) permite identificar fácilmente el trazado que tendría el canal Naranjo gracias a la cercanía del río Patía Viejo con la quebrada La Turbia, separados por un kilómetro aproximadamente. Para esta época el ancho del río Patía, en la zona del cañón de la serranía de Guandipa, es 5 veces mayor al del río Sanquianga, con extensiones entre 100 y 200 m mientras que el Sanquianga presenta un ancho promedio de 30 m en la zona aguas abajo de la confluencia con la quebrada la Turbia.

Para el año de 1983 ya se reconoce el nuevo brazo Patianga (Figura 5B), conformado por un tramo del río Patía Viejo, el canal Naranjo y el río Sanquianga (Gómez, 1986). En este punto la captura gradual del río Patía, acelerada por el terremoto de 1979 (Restrepo y Kjerfve, 2000), genera la ampliación del cauce del río Patianga a aproximadamente 100 metros, mientras que el río Patía aún no presenta cambios notables.

El incremento del caudal por el brazo Patianga y la consecuente erosión de sus bancas hacen que para el año de 1997 el río ya alcance un ancho de más de 200 metros, al tiempo que el ahora abandonado río Patía se angosta hasta llegar a medir entre 80 y 100 m de ancho en la zona del cañón (Figura 5C). De igual manera el área denominada “Remolino Grande” al frente de Fátima sufre grandes alteraciones al aumentar la separación entre el antiguo brazo Patía y el brazo Patianga hasta que en el año de 2008 esta zona desaparece y en su lugar se observa el nuevo cauce establecido del río Patianga (Figura 5D). Para esta

fecha el brazo Patía, casi completamente abandonado, se ha angostado hasta de cerca de 60 m en la zona de confluencia con el río Patianga y presenta problemas de navegabilidad y taponamientos debido al depósito de sedimentos (Defensoría del pueblo, 2009).

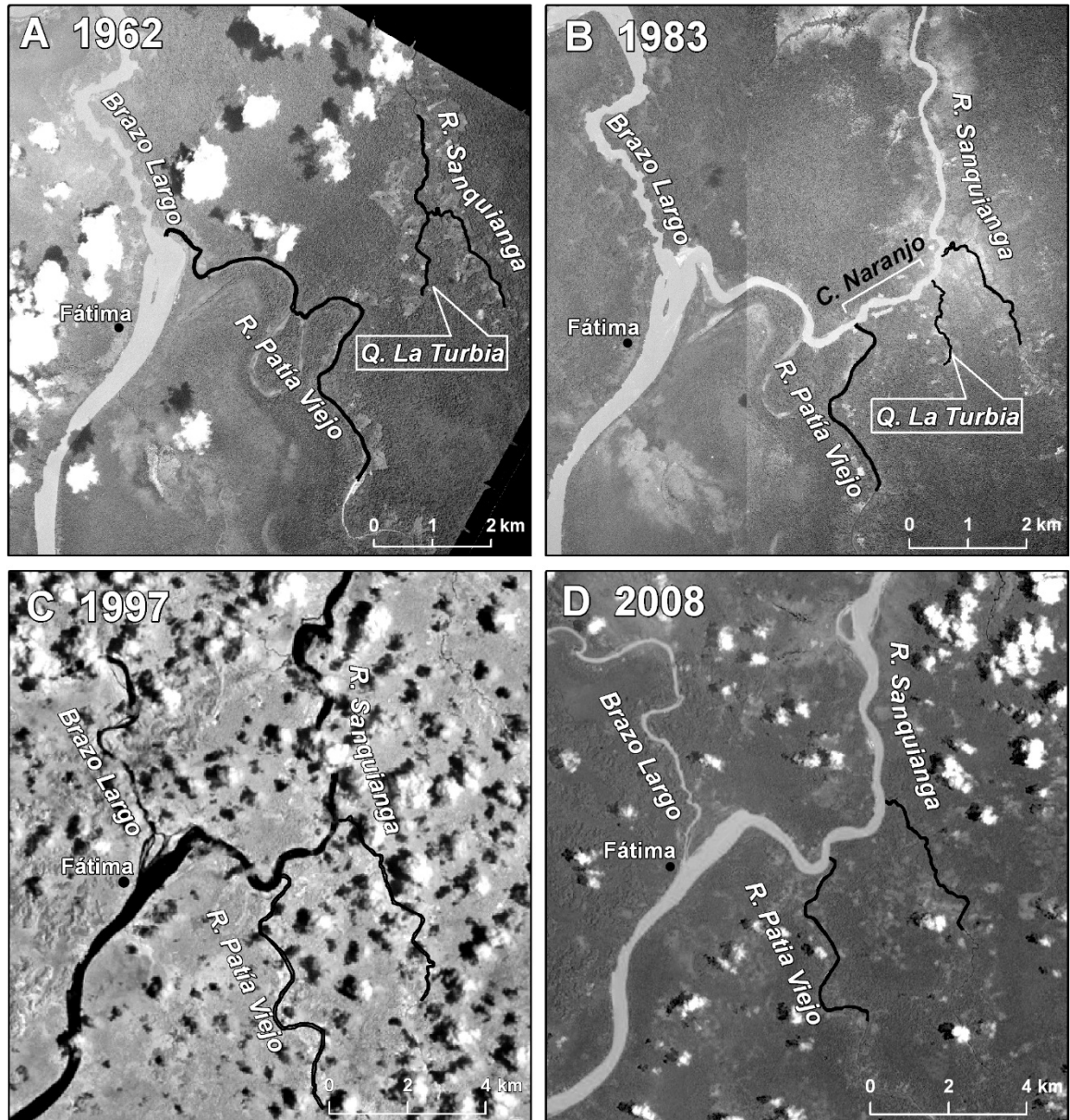


Figura 5 Cambios en la morfología del cauce del río Patía. (A) Año 1962, río Patía y río Sanquianga antes del canal Naranjo. (B) Año 1983, configuración del nuevo brazo Patianga. (C) Año 1997, abandono gradual del río Patía. (D) Año 2008, configuración actual del río Patianga.

3 OBJETIVOS

3.1 General

- Evaluar los cambios morfológicos que se han presentado en el delta del río Patía a raíz de la construcción del Canal Naranjo y establecer un análisis preliminar de los impactos ambientales en este sistema costero mediante el uso de información de sensores remotos y una plataforma SIG.

3.2 Específicos

- Establecer las tasas de progradación y erosión de la línea de costa del delta del Patía para los periodos 1986, 1997-1998, 2001 y 2007-2008.
- Evaluar las variaciones en la cobertura de manglar del Parque Nacional Natural Sanquianga para los años 1986 y 2001.

4 JUSTIFICACION

A raíz de la construcción del canal Naranjo, en el delta del Patía se viene presentando desde hace ya más de cuatro décadas una problemática ambiental compleja con efectos a largo plazo e impactos ambientales y socioeconómicos de grandes dimensiones. A pesar de esto y de la relevancia ambiental y social del delta, aún no se tiene un conocimiento integral y cuantitativo de los factores ambientales que controlan su evolución y de sus características morfodinámicas y oceanográficas.

Por otra parte, de los estudios y trabajos que se han realizado sobre el delta del Patía y el Canal Naranjo (Gómez, 1986; Moreno, 2003; FUNDEPÚBLICO, 1994; IDEAM, 1996; MINAMBIENTE, 1996; IDEAM, 1997), no todos están disponibles para el público en general y los que se encuentran disponibles no documentan de manera clara el alcance de los efectos e impactos que se presentan en la zona (Defensoría del Pueblo, 2009). No es posible por lo tanto establecer a partir de estos trabajos una línea base geofísica y ambiental para el delta del Patía que permita entender el alcance del problema y cuantificar los cambios que el sistema ha sufrido a raíz del Canal Naranjo.

Mediante el desarrollo de esta propuesta se pretende generar información que permita evaluar de manera preliminar los cambios morfológicos del delta en distintas fechas. Esta información podrá ser empleada en la conformación de una línea base de los factores físicos y sociales que interactúan en el delta, insumo que es fundamental para el desarrollo de lineamientos y políticas de gestión adecuadas para este espacio costero.

Este trabajo de investigación pretende responder las siguientes preguntas:

- ¿Cómo ha cambiado la línea de costa del delta a raíz de la construcción del Canal Naranjo?

- ¿Cuales sectores del delta están en estado de progradación, erosión o equilibrio y cuál es la magnitud de estos cambios?
- ¿Qué variaciones a nivel macro se observan en las unidades paisajísticas del Parque Nacional Natural Sanquianga debido al aumento de caudal en el brazo Patianga?

Las hipótesis en las que se basa el trabajo son las siguientes:

- Hipótesis 1: Los cambios morfológicos que se presentan en el delta del Patía desde la década de los setenta son debidos principalmente a la construcción del Canal Naranjo y la consecuente formación del brazo Patianga, y se evidencian en un estado de erosión en el lóbulo sur (Salahonda) y de progradación en el lóbulo norte (Sanquianga).
- Hipótesis 2: El trasvase del caudal del río Patía al río Sanquianga ha derivado en el incremento de sedimentos y aportes fluviales en el lóbulo norte del delta, lo que ha generado alteraciones en los ecosistemas estuarinos del Parque Nacional Natural Sanquianga.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon diversas fuentes de información para construir la base de datos del delta, la cual abarca aspectos geofísicos, ecológicos y socioeconómicos del área de estudio. Los datos espaciales y alfanuméricos recopilados se manejaron mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) para facilitar su almacenamiento, integración y posterior análisis.

La cartografía base y temática utilizada se obtuvo de distintas instituciones y comprende: mapas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi a escala 1:100000 del año 1990 para toda el área del delta y a escala 1:25000 de 1988 correspondientes a la zona norte del delta; mapas topográficos base de los servicios en línea ESRI (ArcGis Online Map Services) (ESRI, 2009); cartografía base y temática del Parque Nacional Natural Sanquianga de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales; y cartografía base y temática del Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Para la evaluación multitemporal de las variaciones morfológicas en el delta del río Patía se emplearon, junto con la cartografía, imágenes satelitales Landsat TM y ETM+ de 30 m de resolución espacial del Global Land Cover Facility de la Universidad de Maryland y del servicio geológico de los Estados Unidos de distintas fechas entre 1986 y 2001, imágenes ASTER de la colección TerraLook de 15 m de resolución para los años 2007 y 2008 del servicio geológico de los Estados Unidos y fotografías aéreas de 1962 (escala 1:60000) y 1983 (escala 1:40000) del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Adicionalmente se realizaron inspecciones en campo de levantamiento de puntos GPS para zonas de interés y de registro fotográfico de las diferentes coberturas vegetales encontradas en el PNNS y del estado de la línea de costa en algunas zonas del delta.

Tabla 1. Relación de datos espaciales empleados.

Tipo de información	Fuente	Año	Escala	Observaciones
Cartografía Base	IGAC	1990	1:100000	Planchas 339, 361, 361 B, 383, 384
	IGAC	1988	1:25000	Planchas 339 II C, 339 II D, 339 III B, 339 III D, 339 IV A, 339 IV B, 339 IV C, 339 IV D, 361 II A, 361 II B, 361 II C, 361 II D, 361 IV A, 361 IV C, 384 I B, 384 I D, 384 II A, 384 II C
	UAESPNN	2009	1:100000	Lindero PNN Sanquianga, drenajes dobles, drenajes sencillos, cuerpos de agua
	SIG-OT	2009	1:500000	Límites departamentales, límites municipales, drenaje doble, drenaje sencillo, cuerpos de agua
	ESRI	2009	90 metros	World Shaded Relief
Imágenes satelitales	USGS	1986, 1997, 1998, 2001	30 metros	Landsat TM y ETM+
	GLCF	1986, 2001	30 metros	Landsat TM y ETM+
	USGS	2007, 2008	15 metros	ASTER
Fotografías aéreas	IGAC	1962	1:60000	Vuelo M-1178-60-62 Fotos 22253 hasta 22266 Vuelo M-1178-60-62 Fotos 22186 hasta 22188 Vuelo M-1178-60-62 Fotos 22219 hasta 22213 Vuelo M-1178-60-62 Fotos 22233 hasta 22242
	IGAC	1983	1:40000	Vuelo C-2079-56-83 Fotos 0000 hasta 0007 Vuelo C-2076-53-83 Fotos 000341 hasta 000346 y fotos 000333 hasta 000336 Vuelo C-2076-59-83 Fotos 000287 hasta 000277 Vuelo C-2076-58-83 Fotos 000267 hasta 000275

Toda la cartografía IGAC disponible para el área de estudio fue transformada del sistema de coordenadas planas Bogotá (Datum Bogotá) al sistema de coordenadas geográficas World Geodetic System 1984 y posteriormente se proyectó al sistema de coordenadas planas UTM zona 18 Norte para georreferenciar las imágenes satelitales. El preprocesamiento de las imágenes satelitales incluyó: corrección geométrica, mejoramiento, evaluación de estadísticos básicos, composiciones de distintas bandas, generación de máscaras y delimitación de regiones de interés.

5.1 Cálculo de tasas de erosión y acreción litoral

Para calcular las tasas de erosión y acreción costeras se generaron mosaicos de las imágenes satelitales y se digitalizó la línea de costa. Los montajes se elaboraron teniendo en cuenta el porcentaje de nubosidad, el estado de la marea (bajamar) y las fechas de las imágenes. Los datos del nivel aproximado de marea para cada imagen satelital se establecieron a partir de los registros de la estación mareográfica Tumaco, tomados del Sea Level Center de la universidad de Hawaii y el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP). En total se obtuvieron cuatro mosaicos correspondientes a las fechas de 1986, 1997-1998, 2001 y 2007-2008 (Tabla 2). Las imágenes empleadas para la digitalización de la línea de costa se georreferenciaron mediante la cartografía IGAC 1:100000 la cual cubre la totalidad del área de estudio. El registro de las imágenes Landsat se hizo mediante la rectificación imagen a mapa de las escenas del 10 de mayo de 1986 por ser las que mejor coincidían con la cartografía 1:100000. A partir de estas imágenes se registraron de imagen a imagen las demás fechas procurando siempre que el error de la raíz cuadrada media (RMS) no sobrepasara medio píxel (15 m). Por otra parte, las imágenes ASTER se ajustaron adecuadamente a la cartografía y por lo tanto no se georreferenciaron para evitar distorsiones.

Tabla 2 Información de las imágenes satelitales empleadas para la digitalización de la línea de costa.

ID imagen	Tipo de imagen	Zona del delta	Fecha	Hora (GTM 0)	Porcentaje nubosidad
LT50100581986130XXX03	Landsat TM	Norte	10 May 1986	14:50:05	70%
LT50100591986130XXX03		Sur	10 May 1986	14:50:28	40%
LT50100581997272XXX02		Norte	29 Sept 1997	14:58:06	10%
LT50100581998163XXX01		Norte	12 Jun 1998	15:03:08	40%
LT50100591998163XXX01		Sur	12 Jun 1998	15:03:32	80%
LE70100582001099EDC00	Landsat ETM+	Norte	9 Abr 2001	15:15:21	23%
LE70100592001099EDC00		Sur	9 Abr 2001	15:15:45	41%
TL_ASTER_date2007-07-22_lat2.54_lon-78.55	ASTER Terralook	Norte	22 Jul 2007	15:49:26	45%
TL_ASTER_date2007-07-22_lat2.01_lon-78.67		Sur	22 Jul 2007	15:49:35	31%
TL_ASTER_date2008-03-11_lat2.75_lon-78.46		Norte	11 Mar 2008	15:42:51	33%
TL_ASTER_date2008-03-11_lat2.22_lon-78.57		Sur	11 Mar 2008	15:42:59	7%

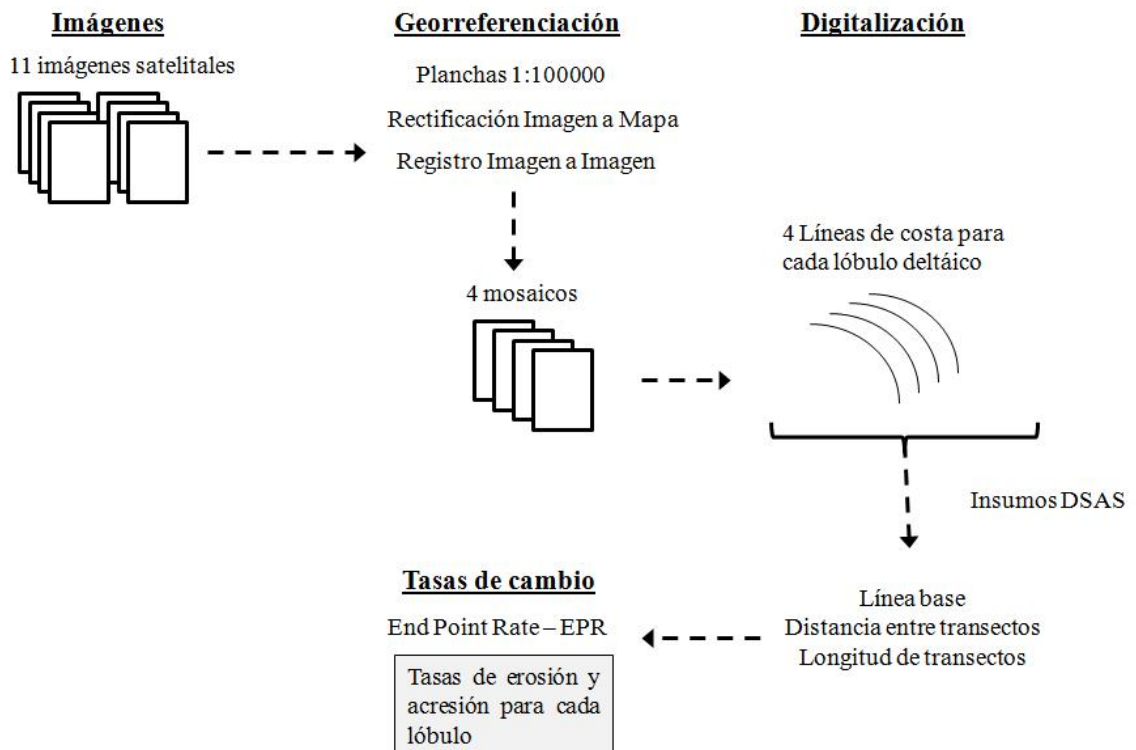
Para delimitar la línea de costa se empleó como indicador de la posición real del borde costero la línea de vegetación, ya que este indicador biológico se ve menos afectado por las variaciones a corto plazo ocasionadas por las condiciones de marea y del nivel relativo del mar de la costa Pacífica (Morton y Speed, 1998). A pesar de que pueden existir desigualdades entre la posición del borde de vegetación y la línea de costa, debido a que la vegetación responde a diversas condiciones ambientales (Morton y Speed, 1998), este indicador es práctico, teniendo en cuenta la información disponible para el área de estudio,

así como las restricciones en el trabajo de campo, ya que el borde de vegetación se registra consistentemente a lo largo del delta y es posible identificarlo a partir de las imágenes satelitales (Pajak y Leatherman, 2002).

Con el fin de facilitar la identificación de la línea de vegetación y disminuir los errores durante la digitalización se calculó el índice de vegetación de diferencia normalizada (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) para los mosaicos de imágenes Landsat TM y ETM+ y se emplearon diversas composiciones en falso color (RGB), de acuerdo con las características de la porción de terreno que se estuviera evaluando en cada escena (composiciones 321, 432, 453, 742, entre otras). Las imágenes Aster del 2007 y 2008 son distribuidas por el USGS en formato JPG y solo cuentan con las bandas 1, 2 y 3 por lo cual se debió hacer la identificación de la línea de vegetación sólo con la composición en color verdadero (RGB) 321.

Para evaluar el cambio en la línea de costa se empleó el programa Digital Shoreline Analysis System (DSAS) (Thieler et al., 2009), el cual calcula las tasas de erosión y acreción (End Point Rate – EPR) al medir la distancia, en sentido perpendicular, entre líneas de distintas fechas y luego dividirla entre los años transcurridos. En este estudio las líneas base se trazaron siguiendo la forma de la línea de costa tierra adentro y la distancia entre transectos se estableció en 100 m (Figura 6). La extensión de los transectos se definió de manera específica para cada una de las bocanás del delta, garantizando así que se abarcaran los cambios más extremos en la línea de costa.

Gráfica 1. Esquematación de la metodología para el cálculo de las tasas de cambio de la línea de costa.



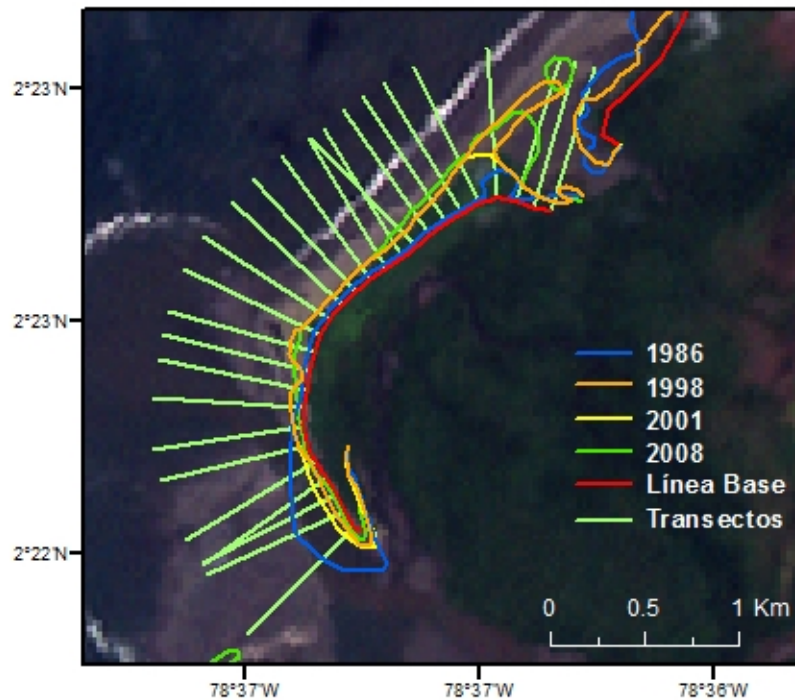


Figura 6 Ejemplo de distribución de transectos en un sector de la Bocana Guandipa.

La evaluación de exactitud de los resultados se hizo teniendo en cuenta dos fuentes principales de error que generan incertidumbre en la posición real de las líneas de costa: la georreferenciación de las imágenes y la digitalización de la línea de vegetación. El error de georreferenciación (E_g) se deriva del error de la raíz cuadrada media (RMS) obtenido durante la corrección geométrica de las imágenes, mientras que el error de digitalización (E_d) se estimó a partir de valores de otros estudios referenciados por Moore (2000). Siguiendo la metodología descrita por Hapke et al. (2006), el error total en la posición de las líneas de costa (E_{lc}) se calculó mediante la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los errores (Ecuación 1).

$$E_{lc} = \sqrt{E_g^2 + E_d^2} \quad \text{Eq. (1)}$$

5.2 Clasificación de coberturas vegetales

El análisis de cambio de la cobertura vegetal del PNNS se realizó a partir de las imágenes satelitales del 10 de mayo y el 23 de marzo de 1986 y del 9 de abril de 2001. Para el año de 1986 se emplearon dos imágenes debido a que no se encontró una sola con toda el área del parque despejada. Las imágenes satelitales fueron recortadas teniendo en cuenta el lindero

del PNN Sanquianga y posteriormente se georrefenciaron usando la cartografía IGAC 1:25000. Este proceso se realizó mediante la rectificación imagen a mapa de la escena del 10 de mayo de 1986 por ser de una fecha cercana a la cartografía y por tener mayor número de puntos de control. A partir de esta imagen se registraron de imagen a imagen las demás fechas disponibles para la zona del parque, procurando siempre que el error de la raíz cuadrada media (RMS) no sobrepasara medio píxel (15 m).

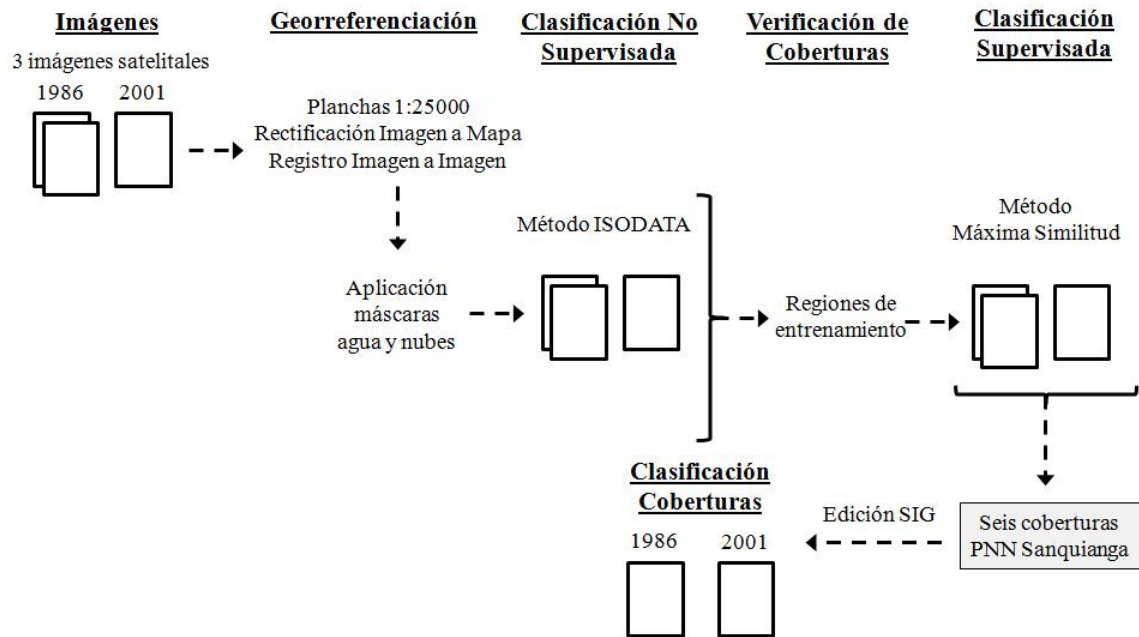
Tabla 3 Información de las imágenes satelitales empleadas para la clasificación de coberturas.

ID imagen	Tipo de imagen	Fecha	Hora (GTM 0)	Porcentaje nubosidad
LT50100581986130XXX03	Landsat TM	10 May 86	14:50:05	70%
LT50100581986082XXX03		23 Mar 86	14:51:12	30%
LE70100582001099EDC00	Landsat ETM+	09 Abr 01	15:15:21	23%

El método usado para el análisis de cambio de las coberturas fue el de comparación post-clasificación, mediante el cual se evalúan los cambios en las coberturas luego de que cada una de las imágenes ha sido clasificada de manera independiente. De esta manera es posible trabajar con datos de dos sensores diferentes (Landsat TM y ETM+) y no es necesario realizar la normalización radiométrica de las imágenes (Armenakis et al., 2003; Jensen, 2005). El esquema de clasificación empleado fue el Corine Land Cover (CLC) adaptado para Colombia, para la producción de cartografía escala 1:100000 de cobertura y uso del suelo (IDEAM, 2010).

El proceso de clasificación fue el mismo para las tres imágenes y los datos de entrada fueron las bandas espectrales a excepción de las térmicas y la pancromática. Inicialmente se realizó una clasificación no supervisada empleando el método ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique). Con el fin de facilitar el proceso de agrupación del algoritmo, se aplicaron a cada una de las imágenes máscaras para el agua y las nubes las cuales se establecieron a partir de la banda 5 (rango de datos de 0 a 18 ND) y la banda 2 (rango de datos de 0 a 60 ND) respectivamente. El resultado fue la clasificación de seis tipos de coberturas que se identificaron empleando fotografías aéreas de 1983 para las escenas de 1986 y con verificación en campo para la imagen de 2001. Para las seis coberturas establecidas se delimitaron áreas de entrenamiento a partir de las cuales se realizó una clasificación supervisada empleando la metodología de máxima similitud. Con el fin de evaluar cualitativamente la exactitud de los resultados, estos fueron nuevamente confrontados con fotografías aéreas y revisión en campo. A partir de esta revisión fue posible establecer de manera general la correspondencia entre las coberturas establecidas a partir de la clasificación y su distribución real.

Gráfica 2. Esquematación de la metodología para la clasificación de coberturas.



6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Variaciones morfológicas en el delta del Patía

Para el litoral Pacífico, los principales factores que generan variaciones en la línea de costa son los niveles de energía mareal y del oleaje, la subsidencia cosísmica de los suelos deltaicos, los aumentos temporales del nivel del mar ocasionados por los eventos El Niño y la Oscilación del Sur (ENOS) y las alteraciones antrópicas de la descarga de sedimentos en la zona costera (González et al., 2002; Restrepo, 2008). En el delta del Patía, la desviación de los sedimentos ocasionada por el canal Naranjo se ha convertido en uno de los principales agentes de cambio en la evolución de la línea de costa. Al incrementarse el aporte de sedimentos en el lóbulo norte, la respuesta esperada es la acreción de la línea de costa, mientras que en el caso contrario, lóbulo sur, se espera retroceso de la línea frontal del delta por la disminución de los sedimentos fluviales.

El análisis de las variaciones en la línea de costa se centró en dos puntos principales: en primer lugar se evaluaron las distancias y tasas de cambio netas para el total de años analizados (23 años) y en segundo lugar se examinaron los principales cambios morfológicos en los sectores norte y sur para los tres periodos de análisis 1986-1998, 1998-2001 y 2001-2008.

Al evaluar los valores netos de distancia y tasas de cambio para los dos lóbulos deltáicos, es posible establecer la tendencia general de variación de la línea de costa y evitar sesgos en la interpretación de los datos ocasionados por variaciones de corto plazo en la línea de costa

que se reflejan en periodos de análisis más cortos. Los valores netos se obtuvieron a partir de las líneas de costa digitalizadas para los años 1986 y 2008 y se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores de cambio netos promedio para los lóbulos norte y sur.

	Distancia neta promedio (m)	Tasa neta promedio (m año ⁻¹)
Lóbulo Norte	-58.23	-2.53
Lóbulo Sur	-44.64	-1.94

Los resultados de este análisis preliminar indican claramente que toda la línea de costa del delta del Patía se encuentra en un proceso erosivo, siendo un poco más acentuada esta tendencia en el lóbulo norte, que es donde precisamente se esperaba un resultado contrario. A partir de estos datos de cambio neto, es posible establecer que hasta el año 2008, es decir aproximadamente 36 años después de formado el canal Naranjo, no se observa evidencia en el sector norte de la línea de costa del efecto del transvase del río Patía al Sanquianga. En el caso del sector sur, a pesar de que los valores de cambio son negativos, el resultado esperado eran procesos erosivos de un mayor orden, en comparación con el lóbulo norte.

Es importante recalcar que debido a que el indicador que se empleó para trazar la línea de costa fue el borde de la vegetación, distintos procesos que evidencian la acumulación de sedimentos en el sector norte, como el crecimiento de espigas y barras de lodo intermareal que indican ambientes depositacionales, no quedaron registrados dentro de los valores de cambio. Estos procesos de acumulación de sedimentos al frente de las bocanas del sector norte fueron registrados en campo, en las imágenes satelitales para el año 2008 y así mismo señalados por los habitantes de la zona, y son evidencias claras de las afectaciones ocasionadas por el canal Naranjo. El hecho de que no se presente un cambio en la tendencia del borde de la vegetación podría indicar que aun no hay suficiente estabilidad del terreno, o que los procesos de acreción se están presentando a nivel del delta subacuoso, o que existen otros factores que están afectando la redistribución de los sedimentos. En cualquier caso, es necesario realizar estudios adicionales que permitan establecer las causas de este comportamiento de la línea de costa.

El análisis de las variaciones en la línea de costa por cada periodo de estudio se basó en los promedios de las tasas de cambio y distancias y en el porcentaje de transectos en erosión, acreción o equilibrio (Tabla 5). Mediante este análisis es posible identificar, a grandes rasgos, variaciones de corto plazo en el comportamiento de los lóbulos deltaicos.

Tabla 5. Tasas de cambio promedio de erosión y acreción litorales para los lóbulos norte y sur del delta del Patía (ver Anexos A y B).

	1986-1998	1998-2001	2001-2008
<i>Lóbulo Norte</i>			
Distancia de cambio promedio (m)	-57.59	-7.17	+13.39
Tasa de cambio promedio (m/año)	-4.76	-3.02	+1.78
%Transectos erosión	66.94%	30.90%	22.43%
%Transectos acreción	26.91%	10.47%	43.52%
%Transectos equilibrio	6.15%	58.64%	34.05%
# Total de transectos	602	602	602
<i>Lóbulo Sur</i>			
Distancia de cambio promedio (m)	-26.75	+13.59	-16.18
Tasa de cambio promedio (m/año)	-2.21	+4.81	-2.31
%Transectos erosión	60.15%	10.83%	52.22%
%Transectos acreción	35.20%	26.31%	6.38%
%Transectos equilibrio	4.64%	62.86%	41.39%
# Total de transectos	517	517	517

En la zona norte se observa que para el periodo 1986-1998, la distancia y la tasa de cambio son negativas con la mayoría de los transectos presentando erosión. Esto corresponde con el proceso de retroceso documentado por Martínez et al. (1995), quienes registran un aporte insuficiente de arenas para este sector del delta. Para el periodo de 1998-2001, la tasa de retroceso de la línea de costa disminuye y se registran un mayor número de transectos en equilibrio, lo que indica una etapa de mayor estabilidad de la línea de vegetación. Por último, entre 2001 y 2008, la línea de costa norte presenta una distancia y tasa de cambio positivas con la mayoría de los transectos registrando valores positivos, lo que puede interpretarse como una acentuación de la tendencia de acreción en este último periodo analizado.

El lóbulo sur presenta, entre 1986-1998, tasas de cambio negativas con la mayoría de los transectos en erosión. Este resultado concuerda con lo descrito por Martínez et al. (1995), quienes evidenciaron procesos erosivos para la zona sur pero también formación activa de dunas debido al aporte de sedimentos litorales. Para el periodo de 1998-2001 se registran distancias y tasas positivas con la mayoría de los transectos en equilibrio. Esta aparente progradación no es el resultado del avance de la línea de costa sino que se debe al alargamiento de las islas barreras y al proceso de cierre de las bocanas debido a la disminución del caudal por el brazo Patía. Para el periodo 2001 - 2008 se evidencia el retroceso de la línea de costa con la mayoría de los transectos en estado de erosión y un mayor cierre de las bocanas con formación de bajos intermareales al frente de los canales de ingreso (Figura 9).

Los sectores de la línea de costa que evidenciaron los cambios más significativos se presentan en las figuras 7 y 8, donde se observan las tendencias descritas anteriormente para cada lóbulo. En la zona norte el retroceso de la costa alcanzó tasas máximas de hasta 40 m año^{-1} (Figura 7C), las cuales concuerdan con las observaciones realizadas en campo de turbas de manglar expuestas, restos de troncos y raíces de manglares en la zona intermareal y tramos desprovistos de cobertura por remoción de la vegetación (Figura 10).

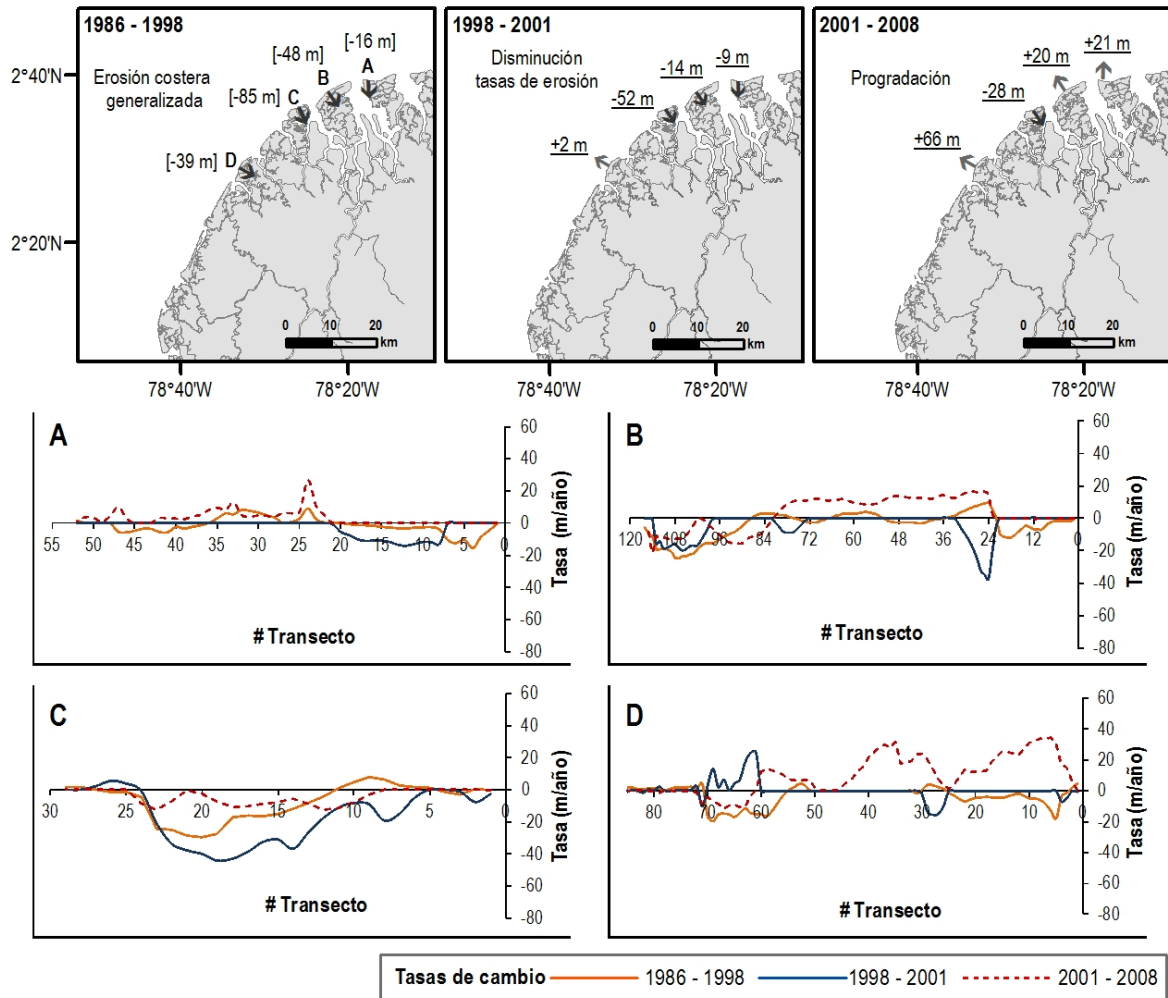


Figura 7. Puntos críticos de cambios de línea de costa en el delta del Patía para los sectores del lóbulo norte (A, B, C, D) durante los tres periodos evaluados: 1986-1998, 1998-2001 y 2001-2008.

En el lóbulo sur, como se mencionó anteriormente, se presenta retroceso del frente litoral y procesos de acreción cerca de las bocanas debido al cierre de los canales de acceso por disminución del caudal del brazo Patía. Las tasas máximas de retroceso en esta zona alcanzan los 70 m año^{-1} (Figura 8G), siendo el evento más destacado el rompimiento de la isla barrera de San Juan. Esta isla barrera se vio afectada por los terremotos y posteriores tsunamis de 1906 y 1979, lo que obligó a la población a reubicarse al interior del estero

detrás de la barra de arena en donde se encontraba el caserío inicialmente. La ruptura definitiva de la isla se dio durante el evento de El Niño de 1997 – 1998 (Montagut, 1998), luego de lo cual, parte de la población se desplazó hacia otros caseríos. Las tasas de erosión en el sitio de la ruptura alcanzaron los 78 m año^{-1} en el periodo 2001-2008 y el canal de apertura alcanzó más de 2 km (Figura 9). Durante el mismo periodo, al norte de la isla barrera, se aprecia con claridad el cierre de la bocana Guandipa debido a la formación y posterior vegetalización de barras de arena al frente de los canales de ingreso. Este mismo proceso se presenta en las demás bocanas del sector sur del delta, con colmatación de los canales y avance de la cuña salina. El proceso de abandono del lóbulo sur ha derivado en pérdida de terrenos de playa, cultivos y ecosistemas de manglar debido al retroceso de la línea de costa y a la salinización de los cursos de agua (Defensoría del pueblo, 2009).

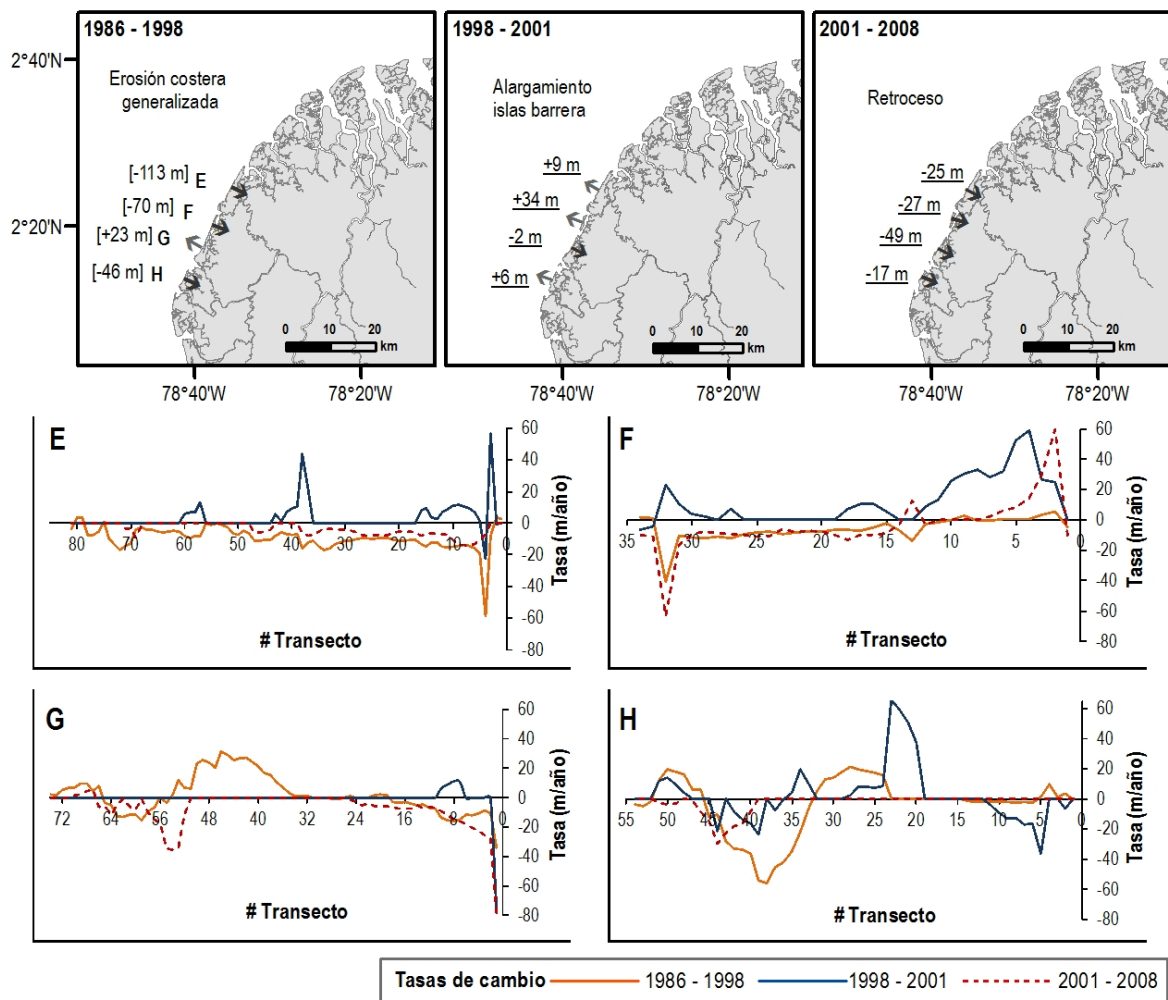


Figura 8. Puntos críticos de cambios de línea de costa en el delta del Patía para los sectores del lóbulo sur (E, F, G, H) durante los tres periodos evaluados: 1986-1998, 1998-2001 y 2001-2008.

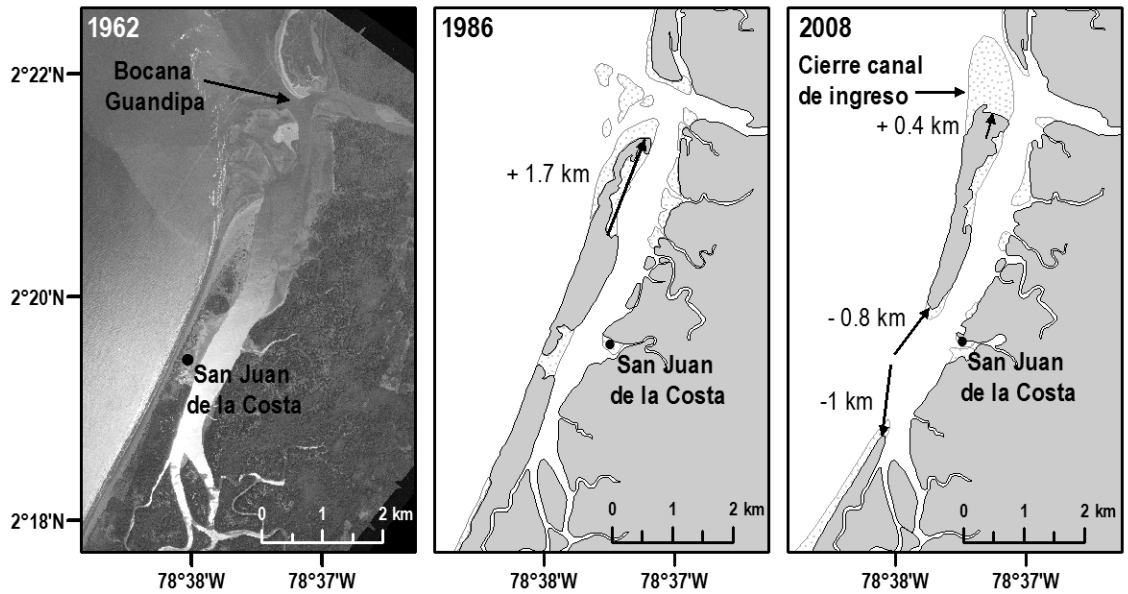


Figura 9. Cambios en la línea de costa de la isla barrera San Juan, lóbulo sur de delta del Patía, durante los periodos 1962-1986 y 1986-2008.

6.2 Análisis estadístico de cambios en la línea de costa.

El análisis de cambio de la línea de costa fue complementado con la evaluación de estadísticos básicos para el total de transectos por cada lóbulo del delta. Esta evaluación se realizó con el propósito de establecer, de manera cuantitativa, la forma en la que la línea de costa se comporta a grandes rasgos para cada periodo. El análisis estadístico incluyó medidas de tendencia central, de variabilidad y de forma, así como el histograma de frecuencia para cada periodo evaluado.

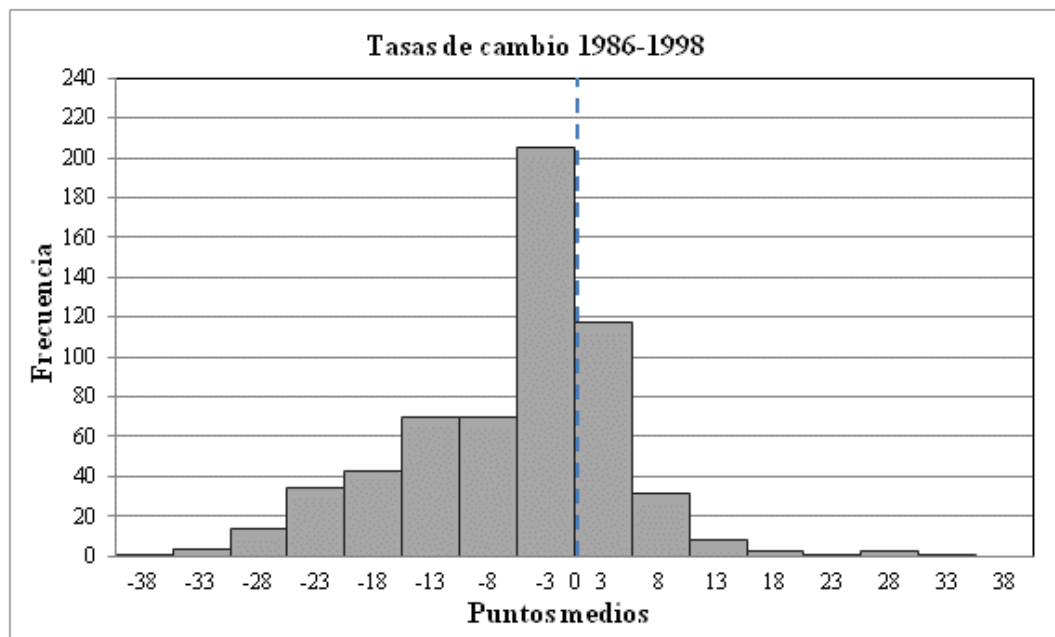
El principal objetivo del análisis era identificar sesgos o distribuciones asimétricas en los valores de tasa de cambio que puedan indicar una tendencia hacia la erosión o acreción de la línea de costa.

A continuación se presenta el resumen de estadísticos básicos y los histogramas de frecuencia para el lóbulo norte del delta, las tablas correspondientes a la información de los histogramas se encuentran en el Anexo C.

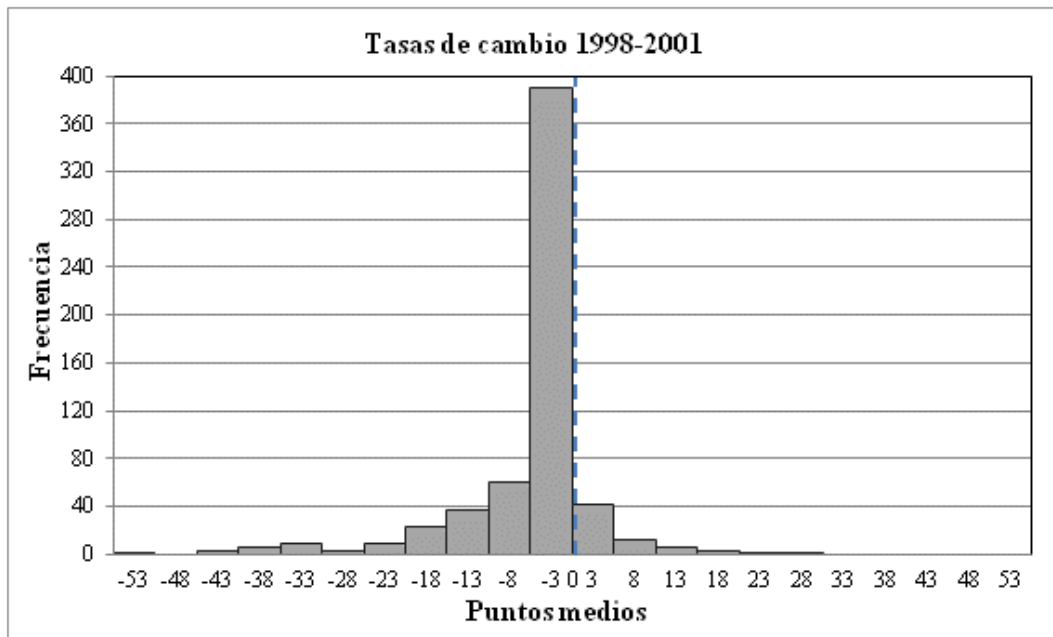
Tabla 6. Resumen de estadísticos para el sector Sanquianga.

	1986-1998	1998-2001	2001-2008
Promedio	-5.11	-3.30	2.80
Desviación Estándar	9.30	8.55	8.76
Mediana	-2.815	0	0
Moda	0	0	0
Valor Mínimo (m/año)	-36.15	-51.68	-57.88
Valor Máximo (m/año)	31.65	25.27	34.19
Rango	67.8	76.95	92.07
Sesgo Estandarizado	-4.06	-21.24	2.34
Curtosis Estandarizada	4.14	34.61	24.61

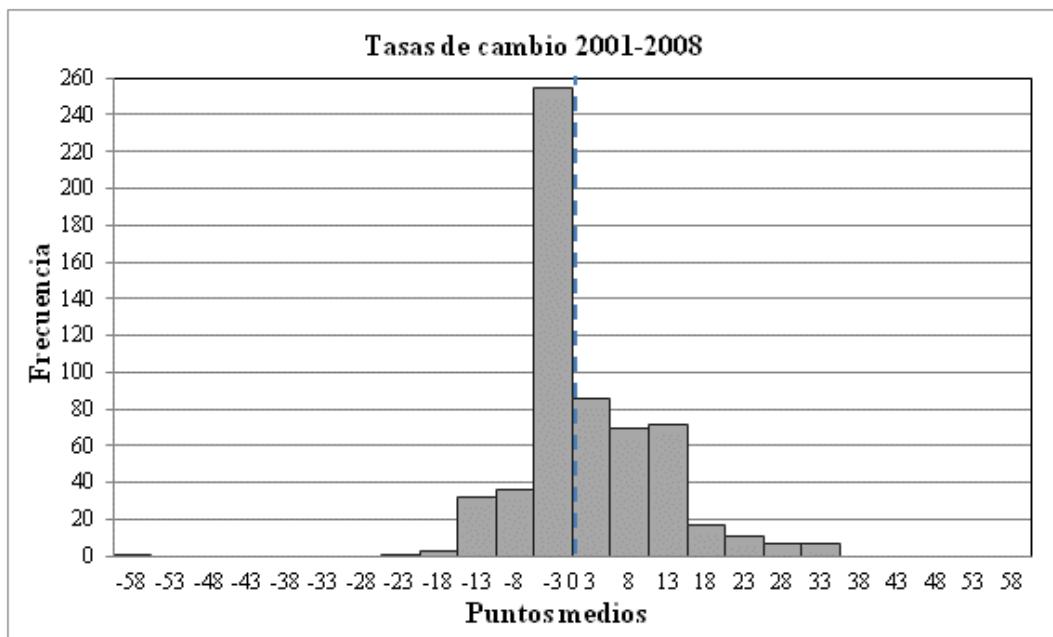
Gráfica 3. Histograma de frecuencias sector Sanquianga 1986 – 1998



Gráfica 4. Histograma de frecuencias sector Sanquianga 1998 - 2001.



Gráfica 5. Histograma de frecuencias sector Sanquianga 2001 - 2008.



Como se observa en los histogramas de frecuencia generados para el sector norte (Gráfica 3 a Gráfica 5), así como en los valores de sesgo estandarizado y curtosis estandarizada, los datos de tasas de cambio de los tres periodos evaluados no siguen una distribución normal, sino que se encuentran sesgados y presentan un pico definido que corresponde a los valores

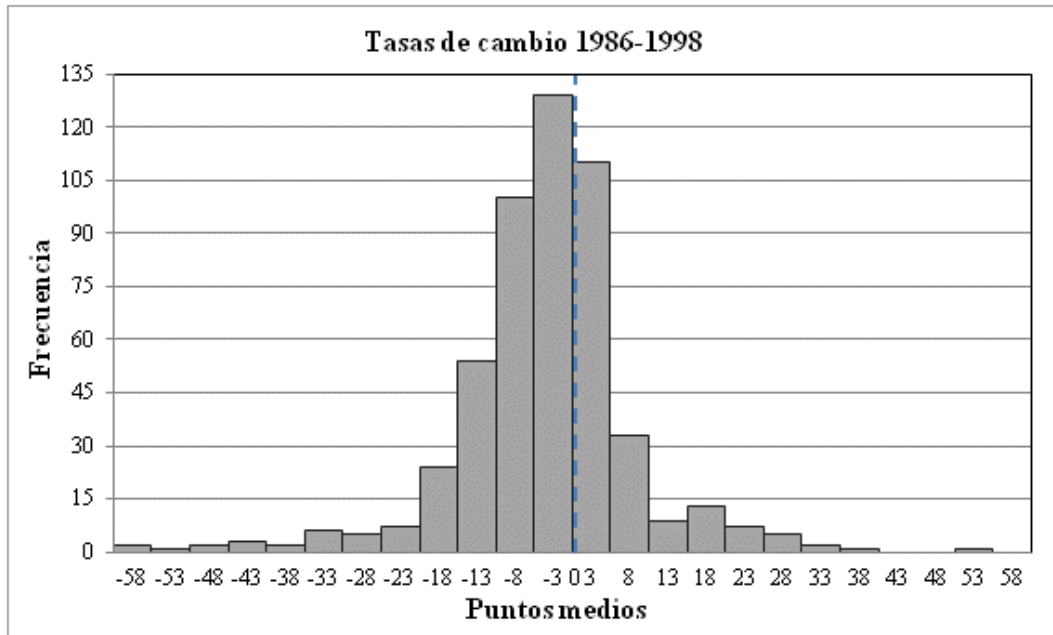
entre -5 m año^{-1} y 0 m año^{-1} . Este comportamiento es más acentuado para el periodo 1998 – 2001 en donde el número de transectos en este rango es de 390, lo que podría indicar una mayor estabilidad de la línea de costa en este periodo, ya que un valor de tasa de cambio de hasta -5 m año^{-1} , podría considerarse poco significativo, teniendo en cuenta la escala de trabajo. Los valores de sesgo estandarizado para los dos primeros periodos, indican una tendencia hacia la erosión. Como se mencionó anteriormente, para el caso del periodo 1998-2001, la mayoría de los transectos no presentan variaciones significativas, lo que se confirma con los valores de mediana y moda, ambos correspondientes a cero, mientras que los valores máximos de erosión corresponden a unos cuantos puntos focales de la línea de costa. Este comportamiento de los datos podría estar indicando un cambio en la tendencia de la línea de costa entre los periodos de 1986-1998 y 1998-2001 de una erosión generalizada a una mayor estabilidad de la línea de costa. Por otra parte, el valor de sesgo positivo para el último periodo evaluado, indica una acentuación de los procesos de acreción de la línea de costa. Para el periodo 2001-2008 también se observa que la máxima tasa negativa corresponde a un solo transecto, lo que indica variaciones puntuales de la margen costera que pueden estar asociadas a condiciones locales y por lo tanto no corresponden con la tendencia general.

A continuación se presenta el resumen de estadísticos básicos y los histogramas de frecuencia para el lóbulo sur del delta.

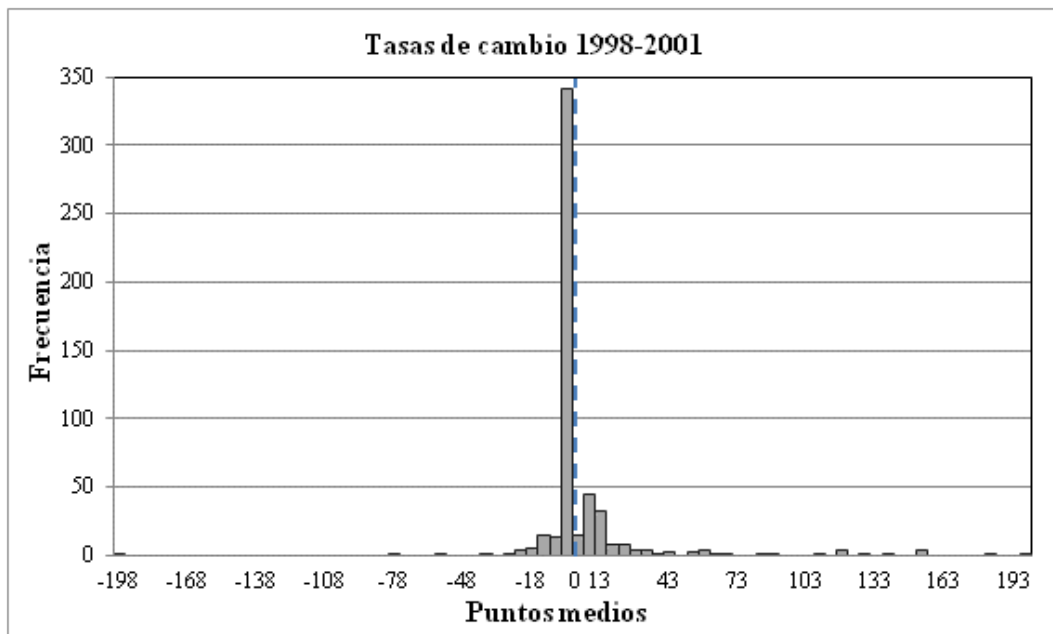
Tabla 7. Resumen de estadísticos para el sector Salahonda.

	1986-1998	1998-2001	2001-2008
Promedio	-3.40	5.28	-3.29
Desviación Estándar	11.79	25.59	13.24
Mediana	-2.29	0	-1.2
Moda	0	0	0
Valor Mínimo (m/año)	-58.91	-195.34	-78.67
Valor Máximo (m/año)	53.05	196.67	140.61
Rango	111.96	392.01	219.28
Sesgo Estandarizado	-4.66	26.90	39.35
Curtosis Estandarizada	20.77	128.12	209.81

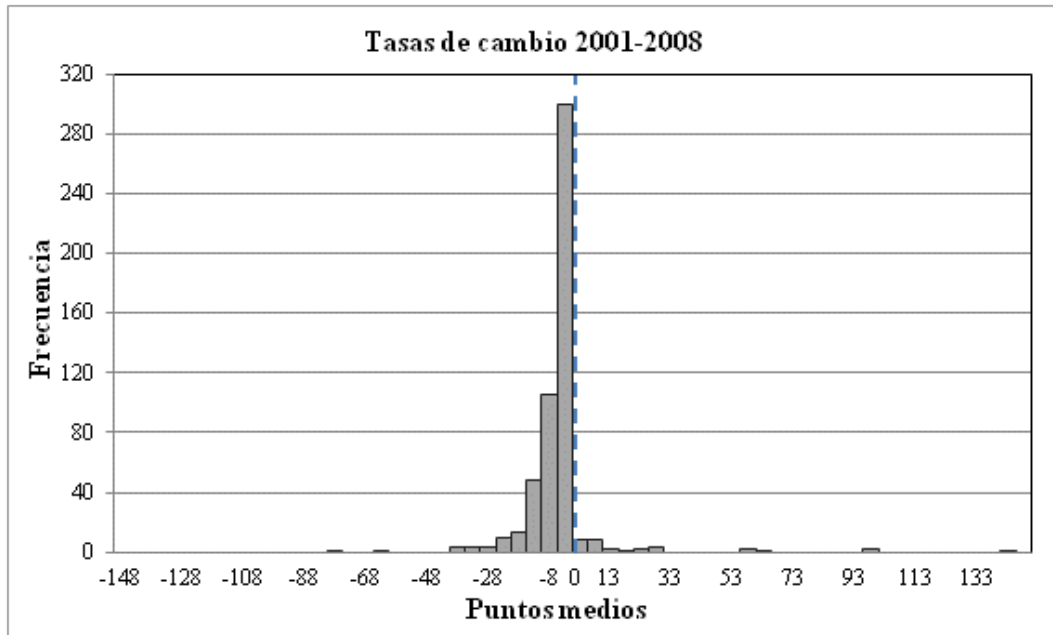
Gráfica 6. Histograma de frecuencias sector Salahonda 1986-1998.



Gráfica 7. Histograma de frecuencias sector Salahonda 1998-2001.



Gráfica 8. Histograma de frecuencias sector Salahonda 2001-2008.



Al igual que en el lóbulo norte, los histogramas de distribución correspondientes al sector sur (Gráfica 6 a Gráfica 8) presentan formas sesgadas con picos en el rango entre -5 m año^{-1} y 0 m año^{-1} . Los valores de curtosis estandarizada para este sector del delta son altos, como consecuencia de la concentración de transectos en el rango de valores mencionado anteriormente. Para los periodos de 1998 – 2001 y 2001 – 2008, más de la mitad de los transectos (341 y 300 transectos respectivamente) se encuentran en este rango, lo cual indica que los valores de la media de estos periodos se deben a valores extremos de progradación que se presentan en puntos focalizados de este sector del delta (como lo confirma los valores de mediana y moda), y por lo tanto los valores promedio no describen una tendencia generalizada en toda la línea de costa.

Para el primer periodo evaluado es posible establecer que aunque el histograma tiene un sesgo negativo, la distribución de valores a cada lado de la media es similar. A partir de este comportamiento de los datos es posible determinar que la línea de costa no presenta una tendencia erosiva muy marcada, sino que se presentan tanto zonas activas de erosión como de acreción.

Para el periodo 1998-2001, el comportamiento tanto de la tendencia central como de la distribución es muy distinto al periodo anterior. Como se mencionó anteriormente, durante este periodo se presenta un pico de valores negativos cercanos a cero, y hacia los extremos del histograma se observan datos puntales con altas tasas de erosión y acreción. Son precisamente estos valores extremos positivos, los que pueden mal interpretarse como una tendencia progradante, sin embargo, como se explicó en el numeral anterior (**Variaciones morfológicas en el delta del Patía**), este comportamiento se debe al rápido alargamiento de las islas barreras y al cerramiento de las bocananas. Continuando con el periodo 2001-

2008, se observa que la distribución de los datos en estas fechas, es similar a la del periodo 1998-2001, con una alta frecuencia entre -5 m año^{-1} y 0 m año^{-1} y valores extremos puntuales. Este comportamiento puede deberse al proceso continuado de alargamiento de las islas barrera y de cerramiento de bocanas, con una mayor tendencia hacia la erosión que en el periodo anterior.

Finalmente, el análisis estadístico incluyó la evaluación de relación entre los dos conjuntos de datos para cada periodo con la prueba Mann-Whitney (W), ya que no puede suponerse la normalidad de los datos. Mediante la prueba W se buscaba establecer si los datos hacen parte de una misma población o si por el contrario no se encuentran relacionados estadísticamente. A continuación en la Tabla 8 se presentan los resultados de la prueba para cada periodo evaluado.

Tabla 8. Prueba Mann-Whitney para comparar medianas de los tres periodos evaluados.

Comparación de Medianas	Periodo 1986-1998	Periodo 1998-2001	Periodo 200-2008
Mediana Muestra 1	-2.8125	0	0
Mediana Muestra 2	-2.28	0	-1.2
Hipótesis nula mediana 1 = mediana 2			
Hipótesis alternativa mediana 1 diferente mediana 2			
Rango Promedio Muestra 1	538.617	481.293	686
Rango Promedio Muestra 2	588.182	655.925	412.669
W	170258	205485	79235
Valor P	0.0106359	0	0
Rechazar la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.			

Los resultados de la prueba indican, con un nivel de confianza del 95%, que al ser el valor P para todos los casos menor de 0.05, hay una diferencia estadística significativa entre las medianas de los conjuntos de datos. Esto indica que los datos no proceden de una misma población y que la tendencia central de los conjuntos de datos es diferente.

Por último, debido a que existen diversos factores, además del aporte de sedimentos, que influyen en las variaciones en la línea de costa, tales como el oleaje, las corrientes, el nivel relativo del mar, la deriva litoral y procesos tectónicos, es importante que en trabajos futuros los valores de tasas de cambio generados en este estudio sean analizados en conjunto con distintos factores oceanográficos y geológicos, de manera que sea posible establecer en qué medida las variaciones en la línea de costa están relacionadas con el cambio en el aporte de sedimento o con las condiciones oceánicas y geológicas locales. Así mismo, es importante tener en cuenta que las diferencias en el número de años entre los distintos periodos es un factor de error, ya que pueden resaltar picos de erosión o acreción que se presentan en la línea de costa por eventos puntuales y por el contrario, enmascarar variaciones comunes en la morfodinámica de la zona litoral como parte de la tendencia general de la línea de costa.

6.3 Comparación con otros deltas

Los procesos destructivos y constructivos que se presentan en los lóbulos del delta del río Patía evidencian la importancia de las presiones humanas dentro de la evolución de estos sistemas. La expansión demográfica y el desarrollo económico intensivo tanto al interior de las cuencas de drenaje como en las zonas costeras alteran el transporte de agua, sedimentos y nutrientes y ocasionan que muchos sistemas deltaicos a nivel mundial se encuentren hoy en día lejos de su estado natural (Syvitski et al., 2005; Ericsson et al., 2006; Syvitski y Saito, 2007).

En el caso del lóbulo sur, los procesos erosivos de la línea de costa son similares a las fases destructivas que experimentan los deltas que tienen déficit de sedimentos debido a la construcción de represas al interior de sus cuencas fluviales o a la desviación de los cauces para usos agrícolas o industriales. Dos importantes deltas a nivel mundial afectados por este tipo de procesos destructivos son el Misisipi y el Nilo. En el caso del delta del Misisipi, la construcción de 65000 represas en su cuenca hidrográfica ha derivado en altas tasas de erosión en la franja litoral, las cuales son intensificadas por la subsidencia de los suelos deltaicos debido a la extracción de petróleo en la zona costera (Syvitski y Saito, 2007; Coleman et al., 1998). En el río Nilo, la construcción de represas para controlar las inundaciones anuales y el desarrollo de sistemas de irrigación para agricultura han generado erosión acelerada del frente litoral con enderezamiento de la línea de costa, aumento de la intrusión salina y pérdida de áreas de pantano y lagunas (Stanley y Warne, 1998).

Los procesos constructivos del lóbulo norte se asemejan a las fases de progradación de ciertos deltas, en los que la cantidad de sedimentos que llega a la costa se incrementa debido a actividades como agricultura, ganadería, minería y explotación forestal. Deltas a nivel mundial con estas características son el Amarillo (Huanghe) y el Fly. El delta del río Amarillo, ubicado en la costa oriental de China, es formado por el segundo río más largo de ese país, el cual transporta una carga de sedimentos seis veces mayor que la del río Misisipi debido a procesos de deforestación y erosión del suelo, dando como resultado tasas de progradación de la línea de costa de hasta 4 km año^{-1} (Yang et al., 1999; Syvitski y Saito, 2007). De manera similar, las actividades humanas en la cuenca del río Fly han incrementado las tasas de erosión del suelo y en consecuencia ha aumentado la cantidad de sedimentos que llegan a las aguas estuarinas y costeras. La alteración de las propiedades físicas y biológicas del agua debido al exceso de sedimentos degrada los ecosistemas marinos debido a las alteraciones en las cadenas bénticas y al sofocamiento del plancton y de organismos de coral (Wolanski y Spagnol, 2000).

6.4 Evaluación de exactitud de las tasas de cambio

Al confrontar las tasas de cambio calculadas con las observaciones realizadas en campo, con los testimonios de los habitantes de la región y con estudios anteriores, se encuentra que los valores obtenidos reflejan adecuadamente los patrones de variación de la línea de costa para los periodos estudiados. Adicionalmente a las apreciaciones cualitativas realizadas, se evaluó la exactitud de las tasas de cambio con el fin de establecer de manera

cuantitativa el nivel de error derivado de la incertidumbre en la posición de las líneas de costa digitalizadas para cada periodo.

Los valores de error obtenidos a partir de la evaluación de exactitud se presentan en la Tabla 9. El error promedio para todos los periodos es de ± 25 m, indicando que la distancia horizontal entre un punto sobre una línea de costa digitalizada y su posición real está en un rango de máximo 25 metros. Teniendo en cuenta que el error de la raíz cuadrada media para cualquier cartografía no puede ser mayor de 0.3 mm a la escala del mapa (resolución 64 de 1994 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi), el error máximo permitido para los datos derivados de imágenes Landsat, cuya escala aproximada es de 1:100000 (López Vizoso, 1986), sería de 30 m. Dado que los errores obtenidos no superan este valor y que las distancias de retroceso o acreción calculadas son en general mucho mayores que los errores totales encontrados, es posible concluir que las líneas de costa estimadas son aceptables y por lo tanto las tasas de cambio establecidas a partir de estas son una buena aproximación a la realidad.

Tabla 9. Medidas de error estimadas para las líneas de costa del delta del Patía durante los años analizados.

Fechas	Medidas de error (m)			
	E_g zona norte	E_g zona sur	E_d	Error Total (E_{lc})
1986	10	8.8		26.16
1997/1998	12.31	9	22.5	27.18
2001	7.5	8.6		25.21
2007/2008	---	---		22.5

(E_g) Error de georreferenciación (E_d) Error de digitalización (E_{lc}) Error total línea de costa



Figura 10. Cambios ambientales en el delta del río Patía y el Parque Nacional Sanquianga (PNNS). (A) Retroceso de la línea de costa en la bocana Pasacaballos. (B) Proceso erosivo en la bocana Guascama, donde se observa la turba de manglar expuesta en marea baja. (C) Cierre de canales distributarios en el PNN Sanquianga. (D) Colonización de bancos intermareales en el PNN Sanquianga.

6.5 Impacto en los ecosistemas de manglar del Parque Nacional Sanquianga

El incremento del aporte fluvial de agua y sedimentos en el río Sanquianga ha generado alteraciones en las condiciones físicas y químicas del sistema estuarino del lóbulo norte del delta. Los procesos de sedimentación y cierre de canales, el aumento de la turbidez por sólidos suspendidos, la erosión de las bancas de los distributarios activos, la disminución de la salinidad y la variación en la concentración de nutrientes son algunos ejemplos de las modificaciones que se han presentado a raíz del canal Naranjo.

El efecto del transvase sobre los ecosistemas de manglar del PNNS se evidencia principalmente en los cambios en la composición y distribución de las coberturas vegetales ocurridos durante las últimas cuatro décadas (Restrepo y Cantera, 2011). Mediante la evaluación de las variaciones de la cobertura de manglar del parque entre 1986 y 2001 se pretende realizar un acercamiento preliminar a la problemática ocasionada por la alteración del sistema estuarino debido a la reactivación del lóbulo norte.

Del proceso de clasificación de las imágenes de 1986 y 2001 se establecieron seis coberturas en el área del PNN Sanquianga:

- i. Sistema de playas y bajos de arena intermareales.
- i. Pantanos de lodo intermareal en márgenes de lagunas estuarinas y canales distributarios.
- ii. Asociación de plantas herbáceas, vegetación de firmes, bosques de natal y claros expuestos por deforestación.
- iii. Bosques de manglar A.
- iv. Bosques de manglar B.
- v. Bosques de condiciones fluviales y suelos firmes con asociaciones características de especies de natales y guandales.

La cobertura de bosques de manglar esta diferenciada en dos clases debido a que durante el proceso de clasificación no supervisada se evidenció que el área correspondiente a manglar registraba dos respuestas espectrales definidas. A partir de los trabajos de campo fue posible establecer, a grandes rasgos, que estas clasificaciones están asociadas a la altura y la densidad de la cobertura. En general se pudo determinar que los bosques de manglar A están relacionados con coberturas de baja densidad y/o alturas inferiores a aproximadamente 20 m, mientras que los bosques de manglar B están relacionados con coberturas densas y/o alturas superiores a aproximadamente 20 m. Para futuras investigaciones es recomendable realizar levantamientos de parcelas, transectos o inventario de especies con el fin de relacionar estas respuestas espectrales a características específicas de la estructura del manglar.

El análisis de cambio de las coberturas vegetales se enfocó en los ecosistemas de manglar y en las asociaciones de plantas herbáceas y vegetación de agua dulce. Esta última cobertura se incluyó en el análisis debido a que presentó una gran variación entre las dos fechas gracias a la alteración en las condiciones de salinidad de los distributarios activos, logrando desplazar en algunas zonas al manglar. De manera complementaria al análisis de cambio de coberturas vegetales, se evaluó el cambio en las extensiones de pantanos de lodo intermareal con el propósito de identificar zonas de sedimentación activas y su efecto en la vegetación.

Para ejemplificar los cambios encontrados en el PNNS, se definieron tres zonas representativas: la bocana del distributario activo Sanquianga, el cual moviliza la mayor cantidad de caudal y sedimentos y por lo tanto presenta las mayores alteraciones hídricas (Figura 11); la bocana Amarales, desembocadura del río Aguacatal, en donde las condiciones de caudal y salinidad no se han visto afectadas considerablemente por el transvase, por lo cual los factores ambientales se han mantenido relativamente constantes (Figura 12); y por último, el ápice del delta actual aguas abajo de Bocas de Satinga, en donde el río se divide en los distributarios y se presentan procesos acelerados de sedimentación (Figura 13).

Como se mencionó anteriormente, las alteraciones en el sistema estuarino del lóbulo norte son más evidentes en el principal distributario activo, el Sanquianga. Antes de la afectación por el canal Naranjo, este cauce se caracterizaba por drenar lagos internos con bajos aportes

fluviales de agua y sedimentos y por una alta influencia mareal con intrusión salina de hasta 35 km al interior de la planicie costera. El incremento en el aporte de sedimentos y la disminución de la salinidad en este cauce han resultado en el cierre de canales interdistributarios y en el aumento de las asociaciones de vegetación de agua dulce. Del análisis de cambio en la zona de la bocana Sanquianga (Figura 11), se destaca que en un periodo de 15 años la cobertura de manglar B se ha incrementado por encima del manglar A (Figura 14A). Este comportamiento podría estar relacionado con cambios en la estructura interna del manglar o en las características del dosel que generan diferencias en la respuesta espectral de la cobertura para los dos periodos analizados. De acuerdo con Hurcom et al. 1996, la respuesta espectral de las coberturas vegetales está determinada por ciertas condiciones del dosel, como la estructura interna de las hojas, su distribución y estado fenológico, así como por el efecto del suelo en el fondo de la cobertura. Los cambios en la respuesta espectral de una cobertura vegetal pueden presentarse aún cuando no hay alteración del tipo de cobertura (Hays y Cohen 2007), y esta podría ser una explicación para el comportamiento registrado en la bocana Sanquianga.

Debido a que no se cuenta con información de monitoreos históricos de la cobertura de manglar para el área del PNN Sanquianga, no es posible establecer si se han presentado cambios en la estructura o en la composición de los bosques de manglar que puedan generar diferencias en la respuesta espectral de la cobertura para los dos periodos evaluados. Sin embargo, a partir de los muestreos realizados en el marco de proyecto “Caracterización, diagnóstico y zonificación de los manglares en el Parque Nacional Natural Sanquianga” (Universidad del Valle et al., 2013), es posible establecer que si se han presentado alteraciones en la estructura del bosque de manglar para el sector Sanquianga. Los resultados de este estudio indican que en la zona de la bocana Sanquianga la cobertura de manglar presenta un comportamiento equivalente al de un bosque que ha sufrido perturbaciones y se encuentra en proceso de recuperación. Así mismo, el estudio concluye que los procesos de colonización por nuevas plántulas se acentúan en el sector Sanquianga-Guascama, debido posiblemente a los procesos de sedimentación. Procesos de colonización de zonas de sedimentación activa se observaron durante el trabajo de campo (ver Figura 10D) y de igual forma son corroborados por un incremento del 45% en pantanos intermareales en el área de la bocana Sanquianga. Las alteraciones en el contenido de sedimentos del suelo, al igual que el establecimiento de nuevas plántulas o incluso la invasión de especies de agua dulce, pueden estar derivando en cambios en el fondo del bosque de manglar y por lo tanto en las características espectrales de la cobertura (Meza-Días y Blackburn 2003).

Durante el mismo periodo, en la zona de la bocana se registra el incremento de la vegetación de agua dulce en casi el doble de hectáreas (Tabla 10). Este proceso se evidencia principalmente en los alrededores de los esteros (Figura 14) y, como se mencionó anteriormente, puede explicarse, parcialmente, por los procesos de colonización de manglar en áreas de sedimentación activas, cuyos estadios iniciales generarían respuestas espectrales similares a la vegetación arbustiva. Por otra parte, los cambios en la salinidad de la bocana Sanquianga facilitarían el desarrollo de especies vegetales de agua dulce que generan competencia al manglar lo que se traduciría en un incremento de esta cobertura.

Los cambios observados en los bosques de manglar para este sector son similares a los reportados por Dahdoug-Guebas et al 2005, en algunas lagunas costeras al sur de Sri Lanka, en donde el incremento en los aportes de agua dulce han derivado en el aumento del área de manglar, en detrimento de la composición florística y la estructura de la cobertura. Para esta área de estudio, el incremento en la extensión de los bosques de manglar no es un indicador de desarrollo positivo, por el contrario, este efecto disimula la degradación en la composición florística así como el incremento de especies invasoras asociadas al manglar como el helecho *Acrostichum aureum*, un resultado que los autores denominan “degradación ecológica críptica”. Los cambios registrados en la bocana Sanquianga pueden estar siguiendo el mismo patrón de las alteraciones en Sri Lanka. La colonización de las áreas de sedimentación activa podría traducirse a futuro en una mayor extensión del manglar, que en realidad enmascararía la degradación ecológica de la cobertura.

En la bocana Amarales (Figura 12), las condiciones estuarinas se han conservado estables debido a que es poca la cantidad de caudal proveniente del río Patianga que es evacuado por el río Aguacatal. La influencia mareal y la intrusión salina se han mantenido relativamente estables en este cauce (Restrepo, 2012). Las proporciones de hectáreas de las coberturas de manglar estudiadas no muestran modificaciones drásticas entre las dos fechas, sin embargo se observan ligeros cambios en los patrones de distribución entre las dos clases de manglar (Figura 14), lo que podría deberse a procesos naturales de los bosques de manglar o a factores antrópicos como la explotación maderera del recurso o el establecimiento de cultivos al interior de esta cobertura (Sanchez-Paez et al., 1997, Tavera 2009, Universidad del Valle et al., 2013). Los procesos de deforestación o establecimientos de cultivos en zonas de firmes o de manglares también explicarían el aumento de la vegetación de agua dulce en casi el triple de hectáreas (Tabla 10).

Al evaluar las transformaciones ocurridas en el ápice del delta entre 1986 y 2001 (Figura 13), es evidente el cambio en la configuración del cauce del río Sanquianga ocasionado por la erosión de las márgenes y los procesos acelerados de sedimentación. La drástica disminución de la salinidad y el crecimiento de barras y bajos de lodos debido al aporte de sedimentos han permitido la colonización y el predominio de vegetación de agua dulce en lo que antes eran ecosistemas de manglar. La variación en la extensión de las coberturas es notable para esta zona, con reducciones del 29% del área del manglar B, 33% del manglar A y un aumento del 42% en el área de la vegetación de agua dulce y del 175% en pantanos intermareales (Tabla 10). A partir de la valoración en campo se pudo constatar la transformación de esta zona, en donde una región extensa que estaba dominada por manglares *Rhizophora*, ha sido reemplazada por pastos característicos de ambientes fluviales como *Paspalum spp* y *Panicum spp*, conformando la parte exterior y frontal de los canales, seguidos por comunidades de juncos de agua *Eichornia spp*. Dicho cinturón es a su vez seguido de comunidades de la Caña Brava *Gynerum sagittatum* (Figura 15D). Este patrón vegetal es característico de distributarios activos y de alta descarga fluvial, y además, su presencia ha sido reportado en deltas de Tabasco, México (Thom, 1967), Patía y Mira, en la costa Pacífica de Colombia (West, 1957), el delta del Atrato, sobre la costa Caribe de Colombia (Vann, 1959), y es similar al reportado en deltas tropicales como el Purari, Papua-Nueva Guinea (Conn, 1983).

De acuerdo con expertos locales y funcionarios del PNNS (com. Pers. Wilfrido Ibarbo), el efecto del incremento de aportes fluviales en la ecología de los manglares del Parque se ha incrementado en magnitud durante la última década. Eventos no antes vistos como defoliación masiva de cientos de hectáreas debido a la plaga estacional de un gusano de la familia Saturniidae (Figura 15A-B), como también, la aparición de tumores “cancerígenos” en las raíces y ramas del manglar, comenzaron a observarse hace aproximadamente 15 años.

Las problemáticas ambientales encontradas en el PNNS siguen el patrón predominante de degradación que presentan los ecosistemas de manglar a nivel mundial. El desarrollo urbanístico e industrial en las zonas costeras, la reclamación de tierras para agricultura y acuicultura, la sobre-explotación del manglar, la contaminación y alteración de los ciclos terrestres del agua, junto con otros impactos de origen antrópico, han llevado a que el manglar sea uno de los ecosistemas más amenazados en el mundo con tasas de reducción anual de aproximadamente 2.1% global y hasta 3.6% en América (Valiela et al., 2001). En algunos casos, los efectos de las actividades humanas no se traducen en pérdida de extensión de la cobertura de manglar, sino en degradación de la composición florística y de la biodiversidad del ecosistema, dando como resultado la dominancia de especies menos vulnerables que se adaptan fácilmente a diferentes condiciones medio ambientales (Dahdouh-Guebas et al., 2005).

La importancia del manglar en la costa Pacífica Colombiana va más allá de los servicios ecológicos y económicos que estos ofrecen, sino que también se constituyen como una importante defensa costera contra la erosión, las tormentas y el impacto de inundación por tsunamis. Es por esto que el estudio de las implicaciones ambientales a largo plazo que tendrá el transvase del río Patía sobre los ecosistemas de manglar, no sólo del PNN Sanquianga, sino en toda la línea de costa del delta, debe ser primordial dentro de los planes de manejo y las políticas de desarrollo sostenible de la zona.

Por último, es importante tener en cuenta que, desde el punto de vista cualitativo, la clasificación de coberturas obtenidas para el PNNS se adapta adecuadamente a lo registrado durante los reconocimientos en campo y en las aerofotografías, por lo cual, su uso como un acercamiento preliminar a los cambios de la vegetación es válido. Sin embargo, ya que no se cuenta con una evaluación de exactitud cuantitativa, no es recomendable emplear los valores de hectáreas obtenidos como datos de entrada para otro tipo de cálculos debido a que se desconoce el nivel de error que estos contienen.

Tabla 10. Comparación de áreas de cobertura vegetal entre 1986-2001 en tres zonas del Parque Nacional Natural Sanquianga (PNNS), delta del río Patía.

	1986	2001	% Cambio
Recuadro A			
Manglar B (ha)	2820	3892	38%
Manglar A (ha)	3973	1891	-52%
Vegetación mixta (ha)	727	1500	106%
Pantanos Intermareales	1652	2399	45%
Recuadro B			
Manglar B (ha)	2137	1842	-13%
Manglar A (ha)	3270	3296	0.8%
Vegetación mixta (ha)	219	624	185%
Pantanos Intermareales	1086	1369	26%
Recuadro C			
Manglar B (ha)	1077	761	-29%
Manglar A (ha)	1496	993	-33%
Vegetación mixta (ha)	2299	3269	42%
Pantanos Intermareales	675	1855	175%

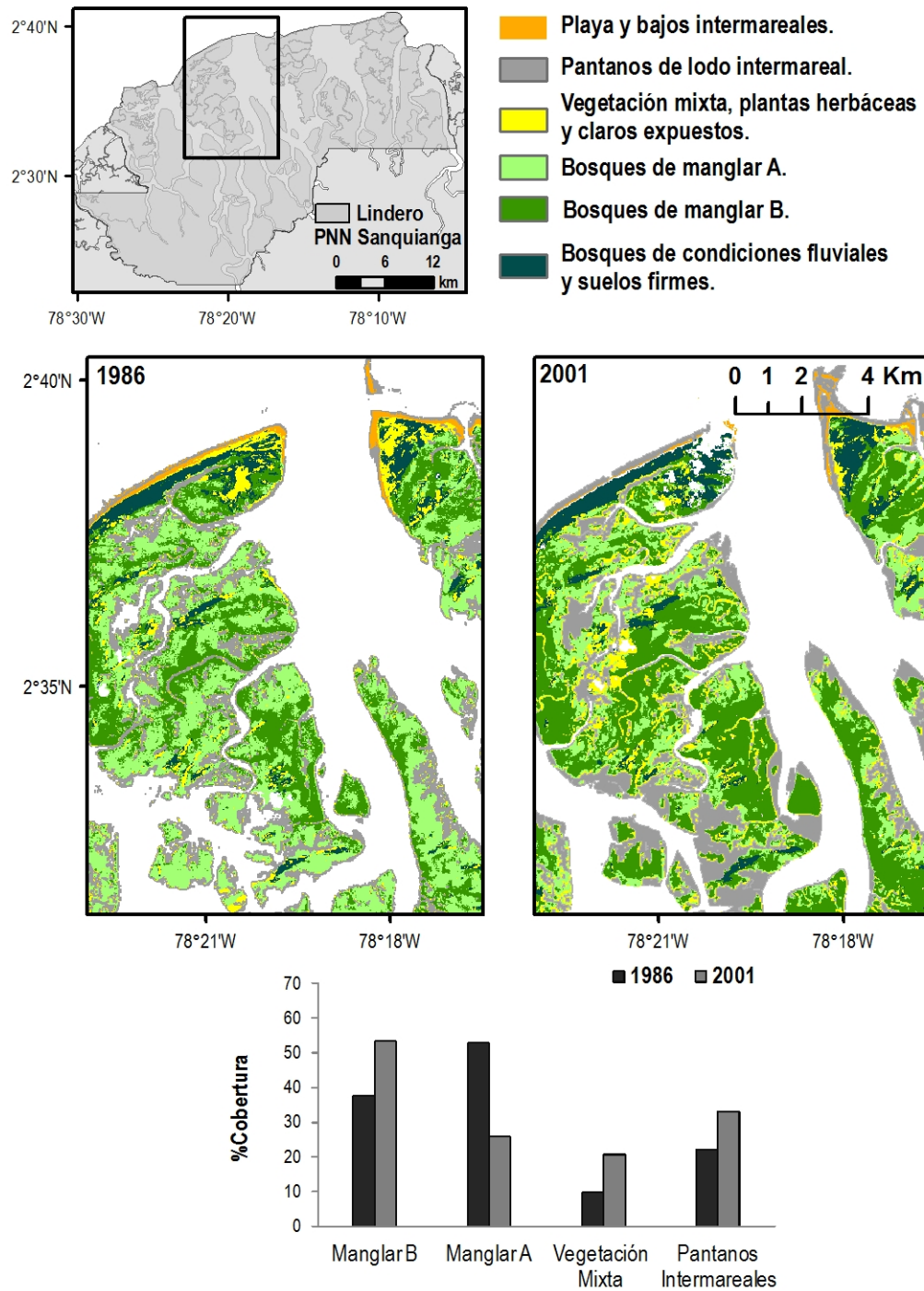


Figura 11. Clasificación supervisada imágenes Landsat 1986-2001 para el área del PNN Sanquianga, Bocana Sanquianga.

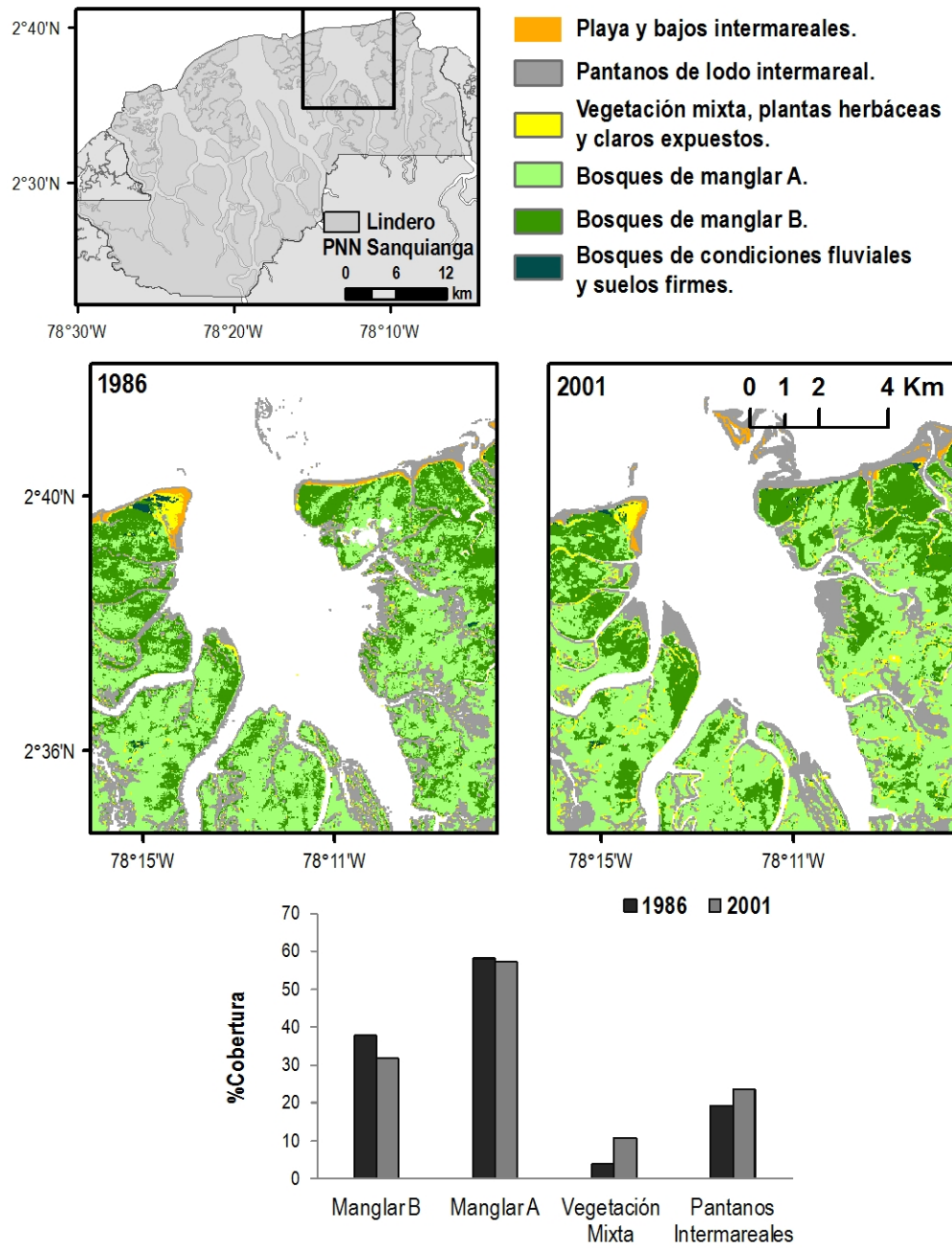


Figura 12. Clasificación supervisada imágenes Landsat 1986-2001 para el área del PNN Sanquianga, Bocana Amarales.

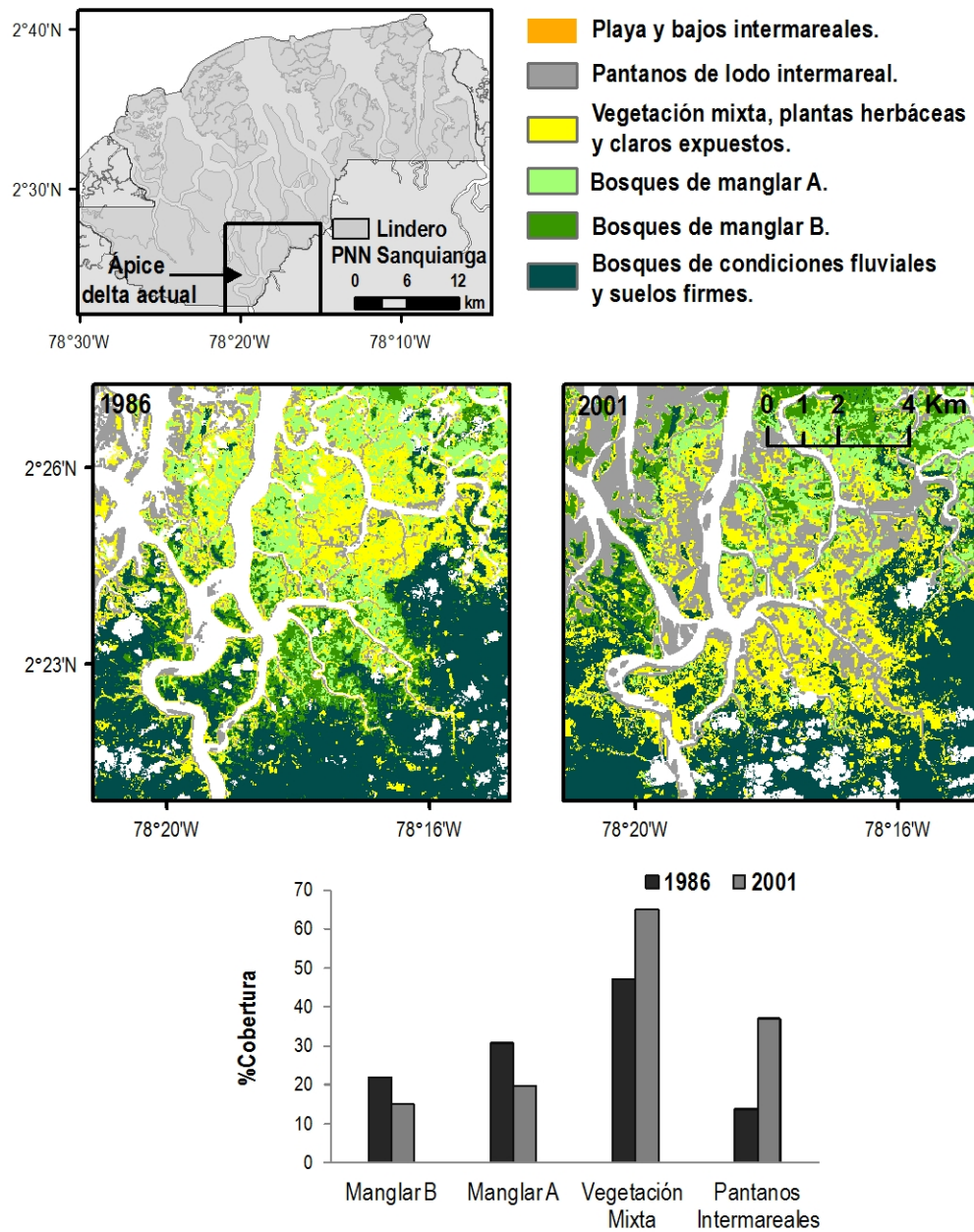


Figura 13. Clasificación supervisada imágenes Landsat 1986-2001 para el área del PNN Sanquianga, Ápice del delta actual.

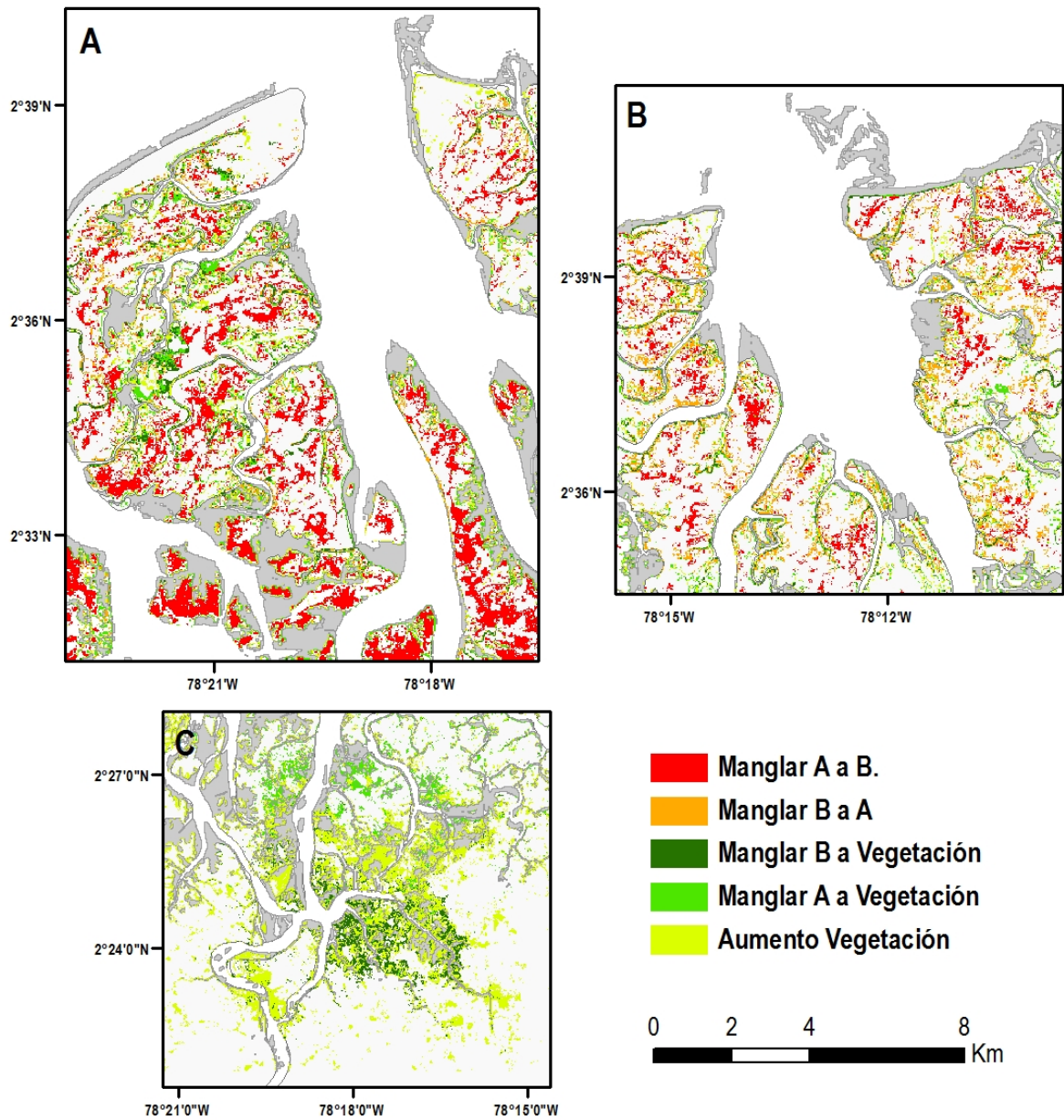


Figura 14. Zonas de cambio entre una cobertura y otra para los tres sectores del PNN Sanquianga evaluados entre 1986 y 2001.

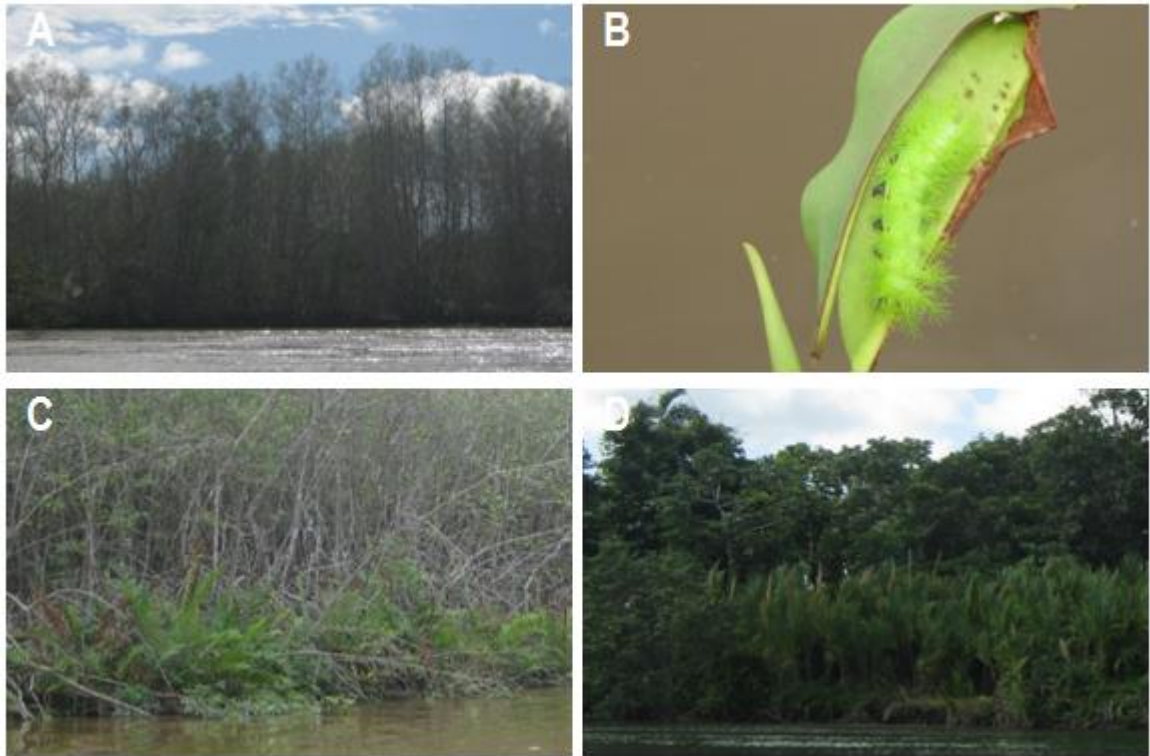


Figura 15. Alteraciones en la cobertura vegetal en el PNN Sanquianga. (A) Sectores de manglar defoliados. (B) Gusano de la familia Saturniidae observado en los manglares del PNNS. (C) Helecho *Acrostichum aureum* en el ápice del delta. (D) Presencia de caña Brava en la parte exterior y frontal de los canales.

6.6 Implicaciones socioeconómicas

A pesar de la riqueza natural de la región Pacífica Colombiana y de su gran potencial económico favorecido por su posición geoestratégica, las condiciones de competitividad y desarrollo de la zona presentan un gran atraso en comparación con las demás regiones del país, como se evidencia en las graves deficiencias en la prestación de los servicios de salud y educación y en la baja cobertura de servicios públicos.

Al evaluar los indicadores de calidad de vida y necesidades básicas insatisfechas de los municipios del área del delta del Patía, se encuentra que para el año 2005, el promedio del índice de calidad de vida fue de 43.7% frente al promedio nacional de 78.8%, una diferencia de más de 30 puntos porcentuales, mientras que el índice de necesidades básicas insatisfechas para ese año fue de 80.9%, en comparación con el 27.8% a nivel nacional, lo que indica que la mayoría de la población es pobre y vive en condiciones precarias (DNP, 2010; SIGOT, 2011).

A las problemáticas sociales de la región se suma la economía netamente extractiva que se basa en actividades del sector primario como la pesca artesanal, la agricultura y la explotación forestal (Figura 16), las cuales se caracterizan por una baja productividad con fines de subsistencia de la población o de intercambio de productos. Los establecimientos

industriales o de comercio presentes en la zona son en su mayoría de capital foráneo y se dedican principalmente a la explotación pesquera o maderera y al aprovechamiento de la palma africana y el palmito (Bravo-Pazmiño, 1998; DNP, 2010).

Otros factores socioeconómicos que han cobrado importancia en la región durante los últimos años, son el conflicto armado y el narcotráfico. Las características geográficas de la zona y su posición estratégica como frontera marítima, la han convertido en un área ideal para el establecimiento de cultivos ilícitos y en un corredor de tráfico de drogas que es ampliamente disputado por los distintos grupos ilegales (UNODC y DNE, 2011).

El desarrollo de cultivos ilícitos en las cuencas de los ríos Patía y Telembí se ha convertido en una fuente de ingresos para la población debido a la falta de oportunidades laborales que ofrecen las actividades económicas tradicionales. Según la Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito (UNODC, 2011), el departamento de Nariño se mantiene, desde el año 2003, como uno de los departamentos con mayor área sembrada de coca, llegando a ocupar el primer lugar en el año 2010 con el 26% del total del área sembrada del país. De la extensión total de cultivos de coca en el departamento, el 90% se ubica en la zona del Pacífico siendo Tumaco el municipio con la mayor cantidad de área sembrada tanto a nivel departamental como nacional (8% del total nacional) y la mayor producción de cocaína del país, con un 21% de la producción nacional (UNODC, 2011; UNODC y DNE, 2011).

El incremento acelerado de los cultivos ilícitos en la región Pacífica ha tenido repercusiones ambientales como la deforestación de áreas boscosas o de manglar, la contaminación de la tierra y los cuerpos de agua superficiales por el uso intensivo de químicos, el aumento de la erosión del suelo por la pérdida de la cobertura vegetal, y en consecuencia, el incremento en la producción de sedimentos al interior de las cuencas hidrográficas. A esta actividad ilegal también se asocian ciertas problemáticas sociales como el desplazamiento forzado, la corrupción administrativa, violencia, pérdida de la gobernabilidad, abandono de los sistemas tradicionales de producción, reclutamiento forzado, homicidios selectivos y masacres, entre otros (UAESPNN, 2005; INVEMAR et al., 2006).

Las distintas problemáticas, mencionadas anteriormente, que configuran la dinámica socioeconómica y demográfica de la población del delta del Patía, se ven agravadas por las transformaciones ambientales y ecológicas que se presentan en el río Patía a raíz del canal Naranjo. La alta dependencia de los habitantes hacia los recursos naturales para subsistir, su fragilidad social y el déficit de desarrollo económico, los hace vulnerables a los cambios del entorno, ya que, al no contar con suficientes herramientas políticas y de organización comunitaria, son incapaces de plantear alternativas de manejo para las nuevas condiciones que se presentan en el territorio.

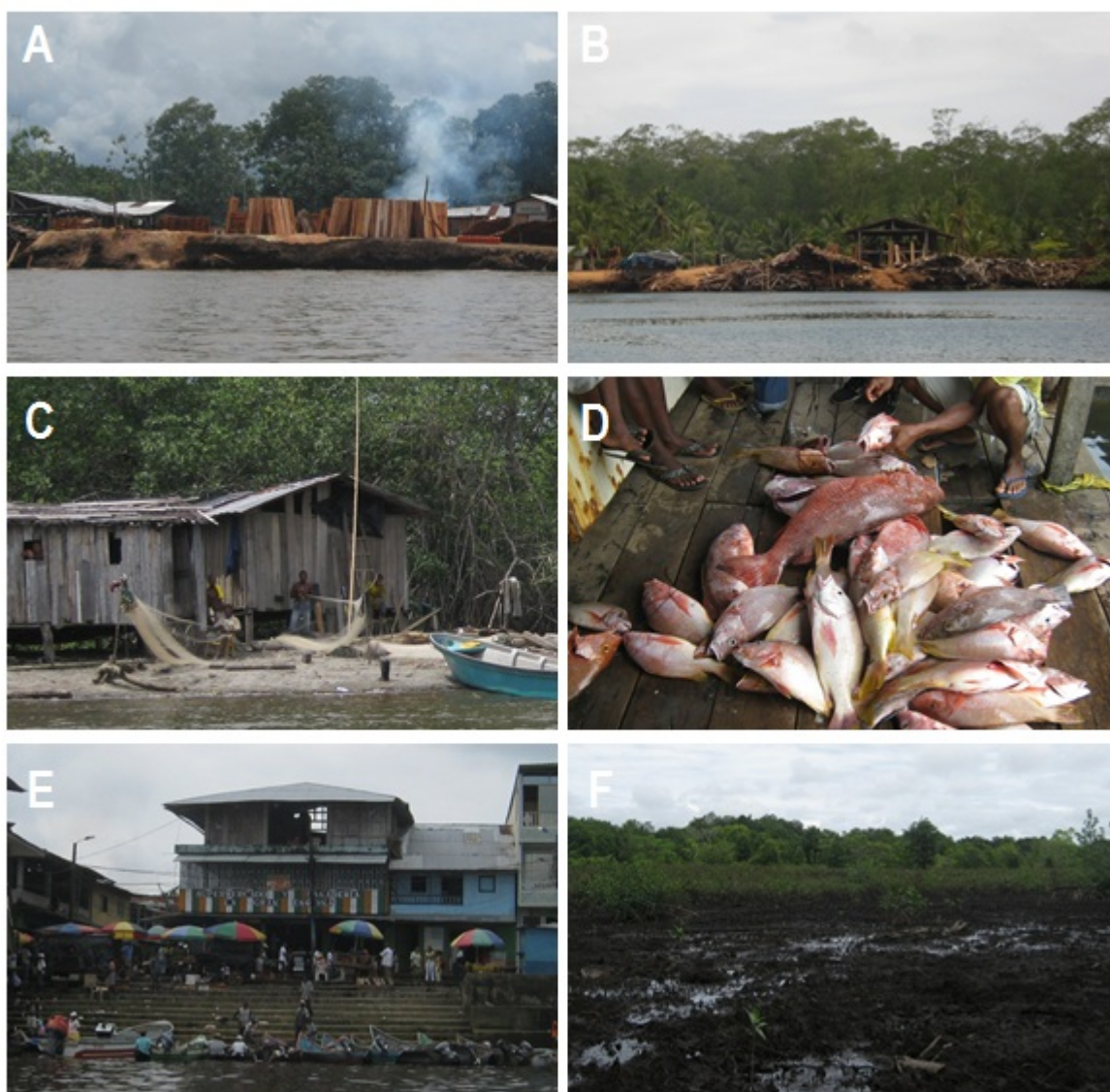


Figura 16. Actividades económicas de la región. (A) Aserradero en Bocas de Satinga. (B) Aserradero en Pasacaballos. (C) Pescadores artesanales, municipio Olaya Herrera. (D) Comercialización de pescado en Bocas de Satinga. (E) Mercado de la cabecera municipal de La Tola. (F) Deforestación de manglar para el establecimiento de cultivos, municipio de Mosquera.

En el sector norte del delta, la erosión de las márgenes del río Sanquianga, debido al aumento de caudal, ha derivado en la reducción de la superficie de tierra cultivable, así como en daños en propiedades de poblaciones ribereñas. En Bocas de Satinga, cabecera municipal de Olaya Herrera y actual ápice del delta, se han perdido más de 2000 casas en los últimos 15 años, alcanzando en el año 2008 una tasa de hasta tres viviendas destruidas por día. A lo anterior se suma el deterioro de la infraestructura del municipio como las calles, el acueducto, centros de salud y locales comerciales, entre otros (Alcaldía Municipal Olaya Herrera, 2012).

De igual forma, las alteraciones en las condiciones de salinidad, el aumento de los sedimentos suspendidos en los ecosistemas estuarinos y la pérdida de áreas de manglar, han tenido como consecuencia la disminución de recursos pesqueros importantes como la piangua (*Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*), el cual es un molusco con gran demanda en Ecuador y que constituye en una importante fuente de ingreso para cerca de 9040 personas en el departamento de Nariño (UAESPNN, 2005; WWF, 2005 en Delgado et al., 2010).

Estas circunstancias han llevado a que se generen dinámicas migratorias en la zona, con la reubicación de poblados ribereños y el desplazamiento de la población en busca de mejores condiciones económicas. Los movimientos de la población se evidencian en el aumento acelerado del número de habitantes en el área del PNN Sanquianga, que pasó de 3000 habitantes en 1977 a 8075 en el año 2005, y en la generación de disputas entre las comunidades del sector por el aprovechamiento de los recursos naturales (Bravo-Pazmiño, 1998; UAESPNN, 2005).

Por otro lado, el río Sanquianga ha cobrado importancia en la región como vía de transporte fluvial, lo que ha derivado en el establecimiento de aserríos en el sector norte del delta. El crecimiento de la actividad maderera, en detrimento de los bosques de guandal, ha favorecido los procesos migratorios de la población hacia esta zona, que en la actualidad concentra la mayor parte de la infraestructura para el procesamiento de la madera, siendo Bocas de Santinga, con 24 aserraderos, el principal productor del país (UAESPNN, 2005; Defensoría del pueblo 2009; Alcaldía municipal Olaya Herrera, 2012).

En el sector sur del delta, el abandono progresivo del Brazo Largo del Patía ha causado un notable deterioro de la economía local. La fuerte erosión costera, debida a la disminución del caudal del río, ha destruido áreas de manglar con importantes recursos forestales y pesqueros, al igual que tierras de cultivo y poblados costeros, como es el caso de Salahondita y Hojas Blancas, dos pequeños poblados del municipio Francisco Pizarro, que fueron destruidos completamente por la acción del oleaje, por lo que su población se vio obligada a reubicarse (INVEMAR et al., 2006).

Así mismo, el aumento de la salinidad del agua ha afectado la productividad del suelo y el recurso pesquero y por ende el rendimiento de las cosechas ha disminuido y los artes de pesca de la población han cambiado. En los municipios de Mosquera y Francisco Pizarro, se reporta una reducción progresiva de los volúmenes de captura de la pesca artesanal, lo que se traduce en el detrimento económico de la población que depende de esta actividad para la obtención de ingresos. Estos eventos han llevado a los habitantes de la zona a desplazarse hacia otros lugares, en busca de distintas formas de sustento, o a explotar áreas alejadas de sus poblados, lo que deriva en conflictos territoriales con otras comunidades (Bravo-Pazmiño, 1998; INVEMAR et al., 2006; Alcaldía Municipal Mosquera, 2008; Alcaldía municipal Francisco Pizarro, 2012).

La pérdida de navegabilidad del río Patía en el sector sur, ha dejado a la población prácticamente aislada e imposibilitada para transportar sus productos, lo que ha obligado a muchos establecimientos comerciales a cerrar o a reubicarse en otros poblados. Para el caso del municipio Francisco Pizarro, el 40% de los poblados en zona rural tienen problemas de

acceso con mareas bajas y en épocas de fuerte verano, así mismo, el acceso marítimo a la cabecera municipal, Salahonda, sólo puede realizarse con marea alta (Alcaldía Municipal Francisco Pizarro, 2012). Las dificultades en el transporte fluvial han contribuido a que gran parte de las actividades económicas de los poblados de este sector, como Salahonda y Mosquera, se trasladen a la zona norte, como es el caso de la actividad maderera en Bocas de Satinga (Defensoría del Pueblo, 2009).

7 CONCLUSIONES

La reactivación del lóbulo norte y la pérdida de caudal en el sector sur del delta del río Patía, han derivado en importantes afectaciones sobre los complejos sistemas estuarinos del área, así como en cambios morfológicos en la zona costera y la red fluvial del delta. Los procesos erosivos y de sedimentación, sumados a la alteración de la productividad ecosistémica y los cambios en la biodiversidad de fauna y flora, se ven agravados por las condiciones de desarrollo socioeconómico de la población, dando como resultado una problemática ambiental y social de grandes dimensiones.

Las tasas de acreción y erosión presentadas en este documento, evidencian la acelerada transformación de la línea de costa del delta y la extensión y magnitud de los procesos de cambio que se registran en los lóbulos norte y sur. La marcada dominancia de procesos erosivos en todo el frente litoral del delta niega la hipótesis de acreción en el lóbulo norte debido a la desviación del río Patía y devela la necesidad de profundizar en el estudio de las variables físicas que participan en la evolución de este sistema costero.

Por otro lado, los cambios ecológicos en los ecosistemas de manglar abarcan no sólo la pérdida de extensión de la cobertura vegetal, sino que también involucran la pérdida de la biodiversidad florística debido a la colonización de vegetación de agua dulce y la dominancia de especies de manglar menos vulnerables a las nuevas condiciones de salinidad que se presentan en el lóbulo norte del delta. Los impactos en los ecosistemas estuarinos y de manglar repercuten sobre los servicios ambientales que estos prestan a la población, lo que deriva en una mayor explotación de los recursos naturales por parte de las comunidades costeras debido a la pérdida de productividad de estos ecosistemas.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía Municipal Francisco Pizarro. 2012. Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015 “unidos por el bienestar de todos”. Municipio de Francisco Pizarro, 222 pp.
- Alcaldía Municipal Olaya Herrera. 2012. Proyecto de acuerdo Plan de Desarrollo 2012-2015 “De la Mano con el Pueblo”. Municipio de Olaya Herrera, 222 pp.
- Alcaldía Municipal Mosquera. 2008. Plan de Desarrollo Municipal 2008 – 2011 “Mosquera Positiva”. Municipio de Mosquera, 61 pp.
- Armenakis, C., F. Leduc, I. Cyr, F. Savapol y F. Cavayas. 2003. A comparative analysis of scanned maps and imagery for mapping applications. *ISPRS J. Photogramm.*, 57(5-6): 304-314.
- Bravo-Pazmiño, H. 1998. *Diversidad Cultural y Manglares del Pacífico Colombiano*. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D.C., 360 pp.
- Cantera, J. 1993. Oceanografía. En P. Leyva (ed.). *Colombia Pacífico Vol. 1*. Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis” & Financiera Eléctrica Nacional, Bogotá D.C., pp. 1-23.
- Castillo, R. 1995. El canal Naranjo: Historia de una tragedia socio-ambiental en la cuenca baja del río Patía. Universidad Nacional Sede Medellín, Medellín, 86 pp.
- Coleman, J., H. Roberts y G. Stone. 1998. Mississippi River Delta: an Overview. *J. Coastal Res.*, 14(3): 698-716.
- Conn, B.J. 1983. Aquatic and semi-aquatic flora of the Purari River system. En Petr, T. (ed.). *The Purari-Tropical Environment of a High Rainfall River Basin*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands, pp. 283–293.

- DNP. 2010. Documento CONPES 3660. Política para promover la igualdad de oportunidades para la población negra, afro colombiana, palenquera y raizal. Departamento Nacional de Planeación, Bogotá D.C., 148 p.
- Dahdouh-Guebas, F., S. Hettiarachchi, D. Lo Seen, O. Batelaan, S. Sooriyarachchi, L.P. Jayatissa y N. Koedam. 2005. Transitions in ancient inland freshwater resource management in Sri Lanka affect biota and human populations in and around coastal lagoons. *Curr. Biol.*, 15(6): 579-86.
- Defensoría del pueblo. 2009. Informe Defensorial Canal Naranjo Impactos y Situación Actual. Defensoría Delegada para los Derechos Colectivos y del Ambiente, Bogotá D.C., 39 pp.
- Del Valle Arango, J.I. 1994. Anotaciones sobre el clima de los bosques de guandal del delta del río Patía. *Rev. Fac. Nal. Agr.*, 47(1-2): 145-159.
- Delgado, M.F., W. Gualteros, S. Espinosa, C. Lucero, A.M. Roldan, L.A. Zapata, J.R. Cantera, C. Candelo, C. Palacio, O. Muñoz, G. Mayor y D.L. Gil-Agudelo. 2010. Pianguando - Estrategias para el manejo de la piangua (Cartilla). Serie de publicaciones generales INVEMAR No. 45, Cali, 20 pp.
- ESRI. 2009. World Shaded Relief. [<http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline/standard-maps.html>]. Revisado: 6 Octubre 2010.
- Ericsson, J. P., C.J. Vörösmarty, L. Dingman, L.G. Ward y M. Meybeck. 2006. Effective sea-level rise and deltas: Causes of change and human dimension implications. *Global Planet. Change*, 50(1-2): 63-82.
- Eslava, J. 1993. Climatología. En P. Leyva (ed.). Colombia Pacífico Vol. 1. Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis” & Financiera Eléctrica Nacional, Bogotá D.C., pp. 136-147.

- FUNDEPÚBLICO. 1994. Diagnóstico preliminar de evaluación de los impactos socioeconómicos por la elaboración del canal Naranjo. Fundación para la Defensa del Interés Público.
- González, J., I.D. Correa, y O. Aristizabal. 2002. Evidencias de subsidencia cosísmica en el delta del San Juan. En I. D. Correa y J. D. Restrepo (eds.). Geología y Oceanografía del delta del río San Juan. Litoral Pacífico Colombiano. Fondo Editorial Universidad EAFIT, Medellín, pp. 91-110.
- Gómez, H. 1986. Algunos aspectos neotectónicos hacia el suroeste del litoral Pacífico Surcolombiano. Revista CIAF, 11(1-3): 281-298.
- Gómez, J., A. Nivia, N.E. Montes, D.M. Jiménez, M.J. Sepúlveda, T. Gaona, J.A. Osorio, H. Diederix, M. Mora y M.E. Velásquez. 2007. Atlas Geológico de Colombia Escala 1:500.000. INGEOMINAS. Bogotá D.C.
- Hapke, C. J., D. Reid, B.M. Richmond, P. Ruggiero y J. List. 2006. National Assessment of Shoreline Change Part 3 : Historical Shoreline Change and Associated Coastal Land Loss Along Sandy Shorelines of the California Coast National. U.S. Geological Survey, 79 pp.
- Hays, D. J., W.B., Cohen. 2007. Spatial, spectral and temporal patterns of tropical forest cover change observed with multiple scales of optical satellite data. Remote Sens. Environ., 106: 1–16.
- Herd, D.G., T.L. Youd, H. Meyer, J.L. Arango, W.J. Person y C. Mendoza. 1981. The great Tumaco, Colombia earthquake of December 1979. Science, 211: 441–445.
- Hurcom, S.J., A.R. Harrison, M. Taberner. 1996. Assessment of Biophysical Vegetation Properties through Spectral Decomposition Techniques. Remote Sens. Environ. 56: 203-214.

- IDEAM. 1996. Morfodinámica del delta del río Patía. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- IDEAM. 1997. Morfodinámica, población y amenazas naturales en la Costa Pacífica de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- IDEAM. 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D. C., 72 pp.
- INGEOMINAS e IGAC. 2008a. Investigación Integral del Andén Pacífico Colombiano. Tomo I. Geología. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto Colombiano de Geología y Minería, Bogotá D.C., 165 pp.
- INGEOMINAS e IGAC. 2008b. Investigación Integral del Andén Pacífico Colombiano. Tomo II. Geomorfología. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto Colombiano de Geología y Minería, Bogotá D.C., 64 pp.
- INVEMAR, CRC y CORPONARIÑO. 2006. Unidad ambiental costera de la llanura Aluvial del Sur: Caracterización, Diagnóstico y Zonificación Ambiental. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, Corporación Autónoma Regional de Nariño, Corporación Autónoma Regional del Cauca, Santa Marta, 383 pp.
- Jensen, J.R. 2005. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 526 pp.
- López Vizoso, J.M. 1986. La observación de la tierra desde el Espacio: el mapa de ocupación del suelo de la Comunidad Económica Europea. Estudios geográficos, 50(196): 409-434.

- Martinez, J.O. 1993. Geomorfología. En P. Leyva (ed.). Colombia Pacífico Tomo I. Fondo Fen de Publicaciones, Bogotá D.C., pp. 111-119
- Martínez, J.O., J.L. Gonzalez, O.H. Pilkey y W.J. Neal. 1995. Tropical Barrier Islands of Colombia's Pacific Coast. *J. Coastal Res.*, 11(2): 432-453.
- MINAMBIENTE.1996. El último gran cambio del río Patía. Causas, efectos y soluciones. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D.C.
- Meza-Díaz, B., G.A., Blackburn. 2003. Remote sensing of mangrove biophysical properties: evidence from a laboratory simulation of possible effects of background variation on spectral vegetation indices. *Int. J. Remote Sensing.*, 24(1): 53-73.
- Montagut, E.A. 1998. Principales cambios en la línea de costa del municipio de San Andrés de Tumaco. *Boletín Científico CCCP*, 7: 67-77.
- Moore, L. 2000. Shoreline mapping techniques. *J. Coastal Res.*, 16(1): 111-124.
- Moreno, J.M. 2003. Avulsión de canales en la evolución morfodinámica del delta del río Patía, Colombia. En N. C. Castillo Murillejo y D. N. Alvis Palma (eds.). *El mundo marino de Colombia: investigación y desarrollo de territorios olvidados*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., pp. 121-137.
- Morton, R.A. y F.M. Speed. 1998. Evaluation of shorelines and legal boundaries controlled by water levels on sandy beaches. *J. Coastal Res.*, 14(4): 1373-1384.
- Nivia, A., C. Pérez, J. Sepúlveda. 2003. Geomorfología y Geología de la Plancha 383 Tumaco. INGEOMINAS. Bogotá D.C., 39 pp.
- Overeem, I. y J.P.M. Syvitski. 2009. Dynamics and Vulnerability of Delta Systems. LOICZ Report and Studies No. 35. GKSS Research Center, Geesthacht, 54 pp.
- Pajak, M. J. y S. Leatherman. 2002. The high water line as shoreline indicator. *J. Coastal Res.*, 18(2): 329-337.

- Restrepo, J.D. y B Kjerfve. 2000. Water Discharge and Sediment Load from the Western Slopes of the Colombian Andes with Focus on Rio San Juan. *J. Geol.*, 108(1): 17-33.
- Restrepo, J.D., P. Zapata, J.M. Díaz, J. Garzón-Ferreira y C.B. García. 2006. Fluvial fluxes into the Caribbean Sea and their impact on coastal ecosystems: The Magdalena River, Colombia. *Global Planet. Change*, 50: 33-49.
- Restrepo, J.D. 2008. Vulnerabilidad de los deltas ante el cambio global: contexto mundial y Colombia. En J. D. Restrepo (ed.). *Deltas de Colombia: morfodinámica y vulnerabilidad ante el cambio global*. Fondo Editorial Universidad EAFIT, Medellín, pp. 241-276.
- Restrepo, J.D. 2012. Assessing the effect of sea-level change and human activities on a major delta on the Pacific coast of northern South America: The Patía River. *Geomorphology*, 151-152: 207–223.
- Restrepo, J.D. y J. Cantera. 2011. Discharge diversion in the Patía River delta, the Colombian Pacific: Geomorphic and ecological consequences for mangrove ecosystems. *J. S. Am. Earth Sci.*, en prensa.
- Restrepo, J.D. y S. López. 2008a. Morfodinámica de los deltas de Colombia. En J. D. Restrepo(ed.). *Deltas de Colombia: morfodinámica y vulnerabilidad ante el cambio global*. Fondo Editorial Universidad EAFIT, Medellín, pp. 75-100.
- Restrepo, J.D. y S. López. 2008b. Morphodynamics of the Pacific and Caribbean deltas of Colombia, South America. *J. S. Am. Earth Sci.*, 25(1): 1-21.
- Sánchez-Arcilla, A., J. Jiménez, H. Valdemoro. 1998. The Ebro Delta: Morphodynamics and Vulnerability. *J. Coastal Res.*, 14 (3): 745-772.
- Sánchez Páez, H., R. Álvarez León, O.A. Guevara, A. Zamora, H. Rodríguez, H.E. Bravo Pazmiño. 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del pacífico de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D.C., 343 pp.

- SIGOT. 2011. Sistema de información geográfica para el ordenamiento territorial nacional. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Bogotá D.C. [<http://sigotn.igac.gov.co>]. Revisado: 20 febrero 2011.
- Stanley, D.J. y A. Warne. 1998. Nile Delta in its Destruction Phase. *J. Coastal Res.*, 14(3): 794-825.
- Suárez, M.A., 1990. Estudio geológico regional e interpretación sísmica estratigráfica en la provincia sedimentaria de la Costa Pacífica. Ecopetrol, Informe 2614. Bogotá.
- Suarez, M.A., 2007. Geological Framework of The Pacific Coast Sedimentary Basins, Western Colombia. *Geología Colombiana*, 32: 47-52.
- Syvitski, J.P.M. y Y. Saito. 2007. Morphodynamics of deltas under the influence of humans. *Global Planet. Change*, 57(3-4): 261-282.
- Syvitski, J.P.M., C.J.S. Vörösmarty, A.J. Kettner y P. Green. 2005. Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean. *Science*, 308: 376-380.
- Tavera, H. 2009. Proyecto caracterización, diagnóstico y zonificación de los manglares en el departamento de Nariño, Documentos síntesis. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Corporación Autónoma Regional de Nariño, Fondo Mundial para la Naturaleza Colombia, Bogotá D.C., 50 pp.
- Thieler, E.R., E.A. Himmelstoss, J.L. Zichichi, A. Ergul. 2009. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0—An ArcGIS extension for calculating shoreline change. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278. [<http://pubs.usgs.gov/of/2008/1278/>]. Revisado: 10 enero 2010.
- Thom, B.G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology, Tabasco, Mexico. *J. Ecol.*, 55: 301-343.
- UAESPNN. 2005. Plan de manejo del Parque Nacional Natural Sanquianga. 2005 – 2009. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, 294 pp.

- Universidad del Valle, WWF Colombia, PNN Sanquianga. 2013. Caracterización, diagnóstico y zonificación de los manglares en el Parque Nacional Natural Sanquianga. Iniciativa Global por las Áreas Protegidas y la Adaptación Climática, Cali, 55 pp.
- UNODC y DNE, 2011. Persistencia y Productividad de la Coca en la Región Pacífico 2009-2010. Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito, Dirección Nacional de Estupefacientes, 97 pp.
- UNODC. 2011. Censo de Cultivos de Coca 2010. Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito, Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos, 111 pp.
- Valiela, I., J. Bowen, y J. York. 2001. Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environments. *BioScience*, 50(10): 807-815.
- Van Der Hammen, T. 1958. Estratigrafía del Terciario y Maestrichtiano continental y tectogénesis de los Andes Colombianos. INGEOMINAS, Informe Interno 1279. *Bol. Geol.*, 6 (1 – 3): 56.
- Vann, J. 1959. Landform-vegetation relationships in the Atrato delta. *Ann. Ass. Am. Geogr.*, 49: 345-360.
- Vélez, M.I., M. Wille, H. Hooghiemstra, S. Metcalfe, J. Vanderberghe, y K. van der Borg. 2001. Late Holocene environmental history of the southern Chocó region, Pacific Colombia; sediment, diatom and pollen analysis of core El Caimito. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, 173: 197-214.
- Vörösmarty, C.J.S. y D. Sahagian. 2000. Anthropogenic Disturbance of the Terrestrial Water Cycle. *BioScience*, 50(9): 753-765.
- West, R.C. 1957. The Pacific lowlands of Colombia - a Negroid area of the American tropics. Louisiana University Press, Baton Rouge. 278 pp.

- Wolanski, E. y S. Spagnol. 2000. Environmental degradation by mud in tropical estuaries. *Reg. Environ. Change*, 1(3-4): 152-162.
- WWF. 2005. Diagnóstico socioeconómico del sector piangüero y estado actual del recurso hidrobiológico piangua *Anadara tuberculosa* en la costa pacífica de Nariño. Fondo Mundial para la Naturaleza Colombia, Cali, 35 pp.
- Yang, X., M.C.J. Damen, y R.A. Zuidam. 1999. Satellite remote sensing and GIS for the analysis of channel migration changes in the active Yellow River Delta, China. *Int. J. Appl. Earth Obs.*, 1(2): 146-157.

ANEXO A VALORES DE CAMBIO LÍNEA DE COSTA

SECTOR SANQUIANGA

# Transecto	NSM 1998	EPR 1998	NSM 2001	EPR 2001	NSM 2008	EPR 2008
1	-2.91	-0.24	-11	-3.41	0	0
2	-23.82	-1.97	-41.69	-12.91	-28.78	-4.36
3	-46.69	-3.86	-42.34	-13.11	-31.13	-4.71
4	-61.41	-5.08	-30.72	-9.51	-30.4	-4.6
5	-59.35	-4.91	-31.28	-9.68	-29.64	-4.49
6	-73.36	-6.07	-28.4	-8.79	-18.57	-2.81
7	-88.93	-7.36	-24.19	-7.49	0	0
8	-66.9	-5.53	-37.52	-11.62	0	0
9	-55.1	-4.56	-25.66	-7.94	0	0
10	-40.09	-3.32	-29.1	-9.01	0	0
11	-35.74	-2.96	-24.82	-7.68	0	0
12	-33.6	-2.78	-16.74	-5.18	32.26	4.89
13	-23.28	-1.93	-22.62	-7	37	5.6
14	-14.6	-1.21	-44.85	-13.89	42.67	6.46
15	-14.73	-1.22	-56.66	-17.54	66.35	10.05
16	-36.79	-3.04	-45.48	-14.08	77.5	11.74
17	-44	-3.64	-36.57	-11.32	82.62	12.51
18	-35.37	-2.93	-29.71	-9.2	78.43	11.88
19	-55.01	-4.55	-2.85	-0.88	72.85	11.03
20	-58.6	-4.85	0	0	65.08	9.86
21	-74.76	-6.18	0	0	59.81	9.06
22	-76.02	-6.29	0	0	56.66	8.58
23	-74.88	-6.19	0	0	52.59	7.96
24	-72.03	-5.96	0	0	20.78	3.15
25	-74.18	-6.14	0	0	35.83	5.43
26	-116.53	-9.64	-19.24	-5.96	50.76	7.69
27	-108.18	-8.95	-18.18	-5.63	79.3	12.01
28	-105.74	-8.75	-64.29	-19.9	126.58	19.17
29	-95.37	-7.89	-34.4	-10.65	49.1	7.44
30	-128.9	-10.66	-34.32	-10.63	-49.94	-7.56
31	-85.71	-7.09	-44.19	-13.68	-21.14	-3.2
32	-131.92	-10.91	0	0	18.29	2.77
33	-140.79	-11.64	0	0	55.07	8.34
34	-116.95	-9.67	0	0	37.65	5.7
35	-102.39	-8.47	0	0	4.41	0.67
36	-18.35	-1.52	0	0	0	0

37	-24.66	-2.04	0	0	-13.23	-2
38	-23.95	-1.98	0	0	-13.92	-2.11
39	-17.04	-1.41	0	0	0	0
40	-19.14	-1.58	0	0	0	0
41	-13.07	-1.08	0	0	0	0
42	-11.08	-0.92	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0
45	55.25	4.57	0	0	0	0
46	57.13	4.73	0	0	0	0
47	86.55	7.16	0	0	0	0
48	62.78	5.19	0	0	0	0
49	24.05	1.99	0	0	0	0
50	0	0	0	0	-35.54	-5.38
51	0	0	0	0	-48.14	-7.29
52	0	0	0	0	-33.38	-5.06
53	0	0	0	0	-6.92	-1.05
54	0	0	0	0	13	1.97
55	0	0	0	0	41.78	6.33
56	0	0	0	0	5.59	0.85
57	-145.36	-12.02	0	0	-64.64	-9.79
58	-279.53	-23.12	0	0	-36.35	-5.51
59	-263.87	-21.82	-30.9	-9.57	-12.88	-1.95
60	-273.64	-22.63	-31.34	-9.7	-16.42	-2.49
61	-299.37	-24.76	-41.12	-12.73	0	0
62	-315.73	-26.11	-53.81	-16.66	-3.85	-0.58
63	-309.86	-25.63	-67.66	-20.95	-21.5	-3.26
64	-275.84	-22.81	-102.97	-31.88	-48.97	-7.42
65	-248.54	-20.56	-119.55	-37.01	-73.58	-11.14
66	-233.35	-19.3	-112.91	-34.96	-88.1	-13.34
67	-243.77	-20.16	-99.18	-30.71	-77.89	-11.8
68	-255.49	-21.13	-61.39	-19.01	-67.19	-10.18
69	-262.38	-21.7	-22.94	-7.1	-52.97	-8.02
70	-266.41	-22.03	-40.14	-12.43	13.53	2.05
71	-270.25	-22.35	0	0	17.11	2.59
72	-245.53	-20.31	0	0	11.11	1.68
73	-173.21	-14.33	-19.1	-5.91	3.47	0.53
74	-118.11	-9.77	-30.63	-9.48	0	0
75	-85.52	-7.07	-30.09	-9.32	0	0
76	-64.09	-5.3	-21.81	-6.75	5.52	0.84

77	-49.59	-4.1	-17.31	-5.36	23.37	3.54
78	-50.89	-4.21	-10.07	-3.12	31.77	4.81
79	-6.46	-0.53	-16.84	-5.21	29.32	4.44
80	-17.31	-1.43	-5.05	-1.56	53.45	8.09
81	-19.46	-1.61	0	0	50.85	7.7
82	21.15	1.75	0	0	25.47	3.86
83	52.89	4.37	-12.23	-3.79	31.38	4.75
84	80.42	6.65	-31.05	-9.61	38.41	5.82
85	92.7	7.67	-28.57	-8.85	42.51	6.44
86	94.56	7.82	-20.44	-6.33	40.28	6.1
87	92.99	7.69	-15.27	-4.73	37.77	5.72
88	95.91	7.93	-17.68	-5.47	36.23	5.49
89	88.59	7.33	-6.83	-2.11	35.15	5.32
90	60.23	4.98	0	0	34.87	5.28
91	63.19	5.23	0	0	24.49	3.71
92	65.43	5.41	0	0	26	3.94
93	18.84	1.56	0	0	19.7	2.98
94	-10.26	-0.85	0	0	14.58	2.21
95	-4.18	-0.35	0	0	0	0
96	-5.65	-0.47	0	0	11.26	1.71
97	0	0	0	0	21.17	3.21
98	-8.07	-0.67	0	0	32.91	4.98
99	-5.98	-0.49	0	0	18.86	2.86
100	0	0	0	0	18.41	2.79
101	8.69	0.72	0	0	20.23	3.06
102	-4.46	-0.37	0	0	0	0
103	-55.98	-4.63	0	0	0	0
104	-106.28	-8.79	0	0	0	0
105	-190.67	-15.77	0	0	0	0
106	-123.85	-10.24	0	0	0	0
107	-152.16	-12.59	0	0	0	0
108	-129.74	-10.73	0	0	0	0
109	-48.92	-4.05	-41.02	-12.7	0	0
110	-30.43	-2.52	-38.23	-11.84	0	0
111	-30.92	-2.56	-37.37	-11.57	0	0
112	-33.92	-2.81	-41.38	-12.81	0	0
113	-40.75	-3.37	-45.14	-13.98	0	0
114	-38.56	-3.19	-43.65	-13.51	0	0
115	-34.5	-2.85	-37.78	-11.7	0	0
116	-28.38	-2.35	-35.08	-10.86	0	0

117	-19.72	-1.63	-34.5	-10.68	0	0
118	-16.25	-1.34	-35.57	-11.01	0	0
119	-14.15	-1.17	-32.01	-9.91	0	0
120	-6.89	-0.57	-23.78	-7.36	0	0
121	0.58	0.05	-17.69	-5.48	0	0
122	0.07	0.01	-1.9	-0.59	0	0
123	6.02	0.5	0	0	31.98	4.84
124	30.01	2.48	0	0	70.22	10.63
125	112.61	9.31	0	0	175.32	26.55
126	35.4	2.93	0	0	44.59	6.75
127	9.31	0.77	0	0	39.49	5.98
128	0	0	0	0	40.18	6.09
129	41.62	3.44	0	0	26.23	3.97
130	59.49	4.92	0	0	28.92	4.38
131	81.24	6.72	0	0	30.13	4.56
132	93.27	7.71	0	0	26.7	4.04
133	103.13	8.53	0	0	31.17	4.72
134	68.3	5.65	0	0	82.71	12.53
135	75.6	6.25	0	0	53.82	8.15
136	35.94	2.97	0	0	62.1	9.4
137	3.48	0.29	0	0	53.96	8.17
138	-16.4	-1.36	0	0	32.86	4.98
139	-27.55	-2.28	0	0	26.76	4.05
140	-40.82	-3.38	0	0	15.55	2.35
141	-28.82	-2.38	0	0	17.84	2.7
142	-68.98	-5.71	0	0	18.8	2.85
143	-67.77	-5.61	0	0	20.24	3.07
144	-43.63	-3.61	0	0	1.52	0.23
145	-42.49	-3.51	0	0	0	0
146	-58.07	-4.8	0	0	0	0
147	-69.24	-5.73	0	0	18.04	2.73
148	-66.34	-5.49	0	0	65.28	9.89
149	0	0	0	0	27.87	4.22
150	0	0	0	0	4.46	0.68
151	0	0	0	0	21.12	3.2
152	0	0	0	0	23.79	3.6
153	20.8	1.72	0	0	7.04	1.07
154	-9.06	-0.75	0	0	0	0
155	-16.6	-1.37	0	0	0	0
156	-17.36	-1.44	0	0	0	0

157	-16.69	-1.38	0	0	0	0
158	-16.16	-1.34	0	0	0	0
159	-16.61	-1.37	0	0	0	0
160	-26.32	-2.18	0	0	0	0
161	-40.23	-3.33	0	0	0	0
162	-59.75	-4.94	0	0	0	0
163	-89.09	-7.37	0	0	0	0
164	-82.15	-6.79	0.45	0.14	-0.45	-0.07
165	-82.46	-6.82	3.63	1.12	-3.63	-0.55
166	-65.99	-5.46	0	0	0	0
167	-52.37	-4.33	0	0	0	0
168	-73.86	-6.11	0	0	0	0
169	-97.74	-8.08	0	0	0	0
170	-123.79	-10.24	0	0	0	0
171	-143.73	-11.89	0	0	0	0
172	-143.36	-11.86	0	0	0	0
173	-137.37	-11.36	0	0	0	0
174	-116.35	-9.62	0	0	0	0
175	11.67	0.97	-17.73	-5.49	0	0
176	68.71	5.68	-68.71	-21.27	21.95	3.32
177	120.93	10	-120.93	-37.44	97.26	14.73
178	112.21	9.28	-112.21	-34.74	109.49	16.58
179	105.74	8.75	-104.37	-32.31	104.78	15.87
180	94.27	7.8	-81.41	-25.2	107.15	16.23
181	84.66	7	-61.14	-18.93	109.94	16.65
182	74.18	6.14	-46.02	-14.25	112.16	16.99
183	60.34	4.99	-33.69	-10.43	104.83	15.88
184	48.12	3.98	-22.88	-7.08	97.82	14.81
185	34.24	2.83	-10.5	-3.25	89.48	13.55
186	20.86	1.73	0.11	0.03	82.41	12.48
187	13.73	1.14	0.79	0.24	85.97	13.02
188	6.74	0.56	1.48	0.46	90.29	13.67
189	-0.27	-0.02	2.17	0.67	94.61	14.33
190	-3.77	-0.31	0.78	0.24	92.81	14.06
191	-7.92	-0.66	0.33	0.1	86.58	13.11
192	-12.69	-1.05	0	0	81.25	12.31
193	-20.95	-1.73	0	0	81.2	12.3
194	-29.2	-2.42	0	0	82.2	12.45
195	-37.45	-3.1	0	0	83.22	12.6
196	-36.14	-2.99	0	0	84.1	12.74

197	-33.24	-2.75	0	0	84.55	12.8
198	-30.3	-2.51	0	0	84.99	12.87
199	-28.72	-2.38	0	0	86.52	13.1
200	-29.92	-2.47	0	0	89.92	13.62
201	-31.12	-2.57	0	0	93.32	14.13
202	-29.58	-2.45	0	0	92.55	14.02
203	-26.4	-2.18	0	0	88.95	13.47
204	-19.38	-1.6	0	0	83.45	12.64
205	-2.08	-0.17	0	0	75.54	11.44
206	13.65	1.13	0	0	68.15	10.32
207	29.38	2.43	0	0	60.72	9.2
208	38.28	3.17	0	0	58.72	8.89
209	46.28	3.83	0	0	57.57	8.72
210	47.47	3.93	0	0	58.44	8.85
211	43.57	3.6	0	0	60.3	9.13
212	39.66	3.28	0	0	62.16	9.41
213	36.78	3.04	0	0	64.49	9.77
214	37.4	3.09	0	0	69.46	10.52
215	38.02	3.14	0	0	75.05	11.37
216	37.24	3.08	0	0	79.85	12.09
217	27.68	2.29	0	0	77.98	11.81
218	18.11	1.5	0	0	76.13	11.53
219	8.55	0.71	0	0	74.27	11.25
220	-2.06	-0.17	0	0	73.12	11.07
221	-12	-0.99	0	0	76.14	11.53
222	-21.95	-1.82	0	0	79.17	11.99
223	-31.9	-2.64	0	0	81.79	12.39
224	-31.23	-2.58	0	0	78.58	11.9
225	-30.23	-2.5	0	0	75.19	11.39
226	-25.79	-2.13	-3.74	-1.16	73.37	11.11
227	-17.38	-1.44	-11.73	-3.63	73.15	11.08
228	-9.42	-0.78	-19.18	-5.94	72.65	11
229	-1.46	-0.12	-26.63	-8.24	71.39	10.81
230	7.11	0.59	-27.96	-8.66	64	9.69
231	15.76	1.3	-27.99	-8.67	57.14	8.65
232	23.06	1.91	-26.13	-8.09	45.97	6.96
233	27.61	2.28	-16.72	-5.18	27.83	4.21
234	31.53	2.61	-8.55	-2.65	12.3	1.86
235	35.45	2.93	-0.37	-0.11	-8.46	-1.28
236	35.55	2.94	0	0	-28.07	-4.25

237	35.74	2.96	0	0	-46.68	-7.07
238	35.94	2.97	0	0	-63.63	-9.64
239	27.06	2.24	0	0	-68.25	-10.34
240	11.63	0.96	0	0	-73.99	-11.21
241	-6.22	-0.51	0	0	-76.66	-11.61
242	-29.91	-2.47	0	0	-88.82	-13.45
243	-54.47	-4.51	0	0	-100.98	-15.29
244	-78.67	-6.51	0	0	-100.86	-15.27
245	-102.4	-8.47	0	0	-99.66	-15.09
246	-115.61	-9.56	0	0	-98.41	-14.9
247	-126.77	-10.49	0	0	-92.37	-13.99
248	-139.79	-11.56	0	0	-79.02	-11.97
249	-155.96	-12.9	0	0	-65.39	-9.9
250	-172.52	-14.27	0	0	-51.98	-7.87
251	-185.29	-15.33	-2.2	-0.68	-38.32	-5.8
252	-185.22	-15.32	-16.81	-5.2	-22.97	-3.48
253	-188.11	-15.56	-31.43	-9.73	-7.61	-1.15
254	-206.89	-17.11	-44.11	-13.66	0	0
255	-229.27	-18.96	-54.46	-16.86	0	0
256	-260.86	-21.58	-53.76	-16.64	-27.04	-4.1
257	-267.43	-22.12	-55.3	-17.12	-48.46	-7.34
258	-282.43	-23.36	-61.07	-18.91	-68.25	-10.34
259	-282.25	-23.35	-63.32	-19.6	-78.92	-11.95
260	-297.5	-24.61	-57.83	-17.9	-82.33	-12.47
261	-295.23	-24.42	-49.64	-15.37	-82.18	-12.45
262	-252.49	-20.88	-54.29	-16.81	-83.87	-12.7
263	-233.52	-19.31	-58.04	-17.97	-80.61	-12.21
264	-222.99	-18.44	-59.83	-18.52	-77	-11.66
265	-231.85	-19.18	-45.02	-13.94	-79.96	-12.11
266	-238.89	-19.76	-49.9	-15.45	-73.15	-11.08
267	-130.35	-10.78	0	0	-138.43	-20.96
268	-117.37	-9.71	0	0	-53.11	-8.04
269	-67.8	-5.61	0	0	-34.25	-5.19
270	-91.16	-7.54	0	0	0	0
271	40.81	3.38	0	0	0	0
272	78.65	6.51	18.81	5.82	0	0
273	54.53	4.51	32.53	10.07	0	0
274	41.92	3.47	42.74	13.23	0	0
275	29.74	2.46	56.46	17.48	0	0
276	-16.58	-1.37	0	0	0	0

277	0	0	0	0	0	0
278	-10.61	-0.88	0	0	0	0
279	-25.25	-2.09	0	0	0	0
280	-39.69	-3.28	0	0	0	0
281	-43.99	-3.64	0	0	0	0
282	-49.64	-4.11	0	0	0	0
283	-49.51	-4.1	0	0	0	0
284	-50.2	-4.15	0	0	0	0
285	-57.65	-4.77	0	0	0	0
286	-42.35	-3.5	0	0	0	0
287	-12.92	-1.07	0	0	0	0
288	-8.11	-0.67	0	0	0	0
289	-48.6	-4.02	0	0	0	0
290	-65.76	-5.44	0	0	0	0
291	-22.1	-1.83	0	0	0	0
292	88.59	7.33	0	0	0	0
293	120.15	9.94	0	0	0	0
294	154.48	12.78	0	0	0	0
295	156.94	12.98	0	0	0	0
296	167.65	13.87	0	0	0	0
297	170.94	14.14	0	0	9.22	1.4
298	166.02	13.73	0	0	43.57	6.6
299	160.49	13.27	0	0	46.51	7.04
300	135.47	11.2	0	0	59.25	8.97
301	-220.58	-18.24	0	0	NA	NA
302	-186.47	-15.42	-2.43	-0.75	NA	NA
303	-155.63	-12.87	8.14	2.52	-33.05	-5.01
304	-109.9	-9.09	10.57	3.27	0	0
305	-34.73	-2.87	-15.32	-4.74	0	0
306	0.86	0.07	-57.4	-17.77	0	0
307	14.05	1.16	-69.54	-21.53	0	0
308	29.23	2.42	-43.38	-13.43	0	0
309	54.38	4.5	-28.14	-8.71	0	0
310	79.18	6.55	-6.14	-1.9	0	0
311	69.01	5.71	0	0	0	0
312	40.78	3.37	0	0	0	0
313	-10.56	-0.87	0	0	0	0
314	-73.45	-6.08	0	0	0	0
315	-125.5	-10.38	0	0	0	0
316	-140.54	-11.62	-14.07	-4.36	-16.07	-2.43

317	-139.81	-11.56	-33.91	-10.5	NA	NA
318	-118.45	-9.8	-66.31	-20.53	NA	NA
319	-85.36	-7.06	-70.17	-21.72	NA	NA
320	-46.61	-3.86	-83.62	-25.89	NA	NA
321	13.32	1.1	-166.91	-51.68	0	0
322	28.34	2.34	-17.81	-5.51	-66.69	-10.1
323	-4.01	-0.33	-8.83	-2.73	-0.99	-0.15
324	5.21	0.43	-24.87	-7.7	0	0
325	-38.84	-3.21	-4.54	-1.41	0	0
326	-18.96	-1.57	0	0	0	0
327	11.44	0.95	0	0	0	0
328	21.85	1.81	-16.14	-5	0	0
329	32.84	2.72	-48.29	-14.95	0	0
330	77.09	6.38	-62.53	-19.36	0	0
331	95.27	7.88	-29.56	-9.15	-20.28	-3.07
332	60.56	5.01	-26.7	-8.27	-50.31	-7.62
333	17.37	1.44	-35.98	-11.14	-74.04	-11.21
334	-48.25	-3.99	-56.46	-17.48	-80.53	-12.2
335	-100.66	-8.33	-86.19	-26.68	-57.82	-8.76
336	-141.02	-11.66	-118.94	-36.82	-36.74	-5.56
337	-178.04	-14.73	-100.33	-31.06	-50.27	-7.61
338	-198.43	-16.41	-105.34	-32.61	-56.45	-8.55
339	-190.89	-15.79	-125.36	-38.81	-66.84	-10.12
340	-205.35	-16.98	-138.71	-42.94	-72.55	-10.99
341	-331.2	-27.39	-142.96	-44.26	-45.6	-6.91
342	-360.39	-29.81	-129.35	-40.05	-15.58	-2.36
343	-346.72	-28.68	-121.96	-37.76	-1.2	-0.18
344	-301.54	-24.94	-108.86	-33.7	-46.61	-7.06
345	-297.06	-24.57	-67.48	-20.89	-80.36	-12.17
346	-52.2	-4.32	-3.03	-0.94	-58.38	-8.84
347	-18.37	-1.52	12.12	3.75	0	0
348	-17.68	-1.46	17.68	5.47	0	0
349	2.96	0.24	6.97	2.16	0	0
350	21.9	1.81	0	0	0	0
351	21.61	1.79	0	0	0	0
352	-55.11	-4.56	-33.38	-10.33	-1.36	-0.21
353	-142.1	-11.75	-74.11	-22.94	-1.31	-0.2
354	-274.5	-22.7	-17.24	-5.34	-33.69	-5.1
355	-246.6	-20.4	0	0	-47.95	-7.26
356	-245.02	-20.27	0	0	-73.84	-11.18

357	-255.67	-21.15	0	0	-55.32	-8.38
358	-273.94	-22.66	0	0	-23.1	-3.5
359	-306.09	-25.32	0	0	0	0
360	-312.05	-25.81	0	0	-10.01	-1.52
361	-327.59	-27.1	17.75	5.5	-15.88	-2.4
362	-308.31	-25.5	30.88	9.56	0	0
363	-251.22	-20.78	30.54	9.46	23.97	3.63
364	-201.91	-16.7	4.33	1.34	73.02	11.06
365	-176.58	-14.61	0	0	117.74	17.83
366	-152.82	-12.64	0	0	91.31	13.83
367	-175.12	-14.48	0	0	33.55	5.08
368	-167.82	-13.88	0	0	0	0
369	-173.73	-14.37	0	0	0	0
370	-140.88	-11.65	23.13	7.16	0	0
371	-352.99	-29.2	35.64	11.03	81.3	12.31
372	-437.01	-36.15	14.77	4.57	145.47	22.03
373	-366.27	-30.29	0	0	0	0
374	-309.54	-25.6	0	0	0	0
375	-409.54	-33.87	0	0	138.14	20.92
376	-32.77	-2.71	-31.19	-9.66	80.68	12.22
377	38.15	3.16	-25.92	-8.02	36.9	5.59
378	0	0	0	0	12.09	1.83
379	6.95	0.57	0	0	-8.8	-1.33
380	36.51	3.02	0	0	-21.04	-3.19
381	52.74	4.36	0	0	-1.14	-0.17
382	43.63	3.61	0	0	-25.8	-3.91
383	44.9	3.71	0	0	0	0
384	14.91	1.23	21.95	6.8	143.12	21.67
385	-24.79	-2.05	-0.86	-0.27	0.16	0.02
386	-31.54	-2.61	0.27	0.08	-0.01	0
387	-32.17	-2.66	-0.37	-0.11	0	0
388	-16.89	-1.4	-2.15	-0.67	0	0
389	-23.51	-1.94	0.22	0.07	0.01	0
390	-15.54	-1.29	-0.02	-0.01	0.01	0
391	-45.12	-3.73	0.26	0.08	-0.02	0
392	-39.21	-3.24	1.46	0.45	-0.02	0
393	-29.18	-2.41	0.67	0.21	-0.03	0
394	-16.94	-1.4	2.01	0.62	-0.02	0
395	-7.02	-0.58	0.42	0.13	-0.02	0
396	-25.42	-2.1	0	0	-382.17	-57.88

397	-303.41	-25.1	0	0	-17.84	-2.7
398	-169.53	-14.02	0	0	19.3	2.92
399	-126.6	-10.47	0	0	23.94	3.63
400	-97.44	-8.06	0	0	26.25	3.98
401	-152.69	-12.63	0	0	-15.42	-2.34
402	-184.23	-15.24	0	0	-4.18	-0.63
403	-191.66	-15.85	0	0	-28.95	-4.38
404	-189.45	-15.67	0	0	-77.16	-11.69
405	-319.42	-26.42	0	0	-64.45	-9.76
406	-368.86	-30.51	0	0	-25.74	-3.9
407	-353.55	-29.24	0	0	-10.09	-1.53
408	-285.69	-23.63	0	0	15.81	2.39
409	-279.45	-23.11	-10.21	-3.16	47.08	7.13
410	-282.85	-23.39	-32.31	-10	74.56	11.29
411	-253.29	-20.95	-46.95	-14.54	79.35	12.02
412	-230.28	-19.05	-60.09	-18.6	67.49	10.22
413	-161.68	-13.37	-74.82	-23.16	54.47	8.25
414	-142.62	-11.8	-58.67	-18.16	59.69	9.04
415	-68.77	-5.69	-39.98	-12.38	66.13	10.02
416	-55.84	-4.62	-11.43	-3.54	67.4	10.21
417	-48.17	-3.98	0	0	104.87	15.88
418	-47.96	-3.97	0	0	119.97	18.17
419	-45.85	-3.79	0	0	125.04	18.94
420	-34.15	-2.82	0	0	84.86	12.85
421	-2.54	-0.21	0	0	47.17	7.14
422	18.15	1.5	0	0	9.85	1.49
423	20.35	1.68	0	0	0.03	0
424	3.51	0.29	0	0	0.03	0
425	-11.18	-0.92	0	0	-0.01	0
426	146.98	12.16	4.14	1.28	27.87	4.22
427	210.01	17.37	0	0	34.73	5.26
428	382.71	31.65	0	0	45.96	6.96
429	346.85	28.69	0	0	46.91	7.1
430	318.27	26.32	0	0	31.73	4.81
431	246.69	20.4	0	0	30.89	4.68
432	200.98	16.62	0	0	17.06	2.58
433	36.32	3	15.44	4.78	37.59	5.69
434	33.6	2.78	13.95	4.32	-0.03	0
435	21.59	1.79	14.41	4.46	-0.02	0
436	-117.41	-9.71	-18.36	-5.68	-0.02	0

437	-194.33	-16.07	-24.14	-7.47	-0.02	0
438	-192.89	-15.95	-18.77	-5.81	-0.01	0
439	-193.08	-15.97	-19.96	-6.18	-0.01	0
440	-171.21	-14.16	-17.09	-5.29	-0.01	0
441	-240.47	-19.89	-4.22	-1.31	-0.01	0
442	-290.93	-24.06	46.48	14.39	-0.01	0
443	-262.49	-21.71	19.05	5.9	-0.02	0
444	-268.88	-22.24	21.62	6.69	-0.01	0
445	-204.1	-16.88	0	0	0.57	0.09
446	-209.79	-17.35	0	0	0.57	0.09
447	-100.72	-8.33	17.01	5.27	-0.01	0
448	-147.27	-12.18	0	0	-0.01	0
449	-166.93	-13.81	0	0	-0.01	0
450	-158.27	-13.09	11.09	3.43	0	0
451	-122.25	-10.11	0	0	0	0
452	-136.6	-11.3	0	0	-0.01	0
453	-160.32	-13.26	0	0	-0.01	0
454	-162.89	-13.47	0	0	-0.01	0
455	-170.24	-14.08	0	0	-0.01	0
456	-157.88	-13.06	0	0	-0.01	0
457	-165.21	-13.66	0	0	0	0
458	-213.31	-17.64	0	0	0	0
459	-227.96	-18.85	0	0	-0.02	0
460	-183.37	-15.17	-19.46	-6.02	-0.01	0
461	-172.48	-14.27	-38.96	-12.06	-0.01	0
462	-181.12	-14.98	-26.76	-8.28	-5.88	-0.89
463	-191.56	-15.84	-6.91	-2.14	-52.03	-7.88
464	-180.61	-14.94	0	0	-68.48	-10.37
465	-173.09	-14.32	0	0	-63.59	-9.63
466	-174.72	-14.45	0	0	29.04	4.4
467	-172.4	-14.26	0	0	39.07	5.92
468	-167.21	-13.83	0	0	44.1	6.68
469	-156.29	-12.93	0	0	48.86	7.4
470	-150.17	-12.42	0	0	55.11	8.35
471	-143.31	-11.85	0	0	58.25	8.82
472	-129.75	-10.73	0	0	60.53	9.17
473	-136.68	-11.3	0	0	50.77	7.69
474	-131.53	-10.88	0	0	38.23	5.79
475	-108.37	-8.96	0	0	15.28	2.31
476	-87.41	-7.23	0	0	-0.01	0

477	-81.68	-6.76	0	0	-0.01	0
478	-78.93	-6.53	0	0	-1.27	-0.19
479	-70.89	-5.86	0	0	-25.46	-3.86
480	-70.39	-5.82	-22.18	-6.87	-5.48	-0.83
481	-57.79	-4.78	-32.91	-10.19	-0.01	0
482	-55.24	-4.57	-27.64	-8.56	-0.01	0
483	-44.62	-3.69	-17.07	-5.28	0	0
484	-62.18	-5.14	15.59	4.83	0	0
485	-94.53	-7.82	0	0	0	0
486	-109.09	-9.02	0	0	0	0
487	-109.12	-9.03	0	0	0	0
488	-112.29	-9.29	0	0	0	0
489	-112.69	-9.32	0	0	0	0
490	-104.13	-8.61	0	0	0	0
491	-76.9	-6.36	0	0	0	0
492	-48.38	-4	0	0	0	0
493	-29.39	-2.43	0	0	0	0
494	-3.94	-0.33	0	0	0	0
495	3.96	0.33	0	0	0.03	0
496	4.28	0.35	0	0	0.02	0
497	-13.27	-1.1	0	0	0.02	0
498	-41.22	-3.41	0	0	0.02	0
499	-49.57	-4.1	0	0	-0.01	0
500	-37.85	-3.13	0	0	0	0
501	-17.43	-1.44	0	0	-0.03	0
502	7.33	0.61	0	0	-0.03	0
503	10.19	0.84	0	0	0	0
504	-12.16	-1.01	0	0	0	0
505	-30.68	-2.54	0	0	-0.01	0
506	-185.24	-15.32	0	0	0.05	0.01
507	-152.93	-12.65	-22.91	-7.09	0.06	0.01
508	22.17	1.83	-102.81	-31.83	0.05	0.01
509	-192.21	-15.9	2	0.62	0.07	0.01
510	-163.49	-13.52	0	0	0.05	0.01
511	-181.88	-15.04	0	0	0.05	0.01
512	-200.6	-16.59	0	0	0.05	0.01
513	-195.08	-16.14	0	0	0.06	0.01
514	-146.27	-12.1	0	0	0.05	0.01
515	-78.02	-6.45	0	0	0.05	0.01
516	9.7	0.8	0	0	0.03	0

517	22.41	1.85	0	0	0	0
518	56.2	4.65	-2.29	-0.71	0.59	0.09
519	25.7	2.13	-0.42	-0.13	44.6	6.75
520	-15.47	-1.28	-14.8	-4.58	97.7	14.8
521	-43.22	-3.57	-22.75	-7.04	117.06	17.73
522	-213.56	-17.66	0	0	201.5	30.52
523	-156.57	-12.95	0	0	225.77	34.19
524	-101.68	-8.41	0	0	225.51	34.15
525	-72.71	-6.01	0	0	224.27	33.96
526	-60.61	-5.01	0	0	214.59	32.5
527	-61.68	-5.1	0	0	207.12	31.37
528	-38.96	-3.22	0	0	181.76	27.53
529	-21.91	-1.81	0	0	150.87	22.85
530	-31.37	-2.59	0	0	157.72	23.89
531	-42	-3.47	0	0	167.05	25.3
532	-55.91	-4.62	0	0	168.67	25.54
533	-54.12	-4.48	0	0	148.69	22.52
534	-51.91	-4.29	0	0	122.42	18.54
535	-47.77	-3.95	0	0	86.2	13.05
536	-51.9	-4.29	0	0	80.68	12.22
537	-56.06	-4.64	0	0	79.34	12.02
538	-67.82	-5.61	0	0	81.4	12.33
539	-83.5	-6.91	0	0	91.53	13.86
540	-65.64	-5.43	0	0	63.06	9.55
541	-38.33	-3.17	0	0	25.55	3.87
542	-17.98	-1.49	0	0	8.97	1.36
543	13.22	1.09	-31.24	-9.67	23.36	3.54
544	27.74	2.29	-48.81	-15.11	51.3	7.77
545	42.17	3.49	-50.25	-15.56	92.7	14.04
546	45.16	3.74	-45.16	-13.98	133.64	20.24
547	7.53	0.62	-7.53	-2.33	159.16	24.1
548	-21.86	-1.81	0	0	153.95	23.32
549	0	0	0	0	127.51	19.31
550	0	0	0	0	121.49	18.4
551	0	0	0	0	115.49	17.49
552	0	0	0	0	210.93	31.94
553	0	0	0	0	184.98	28.01
554	0	0	0	0	197.96	29.98
555	0	0	0	0	184.02	27.87
556	0	0	0	0	162.19	24.56

557	0	0	0	0	144.02	21.81
558	0	0	0	0	103.62	15.69
559	0	0	0	0	82.38	12.48
560	0	0	0	0	52.37	7.93
561	0	0	0	0	37.88	5.74
562	0	0	0	0	14.37	2.18
563	0	0	0	0	0.01	0
564	0	0	0	0	0.03	0
565	0	0	0	0	0	0
566	0	0	0	0	0	0
567	0	0	0	0	15.34	2.32
568	4.57	0.38	0	0	49.66	7.52
569	46.04	3.81	0	0	44.93	6.8
570	50.55	4.18	0	0	43.37	6.57
571	23.72	1.96	0	0	44.03	6.67
572	2.1	0.17	0	0	51.47	7.79
573	-40.39	-3.34	0	0	68.67	10.4
574	-98.94	-8.18	0	0	80.67	12.22
575	-157.12	-13	0	0	88.44	13.39
576	-197.41	-16.33	0	0	94.64	14.33
577	-179.64	-14.86	0	0	78.83	11.94
578	-179.25	-14.83	81.61	25.27	0.14	0.02
579	-173.26	-14.33	79.93	24.75	-21.99	-3.33
580	-137.14	-11.34	60.26	18.66	-69.24	-10.49
581	-172.39	-14.26	23.59	7.3	-69.88	-10.58
582	-203.02	-16.79	15.77	4.88	-59.52	-9.01
583	-182.49	-15.09	1.29	0.4	-63.09	-9.55
584	-177.55	-14.69	23.35	7.23	-75.49	-11.43
585	-184.29	-15.24	7.6	2.35	-54.91	-8.32
586	-235.42	-19.47	46.08	14.27	-41.34	-6.26
587	-198.85	-16.45	11.26	3.49	-27.58	-4.18
588	53.78	4.45	-32.7	-10.12	-59.52	-9.01
589	18.28	1.51	9.47	2.93	-9.52	-1.44
590	30.01	2.48	2.87	0.89	-2.92	-0.44
591	26.65	2.2	0.78	0.24	-0.83	-0.13
592	26.48	2.19	1.96	0.61	-2.01	-0.3
593	26.26	2.17	0.76	0.24	-0.81	-0.12
594	13.86	1.15	-0.09	-0.03	0.04	0.01
595	4.74	0.39	0.07	0.02	-0.12	-0.02
596	16.24	1.34	8.96	2.77	-9.01	-1.36

597	22.83	1.89	0.45	0.14	-0.5	-0.08
598	16.82	1.39	3.53	1.09	-3.58	-0.54
599	13.07	1.08	-4.08	-1.26	4.04	0.61
600	12.03	1	-0.58	-0.18	0.53	0.08
601	24.25	2.01	2.09	0.65	-2.14	-0.32
602	25.59	2.12	-2.28	-0.71	2.23	0.34

SECTOR SALAHONDA

#Transecto	NSM 1998	EPR 1998	NSM 2001	EPR 2001	NSM 2008	EPR 2008
1	34.46	2.85	0	0	0	0
2	46.18	3.82	-1.01	-0.36	0	0
3	-94.86	-7.85	160	56.64	0	0
4	-712.2	-58.91	-65.01	-23.01	-49.96	-7.13
5	-230.96	-19.1	4	1.42	-75.87	-10.83
6	-195.31	-16.15	19.19	6.79	-94.32	-13.46
7	-170.86	-14.13	27.31	9.67	-100.56	-14.35
8	-166.48	-13.77	29.46	10.43	-96.13	-13.72
9	-174.22	-14.41	33.19	11.75	-95.67	-13.65
10	-182.03	-15.06	31.77	11.25	-76.03	-10.85
11	-185.63	-15.35	26.04	9.22	-53.3	-7.61
12	-177.96	-14.72	19.46	6.89	-47.41	-6.76
13	-147.3	-12.18	7.43	2.63	-47.14	-6.73
14	-145.2	-12.01	10.07	3.56	-46.17	-6.59
15	-176.11	-14.57	27.52	9.74	-46.97	-6.7
16	-157.28	-13.01	22.6	8	-53.94	-7.7
17	-125.5	-10.38	0	0	-39.78	-5.68
18	-126.06	-10.43	0	0	-35.63	-5.08
19	-133.81	-11.07	0	0	-40.02	-5.71
20	-133.86	-11.07	0	0	-36.38	-5.19
21	-129.89	-10.74	0	0	-41.55	-5.93
22	-117.48	-9.72	0	0	-50.36	-7.19
23	-117.6	-9.73	0	0	-56.66	-8.08
24	-118.19	-9.78	0	0	-50.83	-7.25
25	-119.66	-9.9	0	0	-52.28	-7.46
26	-115.91	-9.59	0	0	-56.28	-8.03
27	-117.25	-9.7	0	0	-50.84	-7.25
28	-124.6	-10.31	0	0	-40.78	-5.82
29	-134.42	-11.12	0	0	-33.82	-4.83
30	-136.86	-11.32	0	0	-29.75	-4.25
31	-145.11	-12	0	0	-31.18	-4.45
32	-161.47	-13.36	0	0	-25.7	-3.67

33	-193.38	-15.99	0	0	-27.35	-3.9
34	-202.02	-16.71	0	0	-21.59	-3.08
35	-180.76	-14.95	0	0	-38.35	-5.47
36	-133.72	-11.06	0	0	-53.85	-7.68
37	-148.26	-12.26	59.49	21.06	-57.05	-8.14
38	-194.2	-16.06	124.65	44.13	-46.02	-6.57
39	-81.2	-6.72	30.25	10.71	0	0
40	-87.88	-7.27	26.85	9.51	0	0
41	-83.03	-6.87	18.66	6.61	0	0
42	-73.61	-6.09	3.66	1.3	0	0
43	-98.37	-8.14	15.68	5.55	0	0
44	-125.93	-10.42	0	0	-29.32	-4.18
45	-127.24	-10.52	0	0	-38.37	-5.48
46	-137.65	-11.39	0	0	-40.96	-5.84
47	-133.71	-11.06	0	0	-46.19	-6.59
48	-77.52	-6.41	0	0	0	0
49	-55.83	-4.62	0	0	0	0
50	-89.97	-7.44	0	0	0	0
51	-77.1	-6.38	0	0	0	0
52	-33.31	-2.76	0	0	0	0
53	-15.55	-1.29	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0
55	-15.57	-1.29	0	0	0	0
56	-1.38	-0.11	0	0	0	0
57	-100.86	-8.34	37.59	13.31	0	0
58	-99.03	-8.19	20.12	7.12	0	0
59	-114.01	-9.43	18.8	6.66	0	0
60	-94.93	-7.85	16.78	5.94	0	0
61	-63.16	-5.22	0	0	0	0
62	-57.34	-4.74	0	0	0	0
63	-66.41	-5.49	0	0	0	0
64	-73.03	-6.04	0	0	0	0
65	-64.1	-5.3	0	0	0	0
66	-49.54	-4.1	0	0	0	0
67	-49.68	-4.11	0	0	0	0
68	-34.06	-2.82	0	0	-12.52	-1.79
69	-49.47	-4.09	0	0	-63.06	-9
70	-155.36	-12.85	0	0	-23.57	-3.36
71	-170.46	-14.1	0	0	-26.3	-3.75
72	-207.99	-17.2	0	0	0	0

73	-166.43	-13.77	0	0	0	0
74	-113.12	-9.36	0	0	0	0
75	11.19	0.93	0	0	0	0
76	-63.81	-5.28	0	0	0	0
77	-87.69	-7.25	0	0	0	0
78	-97.13	-8.03	0	0	0	0
79	42.15	3.49	0	0	0	0
80	43.87	3.63	0	0	0	0
81	-46.01	-3.81	0	0	0	0
82	-89.15	-7.37	0	0	0	0
83	4.04	0.33	0	0	700.18	99.91
84	641.44	53.05	-551.8	-195.34	687.5	98.1
85	232.43	19.22	-159.04	-56.3	148.63	21.21
86	211.06	17.46	-0.34	-0.12	17.58	2.51
87	143.49	11.87	0	0	44.4	6.34
88	116.48	9.63	0	0	39.35	5.61
89	97.03	8.03	0	0	36.76	5.25
90	71.03	5.87	0	0	39.25	5.6
91	65.3	5.4	0	0	38.76	5.53
92	52.75	4.36	0	0	16.31	2.33
93	43.64	3.61	0	0	0	0
94	45.55	3.77	0	0	0	0
95	36.8	3.04	0	0	0	0
96	45.82	3.79	0	0	0	0
97	67.46	5.58	0	0	0	0
98	98.11	8.11	0	0	-33.54	-4.79
99	23.91	1.98	0	0	19.79	2.82
100	37.42	3.1	0	0	-8.4	-1.2
101	39.14	3.24	0	0	-38.17	-5.45
102	-2.7	-0.22	0	0	-41.93	-5.98
103	-44.95	-3.72	0	0	-25.05	-3.57
104	-123.24	-10.19	31.06	11	-34.78	-4.96
105	-181.16	-14.98	38.36	13.58	-54.2	-7.73
106	-206.49	-17.08	34.93	12.37	-70.56	-10.07
107	-234.83	-19.42	34.35	12.16	-64.53	-9.21
108	-202.49	-16.75	28.08	9.94	-41.11	-5.87
109	-60.63	-5.01	0	0	-71.01	-10.13
110	67.19	5.56	69.8	24.71	415.83	59.33
111	41.86	3.46	74.84	26.49	208.59	29.76
112	7.81	0.65	166.23	58.85	100.17	14.29

113	9.35	0.77	147.01	52.04	56.85	8.11
114	4.32	0.36	90.86	32.17	43.98	6.28
115	-5.28	-0.44	79.8	28.25	14.58	2.08
116	-6.02	-0.5	93.48	33.09	0	0
117	31.57	2.61	85.94	30.42	-0.01	0
118	2.57	0.21	73.95	26.18	0	0
119	-21.02	-1.74	37.35	13.22	0	0
120	-32.58	-2.69	24.71	8.75	-22.45	-3.2
121	-162.22	-13.42	0	0	88.11	12.57
122	-84.52	-6.99	0	0	-18.67	-2.66
123	-26.61	-2.2	15.3	5.42	-60.38	-8.62
124	-62.16	-5.14	30.16	10.68	-68.21	-9.73
125	-82.56	-6.83	30.13	10.67	-68.99	-9.84
126	-78.44	-6.49	20.77	7.35	-90.2	-12.87
127	-78.92	-6.53	0	0	-68.16	-9.73
128	-91.63	-7.58	0	0	-51.73	-7.38
129	-93.35	-7.72	0	0	-51.26	-7.31
130	-101.81	-8.42	0	0	-57.82	-8.25
131	-115.31	-9.54	0	0	-43.25	-6.17
132	-91.96	-7.61	0	0	-71.45	-10.2
133	-101.15	-8.37	0	0	-77.41	-11.05
134	-115.49	-9.55	0	0	-67.86	-9.68
135	-143.58	-11.88	20.85	7.38	-65.04	-9.28
136	-129.88	-10.74	0	0	-61.48	-8.77
137	-143.08	-11.83	7.01	2.48	-52.73	-7.52
138	-141.87	-11.73	10.56	3.74	-63.36	-9.04
139	-126.96	-10.5	29.79	10.55	-116.93	-16.68
140	-490.47	-40.57	64.74	22.92	-441.39	-62.98
141	11.21	0.93	-12.67	-4.49	-77.2	-11.02
142	19.14	1.58	-18.88	-6.68	-67.4	-9.62
143	-409.79	-33.89	-213.43	-75.56	-551.31	-78.67
144	-133.71	-11.06	0	0	-191.19	-27.28
145	-101.51	-8.4	0	0	-177.61	-25.34
146	-132.91	-10.99	0	0	-154.15	-22
147	-146.12	-12.09	0	0	-142.88	-20.39
148	-136.48	-11.29	0	0	-128.71	-18.37
149	-182.23	-15.07	30.33	10.74	-113.12	-16.14
150	-192.86	-15.95	31.35	11.1	-104.02	-14.84
151	-183.21	-15.15	24.82	8.79	-82.14	-11.72
152	-167.07	-13.82	18.6	6.58	-63.97	-9.13

153	-90.23	-7.46	0	0	-48.56	-6.93
154	-84.49	-6.99	0	0	-45.38	-6.48
155	-54.78	-4.53	0	0	-47.23	-6.74
156	-61.88	-5.12	0	0	-37.94	-5.41
157	-47.85	-3.96	0	0	-50.36	-7.19
158	-37.03	-3.06	0	0	-52.63	-7.51
159	-43.62	-3.61	0	0	-53.52	-7.64
160	-37.36	-3.09	0	0	-43.67	-6.23
161	21.18	1.75	0	0	-38.65	-5.51
162	29.06	2.4	0	0	-41.95	-5.99
163	18.12	1.5	0	0	-39.59	-5.65
164	0	0	0	0	-29.65	-4.23
165	0	0	0	0	-35.87	-5.12
166	0	0	0	0	-19.75	-2.82
167	10.31	0.85	0	0	-8.11	-1.16
168	-2.43	-0.2	0	0	-0.48	-0.07
169	-16.45	-1.36	0	0	0	0
170	-5.43	-0.45	0	0	0	0
171	0	0	0	0	0	0
172	0	0	0	0	0	0
173	1.91	0.16	0	0	0	0
174	15.21	1.26	0	0	0	0
175	14.7	1.22	0	0	0	0
176	11.5	0.95	0	0	0	0
177	43.59	3.61	0	0	0	0
178	90.98	7.53	0	0	0	0
179	128.94	10.66	0	0	0	0
180	182.34	15.08	0	0	0	0
181	206.86	17.11	0	0	0	0
182	261.37	21.62	0	0	0	0
183	296.18	24.5	0	0	0.01	0
184	326.18	26.98	0	0	0.01	0
185	321.58	26.6	0	0	0	0
186	308.14	25.49	0	0	0	0
187	345.81	28.6	0	0	0	0
188	377.97	31.26	0	0	0	0
189	245.04	20.27	0	0	0	0
190	287.66	23.79	0	0	0	0
191	305.07	25.23	0	0	0	0
192	277.2	22.93	0	0	0	0

193	77.73	6.43	0	0	0.01	0
194	81.43	6.74	0	0	-82.67	-11.8
195	145.6	12.04	0	0	-238.3	-34
196	16.8	1.39	-1.3	-0.46	-248.41	-35.45
197	-40.82	-3.38	0	0	-241.78	-34.5
198	-2.56	-0.21	0	0	-121.63	-17.36
199	-83.95	-6.94	0	0	-104.49	-14.91
200	-112.95	-9.34	0	0	-73.85	-10.54
201	-184.22	-15.24	0	0	-4.03	-0.58
202	-138.69	-11.47	0	0	-55.98	-7.99
203	-139.84	-11.57	0	0	-45.59	-6.51
204	-155.42	-12.85	0	0	-6.09	-0.87
205	-154.91	-12.81	0	0	-33.33	-4.76
206	-62.03	-5.13	0	0	-78.81	-11.25
207	-44.81	-3.71	0	0	-41.88	-5.98
208	97.52	8.07	0	0	-43.12	-6.15
209	51.81	4.29	0	0	38.69	5.52
210	115.57	9.56	0	0	32.41	4.62
211	116.5	9.64	0	0	16.61	2.37
212	79.64	6.59	0	0	10.63	1.52
213	83.76	6.93	0	0	-2.05	-0.29
214	59.55	4.93	0	0	-5.82	-0.83
215	17.88	1.48	0	0	-0.41	-0.06
216	25.08	2.07	0	0	0	0
217	31.62	2.62	0	0	0	0
218	105.01	8.69	0	0	0	0
219	9.24	0.76	0	0	0	0
220	0.72	0.06	12.13	4.29	0	0
221	56.26	4.65	36.66	12.98	0	0
222	122.17	10.1	0	0	0	0
223	119.02	9.84	0	0	0	0
224	100.37	8.3	0	0	0	0
225	117.44	9.71	0	0	0	0
226	-53.93	-4.46	15.87	5.62	0	0
227	-4.38	-0.36	0	0	0	0
228	42.47	3.51	-18.71	-6.62	0	0
229	14.3	1.18	0	0	0	0
230	117.25	9.7	0	0	0	0
231	18.18	1.5	-102.41	-36.25	0	0
232	-31.66	-2.62	-45.78	-16.21	0	0

233	-27.37	-2.26	-47.49	-16.81	0	0
234	-30.51	-2.52	-35	-12.39	0	0
235	-26.56	-2.2	-36.72	-13	0	0
236	-23.14	-1.91	-26.3	-9.31	0	0
237	-21	-1.74	-12.19	-4.32	0	0
238	-23.44	-1.94	0	0	0	0
239	-24.01	-1.99	0	0	0	0
240	-7.65	-0.63	0	0	0	0
241	0	0	0	0	0.01	0
242	0	0	0	0	0	0
243	0	0	0	0	0	0
244	0	0	0	0	0	0
245	0	0	0	0	0	0
246	0	0	105.67	37.41	0	0
247	0	0	143.72	50.88	0	0
248	0	0	167.12	59.16	0	0
249	0	0	185.33	65.61	0	0
250	193.43	16	24.04	8.51	0	0
251	209.27	17.31	21.36	7.56	0	0
252	222.56	18.41	22.37	7.92	0	0
253	237.12	19.61	22.76	8.06	0	0
254	256.47	21.21	6.93	2.45	0	0
255	218.26	18.05	0	0	0	0
256	169.07	13.98	0	0	0	0
257	155.64	12.87	0	0	0	0
258	60.47	5	0	0	0	0
259	-77.13	-6.38	28.25	10	0	0
260	-263.62	-21.8	55.63	19.69	0	0
261	-417.45	-34.53	11.69	4.14	0	0
262	-506.27	-41.87	-0.47	-0.17	0	0
263	-546.33	-45.19	-21.84	-7.73	0	0
264	-678.16	-56.09	0	0	0	0
265	-655.27	-54.2	-67	-23.72	0	0
266	-438.58	-36.28	-46.42	-16.43	-56.9	-8.12
267	-406.14	-33.59	-38.12	-13.49	-114.91	-16.4
268	-398.18	-32.93	-24.61	-8.71	-125.14	-17.86
269	-337	-27.87	0	0	-158.37	-22.6
270	-125.7	-10.4	-61.08	-21.62	-207.89	-29.66
271	-145.64	-12.05	0	0	-104.27	-14.88
272	76.24	6.31	0	0	-61.64	-8.8

273	78.64	6.5	0.16	0.06	-6.14	-0.88
274	197.93	16.37	12.2	4.32	0	0
275	217.71	18.01	27.78	9.83	-21.85	-3.12
276	239.36	19.8	39.09	13.84	-24.02	-3.43
277	149.23	12.34	32.9	11.65	-18.2	-2.6
278	-23.19	-1.92	0	0	0	0
279	-58.3	-4.82	0	0	0	0
280	-46.43	-3.84	0	0	0	0
281	NA	NA	-3.34	-1.18	985.44	140.61
282	-195.37	-16.16	-22.96	-8.13	-54.21	-7.74
283	-192.96	-15.96	-14.44	-5.11	-100.67	-14.36
284	-228.7	-18.92	13.98	4.95	-95.43	-13.62
285	-182.16	-15.07	9.84	3.48	-75.44	-10.76
286	-170.34	-14.09	0	0	-55.15	-7.87
287	-158.37	-13.1	0	0	-43.1	-6.15
288	-120.53	-9.97	-23.22	-8.22	-41.2	-5.88
289	-99.31	-8.21	-35.72	-12.65	-51.59	-7.36
290	-125.21	-10.36	-36.34	-12.86	-41.9	-5.98
291	-116.78	-9.66	-32.94	-11.66	-53.35	-7.61
292	-97.83	-8.09	-39.95	-14.14	-51.82	-7.39
293	-98.04	-8.11	-41.11	-14.55	-56.48	-8.06
294	-93.4	-7.73	-35.97	-12.73	-59.09	-8.43
295	-98.86	-8.18	-23.09	-8.17	-68.66	-9.8
296	-107.48	-8.89	-2.04	-0.72	-73.94	-10.55
297	-99.02	-8.19	0	0	-80.3	-11.46
298	-84.97	-7.03	0	0	-89.62	-12.79
299	-80.93	-6.69	0	0	-103.1	-14.71
300	-66.57	-5.51	-10.6	-3.75	-106.2	-15.15
301	-82.38	-6.81	-33.53	-11.87	-87.12	-12.43
302	-94.01	-7.78	-40.92	-14.49	-74.95	-10.69
303	-107.41	-8.88	-36.14	-12.79	-70.38	-10.04
304	-85.79	-7.1	-38.15	-13.51	-77.04	-10.99
305	-46.43	-3.84	-47.72	-16.89	-87.38	-12.47
306	57.45	4.75	-21.37	-7.57	-98.42	-14.04
307	-35.97	-2.98	0	0	-97.54	-13.92
308	-26.94	-2.23	0.4	0.14	-87.52	-12.49
309	1.39	0.11	17.49	6.19	-49.11	-7.01
310	-281.84	-23.31	331.08	117.21	-28	-4
311	-268.65	-22.22	361.62	128.02	32.19	4.59
312	63.11	5.22	31.64	11.2	107.34	15.32

313	-232.56	-19.24	25.2	8.92	438.49	62.57
314	-546.46	-45.2	0	0	-45.49	-6.49
315	-474.31	-39.23	0	0	-81.78	-11.67
316	-339.55	-28.08	0	0	176.9	25.24
317	-311.66	-25.78	0	0	183.98	26.25
318	-505.67	-41.82	0	0	420.35	59.98
319	-219.93	-18.19	0	0	167.85	23.95
320	160.21	13.25	0	0	-1.66	-0.24
321	382.81	31.66	0	0	-21.93	-3.13
322	60.61	5.01	0	0	-21.11	-3.01
323	-26.19	-2.17	0	0	-17.82	-2.54
324	-112.15	-9.28	0	0	-3.51	-0.5
325	-44.14	-3.65	0	0	-74.63	-10.65
326	-63.3	-5.24	0	0	-63.56	-9.07
327	-71.14	-5.88	0	0	-60.19	-8.59
328	-72.52	-6	0	0	-63.32	-9.04
329	-67.71	-5.6	0	0	-37.28	-5.32
330	-71.97	-5.95	0	0	-28.63	-4.09
331	-82.27	-6.8	0	0	-20.67	-2.95
332	-68.77	-5.69	0	0	-29.15	-4.16
333	-42.4	-3.51	0	0	-29.82	-4.26
334	-11.48	-0.95	0	0	-38.62	-5.51
335	-10.55	-0.87	0	0	-37.94	-5.41
336	-41.84	-3.46	0	0	-24.59	-3.51
337	-43.13	-3.57	0	0	-27.52	-3.93
338	-33.6	-2.78	0	0	-29.6	-4.22
339	-37.23	-3.08	0	0	-16.36	-2.33
340	-40	-3.31	0	0	-11.96	-1.71
341	-32.38	-2.68	0	0	-13.41	-1.91
342	-27.89	-2.31	0	0	-25.95	-3.7
343	-28.68	-2.37	0	0	-29.39	-4.19
344	-26.1	-2.16	0	0	-29.83	-4.26
345	-19.46	-1.61	0	0	-26.74	-3.82
346	-14.98	-1.24	0	0	-18.92	-2.7
347	-18.47	-1.53	0	0	-20.4	-2.91
348	-19.39	-1.6	0	0	-17.79	-2.54
349	-14.18	-1.17	0	0	-24.58	-3.51
350	-11.49	-0.95	0	0	-23.46	-3.35
351	-9.6	-0.79	0	0	-29.6	-4.22
352	-3.31	-0.27	0	0	-41.22	-5.88

353	0	0	0	0	-49.78	-7.1
354	-0.86	-0.07	0	0	-56.73	-8.09
355	0	0	0	0	-66.05	-9.42
356	0	0	0	0	-72.62	-10.36
357	0	0	0	0	-77.67	-11.08
358	0	0	0	0	-71.88	-10.26
359	19.36	1.6	0	0	-70.74	-10.09
360	55.86	4.62	0	0	-100.57	-14.35
361	78.82	6.52	0	0	-112.37	-16.03
362	104.13	8.61	0	0	-121.34	-17.31
363	129.93	10.75	0	0	-141.42	-20.18
364	103.28	8.54	0	0	-122.41	-17.47
365	113.16	9.36	0	0	-32.02	-4.57
366	91.21	7.54	0	0	-9.25	-1.32
367	85.8	7.1	0	0	0	0
368	98.46	8.14	0	0	0	0
369	87.32	7.22	0	0	0	0
370	46.45	3.84	0	0	0	0
371	-9.21	-0.76	0	0	0	0
372	-28.28	-2.34	0	0	0	0
373	-30.22	-2.5	0	0	0	0
374	-28.06	-2.32	0	0	0	0
375	-9.74	-0.81	0	0	0	0
376	-0.62	-0.05	0	0	0	0
377	0	0	0	0	0	0
378	-24.32	-2.01	0	0	0	0
379	10.4	0.86	0	0	0	0
380	431.41	35.68	0	0	0	0
381	204.54	16.92	0	0	0	0
382	-371.12	-30.7	555.56	196.67	-249.88	-35.66
383	-397.23	-32.86	512.69	181.5	-220.59	-31.48
384	-249.72	-20.65	325.75	115.32	-168.13	-23.99
385	-200.94	-16.62	251.95	89.19	-251.95	-35.95
386	-151.85	-12.56	168.91	59.8	-142.02	-20.26
387	-115.22	-9.53	86.6	30.66	-86.04	-12.28
388	-101.04	-8.36	0	0	-28.16	-4.02
389	-71.95	-5.95	0	0	-70.26	-10.03
390	-53.12	-4.39	0	0	-82.68	-11.8
391	-44.38	-3.67	0	0	-72.8	-10.39
392	-39.79	-3.29	0	0	-47.64	-6.8

393	-42.91	-3.55	0	0	-28.49	-4.07
394	-26.88	-2.22	0	0	-44.41	-6.34
395	2.98	0.25	0	0	-66.94	-9.55
396	14.12	1.17	0	0	-64.88	-9.26
397	19.05	1.58	0	0	-67.91	-9.69
398	16.46	1.36	0	0	-61.5	-8.78
399	5.45	0.45	0	0	-61.93	-8.84
400	0.45	0.04	0	0	-57.34	-8.18
401	0	0	0	0	-61.23	-8.74
402	0	0	0	0	-71.34	-10.18
403	0	0	0	0	-73.59	-10.5
404	-2.94	-0.24	0	0	-65.36	-9.33
405	-14.04	-1.16	0	0	-45.62	-6.51
406	-25.19	-2.08	0	0	-39.34	-5.61
407	-34.76	-2.88	0	0	-34.46	-4.92
408	-41.69	-3.45	0	0	-32.93	-4.7
409	-42.45	-3.51	0	0	-36.3	-5.18
410	-43.46	-3.59	0	0	-37.21	-5.31
411	-46.62	-3.86	0	0	-33.24	-4.74
412	-52.36	-4.33	0	0	-16.76	-2.39
413	-60.97	-5.04	0	0	-19.82	-2.83
414	-64.31	-5.32	0	0	-23.11	-3.3
415	-66.31	-5.48	0	0	-20.99	-3
416	-66.07	-5.46	0	0	-27.61	-3.94
417	-65.56	-5.42	0	0	-30.58	-4.36
418	-68.82	-5.69	0	0	-30.61	-4.37
419	-75.56	-6.25	0	0	-27.24	-3.89
420	-81.85	-6.77	0	0	-24.02	-3.43
421	-80.38	-6.65	0	0	-26.38	-3.76
422	-78.29	-6.48	0	0	-30.66	-4.37
423	-83.7	-6.92	0	0	-30.7	-4.38
424	-94.43	-7.81	0	0	-28.34	-4.04
425	-96.63	-7.99	0	0	-27.42	-3.91
426	-89.1	-7.37	0	0	-31.58	-4.51
427	-87.65	-7.25	0	0	-34.02	-4.85
428	-96.92	-8.02	0	0	-32.32	-4.61
429	-109.73	-9.08	0	0	-29.58	-4.22
430	-128.91	-10.66	0	0	-29.76	-4.25
431	-120.61	-9.98	23.97	8.49	-43.04	-6.14
432	-109.64	-9.07	58.24	20.62	-41.91	-5.98

433	-57.08	-4.72	124.92	44.22	-60.58	-8.64
434	-61.05	-5.05	171.99	60.89	-65.39	-9.33
435	-88.63	-7.33	234.03	82.85	-88.74	-12.66
436	-158.16	-13.08	333.5	118.06	-138.1	-19.71
437	-270.62	-22.38	435.2	154.07	-142.89	-20.39
438	-301.74	-24.96	428.95	151.85	-126.16	-18
439	-315.82	-26.12	428.81	151.8	-127.81	-18.24
440	-315.09	-26.06	393.41	139.27	-147.33	-21.02
441	-292.86	-24.22	309.04	109.4	-149.18	-21.29
442	-239.34	-19.8	69.31	24.54	0	0
443	-187.44	-15.5	49.01	17.35	0	0
444	-174.47	-14.43	22.63	8.01	0	0
445	64.3	5.32	-72.42	-25.64	0	0
446	45.52	3.76	-52.98	-18.76	0	0
447	33.9	2.8	-26.79	-9.48	0	0
448	43.16	3.57	-3.46	-1.22	0	0
449	-3.67	-0.3	-24.03	-8.51	0	0
450	40.51	3.35	-14.27	-5.05	0	0
451	-2.66	-0.22	0	0	0	0
452	-17.7	-1.46	0	0	0	0
453	4.7	0.39	0	0	0	0
454	27.89	2.31	-8.31	-2.94	0	0
455	42.3	3.5	-37.89	-13.41	0	0
456	245.45	20.3	-8.4	-2.97	0	0
457	-105.12	-8.69	44.43	15.73	0	0
458	-70.16	-5.8	33.12	11.72	0	0
459	-53.17	-4.4	23.94	8.48	0	0
460	-43.16	-3.57	15.61	5.53	0	0
461	-27.41	-2.27	7.15	2.53	0	0
462	-3.6	-0.3	0	0	0	0
463	1.71	0.14	0	0	0	0
464	2.03	0.17	0	0	0	0
465	2.3	0.19	0	0	0	0
466	12.64	1.05	0	0	0	0
467	18.92	1.56	0	0	0	0
468	23.72	1.96	0	0	0	0
469	23.28	1.93	0	0	0	0
470	25.29	2.09	0	0	0	0
471	17.67	1.46	0	0	0	0
472	16.24	1.34	0	0	0	0

473	17.63	1.46	0	0	0	0
474	14.05	1.16	0	0	0	0
475	16.96	1.4	0	0	0	0
476	11.35	0.94	0	0	0	0
477	5.73	0.47	0	0	0	0
478	14.22	1.18	0	0	0	0
479	24.73	2.05	0	0	0	0
480	12.87	1.06	0	0	0	0
481	8.59	0.71	0	0	0	0
482	16.79	1.39	0	0	0	0
483	10.34	0.86	0	0	0	0
484	23.19	1.92	0	0	0	0
485	20.14	1.67	0	0	0	0
486	7.32	0.61	33.5	11.86	0	0
487	8.46	0.7	38.01	13.46	0	0
488	-7.81	-0.65	45.96	16.27	0	0
489	-0.81	-0.07	35.35	12.51	0	0
490	-11.37	-0.94	45.19	16	0	0
491	-62.98	-5.21	62.98	22.3	0	0
492	12.24	1.01	-12.24	-4.33	0	0
493	13.28	1.1	-12.53	-4.44	0	0
494	-39.24	-3.25	64.99	23.01	0	0
495	-52.63	-4.35	54.71	19.37	0	0
496	-5.52	-0.46	40.68	14.4	0	0
497	-19.9	-1.65	40.66	14.39	0	0
498	4.31	0.36	32.71	11.58	0	0
499	3.34	0.28	27.39	9.7	0	0
500	3.18	0.26	27.04	9.57	0	0
501	16.65	1.38	25.92	9.18	0	0
502	11.97	0.99	18.68	6.61	0	0
503	13.34	1.1	17.62	6.24	0	0
504	20.69	1.71	35.25	12.48	0	0
505	12.33	1.02	44.78	15.85	0	0
506	13.63	1.13	40.35	14.28	0	0
507	18.37	1.52	35.7	12.64	0	0
508	23.71	1.96	33.06	11.7	0	0
509	30.88	2.55	24.8	8.78	0	0
510	39.8	3.29	20.33	7.2	0	0
511	44.92	3.72	22.54	7.98	0	0
512	46.03	3.81	26.54	9.4	0	0

513	43	3.56	35.29	12.49	0	0
514	37.61	3.11	28.83	10.21	0	0
515	29.49	2.44	21.59	7.64	0	0
516	15.23	1.26	17.22	6.1	0	0
517	9.92	0.82	26.41	9.35	0	0

NSM: Net Shoreline Movement EPR: End Point Rate NA: Sin datos

ANEXO B VALORES DE COBERTURAS

COBERTURA (ha)	ROI A		ROI B		ROI C	
	1986	2001	1986	2001	1986	2001
Bosque	676.88	788.84	39.47	43.20	3877.86	3318.14
Manglar B	2820.27	3891.69	2137.41	1841.79	1076.62	761.38
Manglar C	3635.03	1890.78	3269.99	3296.11	1495.51	992.61
Pantano	1651.76	2398.98	1086.25	1369.01	675.43	1855.16
Playa	161.29	90.12	75.70	61.65	0.00	0.00
Vegetación	726.66	1499.88	218.64	623.54	2298.75	3268.50

ANEXO C HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA

SECTOR SANQUIANGA

Periodo 1986-1998

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Real Acumulada
1	-40	-35	-37.5	1	0.17%	1	0.17%
2	-35	-30	-32.5	3	0.50%	4	0.66%
3	-30	-25	-27.5	14	2.33%	18	2.99%
4	-25	-20	-22.5	34	5.65%	52	8.64%
5	-20	-15	-17.5	43	7.14%	95	15.78%
6	-15	-10	-12.5	70	11.63%	165	27.41%
7	-10	-5	-7.5	70	11.63%	235	39.04%
8	-5	0	-2.5	205	34.05%	440	73.09%
9	0	5	2.5	117	19.44%	557	92.52%
10	5	10	7.5	31	5.15%	588	97.67%
11	10	15	12.5	8	1.33%	596	99.00%
12	15	20	17.5	2	0.33%	598	99.34%
13	20	25	22.5	1	0.17%	599	99.50%
14	25	30	27.5	2	0.33%	601	99.83%
15	30	35	32.5	1	0.17%	602	100.00%
16	35	40	37.5	0	0.00%	602	100.00%

Periodo 1998-2001

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Real Acumulada
1	-55	-50	-52.5	1	0.17%	1	0.17%
2	-50	-45	-47.5	0	0.00%	1	0.17%
3	-45	-40	-42.5	3	0.50%	4	0.66%
4	-40	-35	-37.5	5	0.83%	9	1.50%
5	-35	-30	-32.5	9	1.50%	18	2.99%
6	-30	-25	-27.5	3	0.50%	21	3.49%
7	-25	-20	-22.5	8	1.33%	29	4.82%
8	-20	-15	-17.5	23	3.82%	52	8.64%
9	-15	-10	-12.5	37	6.15%	89	14.78%
10	-10	-5	-7.5	60	9.97%	149	24.75%
11	-5	0	-2.5	390	64.78%	539	89.53%
12	0	5	2.5	42	6.98%	581	96.51%
13	5	10	7.5	12	1.99%	593	98.50%
14	10	15	12.5	5	0.83%	598	99.34%
15	15	20	17.5	2	0.33%	600	99.67%
16	20	25	22.5	1	0.17%	601	99.83%
17	25	30	27.5	1	0.17%	602	100.00%
18	30	35	32.5	0	0.00%	602	100.00%
19	35	40	37.5	0	0.00%	602	100.00%
20	40	45	42.5	0	0.00%	602	100.00%
21	45	50	47.5	0	0.00%	602	100.00%
22	50	55	52.5	0	0.00%	602	100.00%

Periodo 2001-2008

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Real Acumulada
1	-60	-55	-57.5	1	0.17%	1	0.17%
2	-55	-50	-52.5	0	0.00%	1	0.17%
3	-50	-45	-47.5	0	0.00%	1	0.17%
4	-45	-40	-42.5	0	0.00%	1	0.17%
5	-40	-35	-37.5	0	0.00%	1	0.17%
6	-35	-30	-32.5	0	0.00%	1	0.17%
7	-30	-25	-27.5	0	0.00%	1	0.17%
8	-25	-20	-22.5	1	0.17%	2	0.34%
9	-20	-15	-17.5	3	0.50%	5	0.84%
10	-15	-10	-12.5	32	5.37%	37	6.21%
11	-10	-5	-7.5	36	6.04%	73	12.25%
12	-5	0	-2.5	255	42.79%	328	55.03%
13	0	5	2.5	86	14.43%	414	69.46%
14	5	10	7.5	69	11.58%	483	81.04%
15	10	15	12.5	71	11.91%	554	92.95%
16	15	20	17.5	17	2.85%	571	95.81%
17	20	25	22.5	11	1.85%	582	97.65%
18	25	30	27.5	7	1.17%	589	98.83%

19	30	35	32.5	7	1.17%	596	100.00%
20	35	40	37.5	0	0.00%	596	100.00%
21	40	45	42.5	0	0.00%	596	100.00%
22	45	50	47.5	0	0.00%	596	100.00%
23	50	55	52.5	0	0.00%	596	100.00%
24	55	60	57.5	0	0.00%	596	100.00%

SECTOR SALAHONDA

Periodo 1986-1998

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Real Acumulada
1	-60	-55	-57.5	2	0.39%	2	0.39%
2	-55	-50	-52.5	1	0.19%	3	0.58%
3	-50	-45	-47.5	2	0.39%	5	0.97%
4	-45	-40	-42.5	3	0.58%	8	1.55%
5	-40	-35	-37.5	2	0.39%	10	1.94%
6	-35	-30	-32.5	6	1.16%	16	3.10%
7	-30	-25	-27.5	5	0.97%	21	4.07%
8	-25	-20	-22.5	7	1.36%	28	5.43%
9	-20	-15	-17.5	24	4.65%	52	10.08%
10	-15	-10	-12.5	54	10.47%	106	20.54%
11	-10	-5	-7.5	100	19.38%	206	39.92%
12	-5	0	-2.5	129	25.00%	335	64.92%
13	0	5	2.5	110	21.32%	445	86.24%
14	5	10	7.5	33	6.40%	478	92.64%
15	10	15	12.5	9	1.74%	487	94.38%
16	15	20	17.5	13	2.52%	500	96.90%
17	20	25	22.5	7	1.36%	507	98.26%
18	25	30	27.5	5	0.97%	512	99.22%
19	30	35	32.5	2	0.39%	514	99.61%
20	35	40	37.5	1	0.19%	515	99.81%
21	40	45	42.5	0	0.00%	515	99.81%
22	45	50	47.5	0	0.00%	515	99.81%
23	50	55	52.5	1	0.19%	516	100.00%
24	55	60	57.5	0	0.00%	516	100.00%

Periodo 1998-2001

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Real Acumulada
1	-200	-195	-197.5	1	0.19%	1	0.19%
2	-195	-190	-192.5	0	0.00%	1	0.19%
3	-190	-185	-187.5	0	0.00%	1	0.19%
4	-185	-180	-182.5	0	0.00%	1	0.19%
5	-180	-175	-177.5	0	0.00%	1	0.19%
6	-175	-170	-172.5	0	0.00%	1	0.19%
7	-170	-165	-167.5	0	0.00%	1	0.19%

8	-165	-160	-162.5	0	0.00%	1	0.19%
9	-160	-155	-157.5	0	0.00%	1	0.19%
10	-155	-150	-152.5	0	0.00%	1	0.19%
11	-150	-145	-147.5	0	0.00%	1	0.19%
12	-145	-140	-142.5	0	0.00%	1	0.19%
13	-140	-135	-137.5	0	0.00%	1	0.19%
14	-135	-130	-132.5	0	0.00%	1	0.19%
15	-130	-125	-127.5	0	0.00%	1	0.19%
16	-125	-120	-122.5	0	0.00%	1	0.19%
17	-120	-115	-117.5	0	0.00%	1	0.19%
18	-115	-110	-112.5	0	0.00%	1	0.19%
19	-110	-105	-107.5	0	0.00%	1	0.19%
20	-105	-100	-102.5	0	0.00%	1	0.19%
21	-100	-95	-97.5	0	0.00%	1	0.19%
22	-95	-90	-92.5	0	0.00%	1	0.19%
23	-90	-85	-87.5	0	0.00%	1	0.19%
24	-85	-80	-82.5	0	0.00%	1	0.19%
25	-80	-75	-77.5	1	0.19%	2	0.39%
26	-75	-70	-72.5	0	0.00%	2	0.39%
27	-70	-65	-67.5	0	0.00%	2	0.39%
28	-65	-60	-62.5	0	0.00%	2	0.39%
29	-60	-55	-57.5	1	0.19%	3	0.58%
30	-55	-50	-52.5	0	0.00%	3	0.58%
31	-50	-45	-47.5	0	0.00%	3	0.58%
32	-45	-40	-42.5	0	0.00%	3	0.58%
33	-40	-35	-37.5	1	0.19%	4	0.77%
34	-35	-30	-32.5	0	0.00%	4	0.77%
35	-30	-25	-27.5	1	0.19%	5	0.97%
36	-25	-20	-22.5	3	0.58%	8	1.55%
37	-20	-15	-17.5	5	0.97%	13	2.51%
38	-15	-10	-12.5	14	2.71%	27	5.22%
39	-10	-5	-7.5	13	2.51%	40	7.74%
40	-5	0	-2.5	341	65.96%	381	73.69%
41	0	5	2.5	15	2.90%	396	76.60%
42	5	10	7.5	44	8.51%	440	85.11%
43	10	15	12.5	32	6.19%	472	91.30%
44	15	20	17.5	7	1.35%	479	92.65%
45	20	25	22.5	7	1.35%	486	94.00%
46	25	30	27.5	3	0.58%	489	94.58%
47	30	35	32.5	4	0.77%	493	95.36%
48	35	40	37.5	1	0.19%	494	95.55%
49	40	45	42.5	2	0.39%	496	95.94%
50	45	50	47.5	0	0.00%	496	95.94%
51	50	55	52.5	2	0.39%	498	96.32%
52	55	60	57.5	4	0.77%	502	97.10%
53	60	65	62.5	1	0.19%	503	97.29%

54	65	70	67.5	1	0.19%	504	97.49%
55	70	75	72.5	0	0.00%	504	97.49%
56	75	80	77.5	0	0.00%	504	97.49%
57	80	85	82.5	1	0.19%	505	97.68%
58	85	90	87.5	1	0.19%	506	97.87%
59	90	95	92.5	0	0.00%	506	97.87%
60	95	100	97.5	0	0.00%	506	97.87%
61	100	105	102.5	0	0.00%	506	97.87%
62	105	110	107.5	1	0.19%	507	98.07%
63	110	115	112.5	0	0.00%	507	98.07%
64	115	120	117.5	3	0.58%	510	98.65%
65	120	125	122.5	0	0.00%	510	98.65%
66	125	130	127.5	1	0.19%	511	98.84%
67	130	135	132.5	0	0.00%	511	98.84%
68	135	140	137.5	1	0.19%	512	99.03%
69	140	145	142.5	0	0.00%	512	99.03%
70	145	150	147.5	0	0.00%	512	99.03%
71	150	155	152.5	3	0.58%	515	99.61%
72	155	160	157.5	0	0.00%	515	99.61%
73	160	165	162.5	0	0.00%	515	99.61%
74	165	170	167.5	0	0.00%	515	99.61%
75	170	175	172.5	0	0.00%	515	99.61%
76	175	180	177.5	0	0.00%	515	99.61%
77	180	185	182.5	1	0.19%	516	99.81%
78	185	190	187.5	0	0.00%	516	99.81%
79	190	195	192.5	0	0.00%	516	99.81%
80	195	200	197.5	1	0.19%	517	100.00%

Periodo 2001-2008

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Real Acumulada
1	-150	-145	-147.5	0	0.00%	0	0.00%
2	-145	-140	-142.5	0	0.00%	0	0.00%
3	-140	-135	-137.5	0	0.00%	0	0.00%
4	-135	-130	-132.5	0	0.00%	0	0.00%
5	-130	-125	-127.5	0	0.00%	0	0.00%
6	-125	-120	-122.5	0	0.00%	0	0.00%
7	-120	-115	-117.5	0	0.00%	0	0.00%
8	-115	-110	-112.5	0	0.00%	0	0.00%
9	-110	-105	-107.5	0	0.00%	0	0.00%
10	-105	-100	-102.5	0	0.00%	0	0.00%
11	-100	-95	-97.5	0	0.00%	0	0.00%
12	-95	-90	-92.5	0	0.00%	0	0.00%
13	-90	-85	-87.5	0	0.00%	0	0.00%
14	-85	-80	-82.5	0	0.00%	0	0.00%
15	-80	-75	-77.5	1	0.19%	1	0.19%

16	-75	-70	-72.5	0	0.00%	1	0.19%
17	-70	-65	-67.5	0	0.00%	1	0.19%
18	-65	-60	-62.5	1	0.19%	2	0.39%
19	-60	-55	-57.5	0	0.00%	2	0.39%
20	-55	-50	-52.5	0	0.00%	2	0.39%
21	-50	-45	-47.5	0	0.00%	2	0.39%
22	-45	-40	-42.5	0	0.00%	2	0.39%
23	-40	-35	-37.5	3	0.58%	5	0.97%
24	-35	-30	-32.5	3	0.58%	8	1.55%
25	-30	-25	-27.5	3	0.58%	11	2.13%
26	-25	-20	-22.5	9	1.74%	20	3.87%
27	-20	-15	-17.5	13	2.51%	33	6.38%
28	-15	-10	-12.5	48	9.28%	81	15.67%
29	-10	-5	-7.5	106	20.50%	187	36.17%
30	-5	0	-2.5	300	58.03%	487	94.20%
31	0	5	2.5	8	1.55%	495	95.74%
32	5	10	7.5	8	1.55%	503	97.29%
33	10	15	12.5	2	0.39%	505	97.68%
34	15	20	17.5	1	0.19%	506	97.87%
35	20	25	22.5	2	0.39%	508	98.26%
36	25	30	27.5	3	0.58%	511	98.84%
37	30	35	32.5	0	0.00%	511	98.84%
38	35	40	37.5	0	0.00%	511	98.84%
39	40	45	42.5	0	0.00%	511	98.84%
40	45	50	47.5	0	0.00%	511	98.84%
41	50	55	52.5	0	0.00%	511	98.84%
42	55	60	57.5	2	0.39%	513	99.23%
43	60	65	62.5	1	0.19%	514	99.42%
44	65	70	67.5	0	0.00%	514	99.42%
45	70	75	72.5	0	0.00%	514	99.42%
46	75	80	77.5	0	0.00%	514	99.42%
47	80	85	82.5	0	0.00%	514	99.42%
48	85	90	87.5	0	0.00%	514	99.42%
49	90	95	92.5	0	0.00%	514	99.42%
50	95	100	97.5	2	0.39%	516	99.81%
51	100	105	102.5	0	0.00%	516	99.81%
52	105	110	107.5	0	0.00%	516	99.81%
53	110	115	112.5	0	0.00%	516	99.81%
54	115	120	117.5	0	0.00%	516	99.81%
55	120	125	122.5	0	0.00%	516	99.81%
56	125	130	127.5	0	0.00%	516	99.81%
57	130	135	132.5	0	0.00%	516	99.81%
58	135	140	137.5	0	0.00%	516	99.81%
59	140	145	142.5	1	0.19%	517	100.00%
60	145	150	147.5	0	0.00%	517	100.00%