

# PLAN DE ACCIÓN INTEGRAL PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN DE LA MOJANA



Marzo de 2016

**FONDO ADAPTACIÓN**  
**Ministerio de Hacienda**  
**y Crédito Público**

**Gerente**  
Germán Arce

**Jefe oficina de control interno y de gestión**

María Claudia Gutiérrez

**Jefe oficina asesora de planeación y cumplimiento**

Sandra Correa

**Secretaria general**

Neifis Isabel Araujo Luquez

**Subgerente de regiones**

Luis Villegas

**Subgerente de estructuración**

Rutty Paola Ortiz

**Subgerente de proyectos (e)**

Frank Paipilla

**Subgerente de gestión del riesgo**

Alfredo Martínez

**MACROPROYECTO LA**  
**MOJANA**

**Equipo técnico de**  
**estructuración del Plan**  
**de Acción**

**Supervisión**

Juanita López

**Coordinación Técnica**

Maria Isabel Patiño – Coordinadora técnica

Anibal José Pérez

Mónica Andrea Linares

Carlos Enrique Niño

Adriana Paola Londoño Q.

**Equipo de Evaluación del Riesgo**

Omar Diario Cardona

Gabriel Bernal

**Equipo de Evaluación de la Amenaza**

Nelson Obregón – Director del Proyecto

Cristian Gilberto Plazas

Juan Pablo Macías

Jaime Andrés Moreno

José Edilberto Sánchez

Leonardo García

Miguel Ángel Hernández

Miguel Ángel Vanegas

Ángela Tatiana Rodríguez

Marinela Valencia

Carlos Martín

**Equipo Plan de Acción**

José Leibovich – Coordinador

Guillermo Llinás

Andrés Ricardo Morales

Paula Kamila Guerrero

Maria Fernando Pereira

Eliana Andrea Pedraza

**Imágenes de portada**

Vista de canales Sinú desde el aire – Instituto Colombiano de Antropología e Historia.

**Cómo citar este documento**

Fondo Adaptación (2016). *Plan De Acción Integral para la reducción del riesgo de inundaciones y adaptación al cambio climático en la región de La Mojana.*



## Tabla de contenido

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN .....	10
ANTECEDENTES.....	12
<b>II. CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN DE LA MOJANA .....</b>	<b>16</b>
EXPOSICIÓN FÍSICA.....	16
Asentamientos humanos .....	16
Inventario de la infraestructura de transporte.....	17
Estructuras hidráulicas.....	18
SITUACIÓN SOCIAL, ECONÓMICA Y ECOLÓGICA .....	20
Características de la población .....	20
Situación productiva .....	23
CONDICIONES AMBIENTALES E HIDROLÓGICAS DE LA REGIÓN .....	27
Biodiversidad.....	27
Servicios Ecosistémicos.....	29
Pulsos de inundación .....	30
PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO .....	32
CAPACIDAD INSTITUCIONAL .....	33
Situación del catastro.....	33
Tenencia de la tierra .....	36
Usos y conflictos en el uso del suelo.....	36
Problemas institucionales para la planeación regional .....	38
<b>III. ESTRUCTURACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN .....</b>	<b>39</b>
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO.....	40
EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACIÓN.....	42
Modelación hidrológica .....	45
Modelo Hidrodinámico Unidimensional (1D).....	50
Modelo bidimensional (2D) .....	53
Simulación de escenarios de amenaza .....	55
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO .....	60
Metodología.....	60
Alternativas de intervención estructurales.....	62
Resultados de la modelación del riesgo para las alternativas propuestas .....	67
ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LAS ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN.....	74
Variables individuales de intervenciones estructurales .....	74
<b>IV. MARCO CONCEPTUAL DEL PLAN DE ACCIÓN: MODELO HOLÍSTICO .....</b>	<b>78</b>
MODELO DE PRIORIZACIÓN .....	82
RESULTADOS DE LA PRIORIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN .....	84
<b>V. PLAN DE ACCIÓN .....</b>	<b>88</b>
PROGRAMAS Y PROYECTOS .....	88

Infraestructura más segura y sostenible.....	88
Hábitat saludable .....	89
Desarrollo socio-económico adaptado .....	89
Recuperación de las dinámicas ambientales .....	91
Gobernanza y fortalecimiento de capacidades locales .....	91
FINANCIAMIENTO .....	92
CRONOGRAMA.....	96
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>97</b>
ANEXOS .....	101
Anexo I. Fase de estructuración.....	101
Anexo II. Fichas de proyectos.....	117

## Índice de Figuras

Figura 1. Conjunto de modelos propuestos en el marco de la modelación hidrodinámica de la región de La Mojana. ....	43
Figura 2. Esquema de cuencas aledañas a la región de La Mojana modeladas hidrológicamente .....	41
Figura 3. Bloques de modelos hidrológicos para el modelamiento hidrodinámico de la Mojana .....	44
Figura 4. Conceptualización del modelo lluvia escorrentía .....	45
Figura 5. Esquemmatización del proceso lluvia escorrentía para el modelo de Sacramento .....	46
Figura 6. Subdivisión en áreas de drenaje para cada uno de los bloques de modelos hidrológicos en la Mojana .....	47
Figura 7. Esquemmatización en Sobek del bloque hidrónico modelo hidrodinámico.....	48
Figura 8. Construcción de la red prioritaria .....	51
Figura 9. Calibración del modelo .....	52
Figura 10. Series de caudales simulados y observados para el sitio de la estación Magangué-La Esperanza .....	52
Figura 11. Construcción del modelo 1D-2D .....	53
Figura 12. Resultado del modelo para resoluciones de i) 600 m (izquierda) y ii) 200 m (derecha) .....	51
Figura 14. Curva de Fragilidad.....	56
Figura 15. Escenarios de amenaza por inundación para diferentes frecuencias de ocurrencia .....	57

## Índice de Gráficos

Gráfico 1. Relación temporal del ONI (Oceanic Niño Index) e intervenciones y proyectos en La Mojana	12
Gráfico 2. Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) de la Mojana .....	20
Gráfico 3. Desplazamiento Forzado en la Mojana entre 1999 y 2012: Personas desplazadas por municipio y año de llegada. ....	21
Gráfico 4. Distribución de cultivos permanentes y transitorios .....	26
Gráfico 5. Actividad económica de establecimientos.....	27
Gráfico 6. Cantidad, área y valor de los predios de La Mojana por rangos de avalúo .....	35
Gráfico 7. Estudios técnicos compilados en el marco de la estructuración del Plan de Acción por temática .....	42
Gráfico 8. Histograma de las 10.000 afluencias anuales agregadas en la Mojana .....	57
Gráfico 9. Comparación de PAE total y relativa para el portafolio completo de edificaciones.....	69
Gráfico 10. Comparación de primas por municipio. ....	69
Gráfico 11. Comparación de primas por sistema estructural de la edificación .....	69
Gráfico 12. Comparación de primas por material de construcción .....	70
Gráfico 13. Comparación de primas por uso de la edificación .....	70
Gráfico 14. Pérdida Anual Esperada Relativa, %.....	71
Gráfico 15. Opciones óptimas de intervención estructural en La Mojana .....	76
Gráfico 16. Modelo de Presión y Liberación de los Desastres (PAR) para La Mojana .....	79
Gráfico 17. Modelo Holístico para la Gestión del Riesgo de Desastres .....	81
Gráfico 18. Modelo de priorización .....	83
Gráfico 19. Ponderadores de los factores de fragilidad socioeconómica .....	82
Gráfico 20. Ponderadores de los factores resiliencia institucional, ambiental y de adaptación.....	83
Gráfico 21. Priorización municipal de proyectos estimada a partir del cálculo del riesgo Total.....	87
Gráfico 22. Distribución de los recursos por componente .....	93
Gráfico 23. Recursos apropiados, por apropiar y de cofinanciación para implementar el Plan de Acción	94

## Índice de Mapas

Mapa 1. Municipios de la zona núcleo de La Mojana.....	11
Mapa 2. Zona de transición acuática/terrestre de La Mojana .....	31

Mapa 3. Índice de equidad en la distribución de la tierra (2009).....	36
Mapa 4. Usos del suelo .....	37
Mapa 5. Vocación y conflictos en el uso del suelo .....	38
Mapa 6. Calibración del modelo2D.....	55
Mapa 7. Amenaza integrada para un período de retorno T= 50 años .....	60
Mapa 8. Amenaza integrada por inundación para diferentes alternativas (T=500 años) .....	68
Mapa 9. Probabilidad de excedencia para 1.0 m de inundación en 50 años .....	69
Mapa 10. Cambio porcentual en la Pérdida Anual Esperada por municipio .....	73
Mapa 11. Priorización municipal de proyectos por componente del riesgo Total.....	86

## Índice de Tablas

Tabla 1. Población, extensión y edificaciones por municipio de La Mojana.....	17
Tabla 2. Número de puentes de acuerdo a su tipo en cada municipio. ....	18
Tabla 3. Número de muelles identificados de acuerdo a su tipo, cauce en cada Municipio.....	18
Tabla 4. Diques.....	19
Tabla 5. Muros de contención .....	19
Tabla 6. Protección de orillas.....	20
Tabla 7. Espigones.....	20
Tabla 8. Actividades agropecuarias en el área rural .....	24
Tabla 9. Área de ganado, 2006 .....	25
Tabla 10. Especies de mayor explotación para la región de la Mojana y su destino de consumo .....	28
Tabla 11. Caracterización del pulso de inundación de cuatro cuerpos de agua de la región de La Mojana .....	32
Tabla 12. Estado de actualización catastral por municipio.....	34
Tabla 13. Distribución de los predios de La Mojana .....	36
Tabla 14. Secciones generadas para cada cuerpo de agua.....	49
Tabla 15. Proceso de optimización de la configuración del modelo 2D .....	54
Tabla 16. Frecuencias absolutas y relativas de las 10.000 afluencias agregadas en La Mojana .....	57
Tabla 17. Resultados de riesgo para el portafolio completo de edificaciones .....	74

Tabla 18. Puntuación final según clasificación por Top 10 de diferentes opciones de intervención .....	76
Tabla 19. Factores asociados a fragilidad socioeconómica y a resiliencia institucional, ambiental y de adaptación .....	82
Tabla 20. Proyectos priorizados por programa de acuerdo al modelo de priorización .....	85
Tabla 21. Distribución de recursos de inversión del Plan de Acción .....	92
Tabla 22. Inversión total por programas, proyectos y subproyectos .....	95
Tabla 23. Cronograma de ejecución del Plan de Acción .....	96

## I. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene el Plan de Acción Integral para la reducción del riesgo de inundaciones y adaptación al cambio climático en la región de La Mojana. Este Plan representa un cambio total de la perspectiva frente a los proyectos e intervenciones estatales que se han hecho históricamente en La Mojana, las cuales han sido enfocadas en promover estructuras de control de inundaciones. Es más, como se evidenciará más adelante en el documento, en el pasado la preocupación del Estado estuvo centrada en mitigar la amenaza de inundación en la región y las intervenciones fueron reactivas y de corto plazo frente a las emergencias invernales acaecidas. En este sentido, las obras de infraestructura hidráulica estuvieron orientadas a la contención de las aguas. A su vez, el ordenamiento del territorio no fue realizado por el Estado procurando proteger el ecosistema y ejerciendo el control del mismo para evitar que los pobladores y sus actividades se ubicaran en zonas que desde el punto de vista ambiental deberían ser preservadas y con alto riesgo de inundación. Tampoco se observa en el pasado una acción deliberada del Estado por promover un desarrollo social y económico de la población, armónico con su hábitat y que se haya fortalecido frente a las amenazas de inundación. Menos aún hubo preocupación por construir una gobernanza de la población alrededor de la convivencia con el agua y un sistema de alertas tempranas para enfrentar mejor los riesgos de inundación.

El Plan de Acción que se presenta es **integral**, es decir, está enfocado en ejecutar de una parte las obras **estructurales** necesarias para reducir la amenaza de inundación (protección de cascos urbanos, viviendas palafíticas) y **no estructurales** para disminuir las vulnerabilidades social, económica y fortalecer la resiliencia de la población para enfrentar las amenazas. Además, tiene un **balance** adecuado entre las obras de protección de cascos urbanos y viviendas adaptadas e inversión en materia social, económica e institucional para garantizar el desarrollo productivo sostenible de las comunidades conservando la riqueza natural y el patrimonio cultural.

De otra parte, el Plan de Acción contempla la adaptación a los efectos del cambio climático, y tiene en cuenta las características y especificidades del territorio: un delta inundable, aislado, con baja densidad poblacional, predominantemente rural, con una economía predominante en ganadería, agricultura y pesca, con altos niveles de pobreza de su población pero con un conocimiento ancestral anfibio que constituye una forma de adaptación a los ciclos hidrológicos de La Mojana. En este sentido, acomete acciones de **corto y mediano plazo** con un enfoque **sectorial y territorial** con ayuda de un modelo de priorización y un análisis costo-beneficio.

El Plan de Acción presentado en este documento deberá ser socializado con las autoridades de la región (gobernaciones, alcaldías) y con las organizaciones de la población civil de la Mojana para que sea apropiado de manera entusiasta por la región.

La financiación del Plan de Acción se hará principalmente con recursos del Fondo Adaptación (FA), pero las cofinanciaciones de otras entidades del Estado (Agencias, Departamentos, Municipios) y la cooperación internacional serán fundamentales para desarrollar algunos de los proyectos.

Este documento está conformado por cinco capítulos, de los cuales el primero es esta introducción. En el segundo capítulo se presenta la caracterización de la Mojana con un diagnóstico comprehensivo de la situación de la región. En el tercero se presenta la estructuración del plan de acción, en particular se presentan las fases que se siguieron para construir el plan de intervenciones objeto del presente documento. En el cuarto capítulo, se presenta el marco conceptual que orienta el Plan de Acción, así como

las bases conceptuales del modelo de priorización de proyectos. En el quinto capítulo se presenta el Plan de Acción con sus programas y proyectos. Adicionalmente, se presentan en este capítulo las fuentes de financiación y el cronograma de ejecución de las intervenciones propuestas.

## DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN

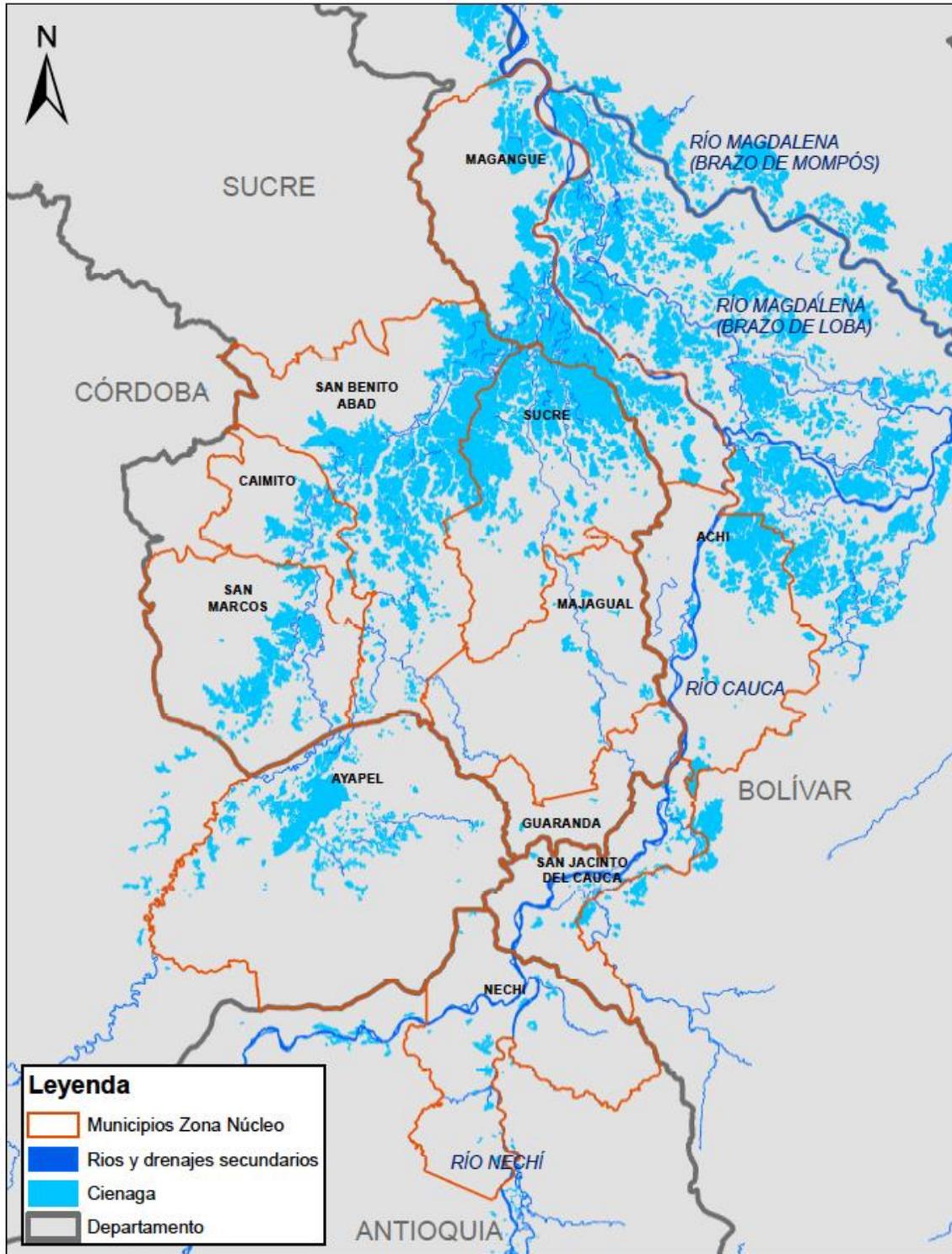
La Mojana es una gran planicie inundable de la subregión de la Depresión Momposina, entre las estribaciones del norte de la región Andina y las llanuras de la región Caribe. Se caracteriza por ser una llanura fluvio-deltaica de desborde que da lugar a diversos ecosistemas con múltiples estructuras y funciones, entre estas se destacan los sistemas de humedales y ciénagas interconectadas por medio de caños que se inundan periódicamente y donde se regula y amortigua los grandes caudales de agua de los ríos Magdalena, San Jorge y Cauca, así como las crecientes que se originan en las estaciones lluviosas provenientes de la zona andina. En su zona litoral se localizan diferentes formaciones de relieves, como lo son las colinas y lomas que predominan hacia el sur conocidas como la serranía de Ayapel, los valles aluviales en la margen izquierda del río San Jorge en el piedemonte de la serranía de San Jacinto y los ecosistemas de transición en el piedemonte de la serranía de San Lucas, en la margen derecha del río Cauca.

La unidad ecológica, social, cultural, política y económica de la región de La Mojana hacen que cobre sentido tomar este territorio como una unidad de análisis y planificación para adelantar acciones que beneficien al conjunto de actores del territorio. Sin embargo, dada su extensión, para efectos del presente documento se tomará una porción del paisaje fisiográfico de La Mojana, entendiendo que forma parte de una región más amplia cuyas dinámicas no pueden desconocerse pero, asimismo, teniendo en cuenta la importancia de iniciar acciones en un núcleo que luego puedan ser ampliadas al resto de la región.

El núcleo de La Mojana<sup>1</sup> que será objeto de intervención consiste en el área político-administrativa de los once municipios que comprenden las planicies delimitadas al oriente por el río Cauca, al occidente por el río San Jorge y la ciénaga de Ayapel, al Nororiente por el brazo de Loba del río Magdalena y al Sur por la Serranía de Ayapel (Ver Mapa 1). Por lo tanto, la región comprende un municipio de Antioquia, tres de Bolívar, uno de Córdoba y seis de Sucre, extendiéndose a un total de 1'089.200 ha. aproximadamente.

---

<sup>1</sup> En adelante será denominado simplemente La Mojana, distinguiéndose de la macro-región de La Mojana



Mapa 1. Municipios de la zona núcleo de La Mojana

## ANTECEDENTES

Por su condición de delta aluvial, La Mojana es una región constantemente expuesta a amenazas hidrometeorológicas, razón por la cual demanda una adecuada gestión de los componentes del riesgo. En el pasado muchas de las intervenciones estructurales que se hicieron en la Mojana fueron reactivas a las emergencias y por lo tanto no lograron el objetivo de disminuir el riesgo, por el contrario, terminaron por exacerbalo o simplemente lo trasladaron a un punto geográfico diferente con los mismos o mayores impactos. Por eso, en La Mojana es necesario dejar de actuar únicamente cuando se materializa el desastre. Las políticas enfocadas a la solución de emergencias sin un enfoque preventivo derivan en otorgar mayor importancia a las obras estructurales, ya que son más visibles como productos de la gestión pública, y menos relevancia a alternativas no estructurales como el mantenimiento, o a aquellas que favorecen la prevención y la adaptación al riesgo de inundaciones (Sedano-Cruz, 2012).

El Gobierno Nacional ha desarrollado múltiples estudios, planes, políticas, programas y proyectos para La Mojana, los cuales han surgido como respuesta a eventos extremos ocurridos en la región, con un marcado sesgo hacia realizar obras de infraestructura y una baja inversión social. El Gráfico 1 muestra los valores del Índice Oceánico de El Niño (*Oceanic Niño Index*) calculados mes a mes para el periodo 1950-2014 y esquemáticamente relaciona el índice con algunas de las más destacadas intervenciones y estudios realizados en La Mojana como son:

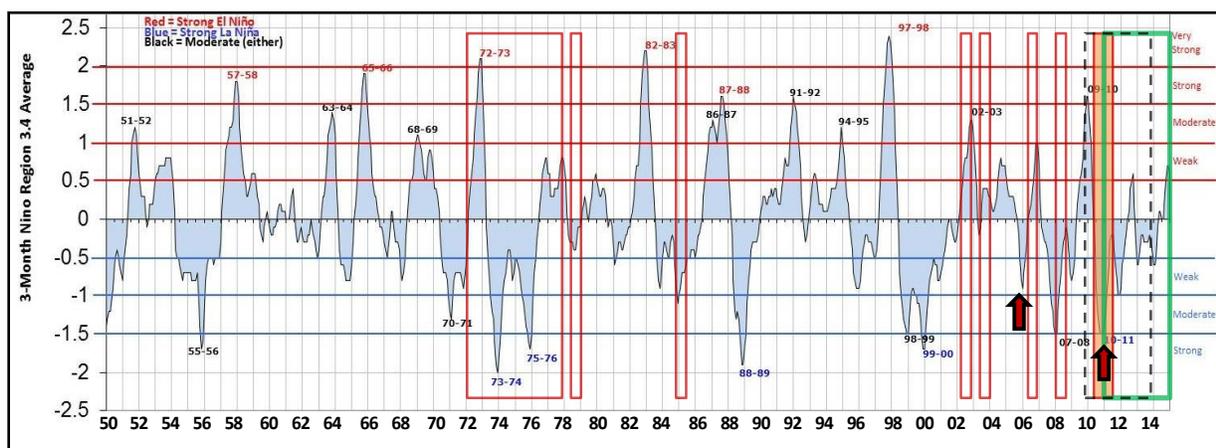


Gráfico 1. Relación temporal del ONI (Oceanic Niño Index) e intervenciones y proyectos en La Mojana

\*Las intervenciones y proyectos desarrollados en la región de La Mojana se señalan con recuadros rojos

\*Las flechas rojas indican la ola invernal 2005 y la ola invernal 2010-2011 que dieron pie a la formulación del CONPES 3421 y la creación del FA respectivamente

Fuente: (Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2013)

### 1. Proyecto Cuenca Magdalena – Cauca (Misión Técnica Colombo-Holandesa (MITCH), 1972-1977

Como consecuencia del invierno que se desató en el país en 1971 y las subsiguientes inundaciones, el Gobierno Colombiano y el Gobierno Holandés perfeccionaron un acuerdo de cooperación que incluía la asesoría técnica a los organismos nacionales competentes para su solución y posteriormente la

elaboración de un Plan Maestro para la utilización racional de recursos naturales en la cuenca del Magdalena-Cauca, principalmente las aguas y los suelos (Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2013).

Aunque el proyecto no estaba enfocado únicamente en la región de La Mojana, este fue el primero y el más importante estudio, desde el punto de vista técnico, que se hizo para la zona. Durante la ejecución del proyecto fueron adelantadas varias modelaciones tanto del tipo hidrológico como hidráulico. También se adelantaron los primeros trabajos para determinar la posible ecuación de transporte de la cuenca y se implementaron modelos predictivos para evaluar algunas alternativas de intervención de una forma muy general, principalmente a nivel de prefactibilidad (Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2013).

## 2. Construcción del primer dique artesanal - Nechí (1978)

Dados los efectos y consecuencias de los constantes incrementos de los niveles de las aguas de los ríos Cauca y Nechí, los habitantes de la cabecera municipal y sobre todo los del área rural del municipio construyeron un dique artesanal para proteger sus vidas, casas, cultivos y semovientes de los recurrentes embates del agua.

## 3. Diseño del dique Marginal al río Cauca y obras complementarias (1984-1985)

Se diseñó el dique marginal al río Cauca por la firma de consultoría SEDIC Ltda. de Medellín a partir de los estudios de factibilidad y prefactibilidad realizados por el convenio Colombo Holandés en los años 1972-1977 y por la firma CODAL, S.A. de Bogotá, respectivamente.

El dique fue diseñado sobre la margen izquierda del río entre Colorado (Antioquia) y el sitio Las Brisas, en el municipio de San Jacinto del Cauca (Bolívar), con una longitud total de 54 Km y una altura media de 5.0 m. El dique además prestaría las funciones de carretable y permitiría la comunicación entre dichas poblaciones durante todo el año.

El diseño del dique de la firma SEDIC Ltda., está localizado paralelo al río Cauca, a una distancia que oscila entre 500 y 1000 m de la margen izquierda. La sección transversal tiene un ancho de corona de 8 m, taludes 3H: 1V y una altura que varía ente 3 y 6 m, para ser construido con tierra compactada de préstamo lateral. El dique comunicaría los municipios de Colorado, Nechí, San Jacinto del Cauca y Tenche, partiendo del corregimiento de Colorado y terminando en el cerro de Las Brisas al Noreste del municipio de San Jacinto del Cauca (UNAL, 2006 citado en Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2013).

En 1985 el INAT adjudica a la firma HIDROTEC LTDA. Ingenieros Consultores la segunda fase del Proyecto Nechí – Majagual, la cual finaliza sus estudios en octubre de 1985. El objeto de este estudio era el diseño de las obras de protección del dique marginal del Cauca en el sector Colorado – San Jacinto; igualmente, se contempló el diseño de las obras de protección contra inundaciones en las poblaciones de Colorado, Nechí, San Jacinto y Méjico, esta última sobre la margen derecha del río.

Las obras seleccionadas por el estudio para protección contra inundaciones en poblaciones marginales incluyen: Diques laterales de cierre y muros frontales, mientras que las obras contempladas para protección de orillas son espolones agresivos y espolones direccionales. Estas intervenciones quedaron planteadas pero nunca se ejecutaron por parte del gobierno nacional.

## 4. Estudio para el control de inundaciones en la región de la Mojana. Contrato 073-2002. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (2002).

La Universidad Nacional, sede Medellín, fue contratada por el Ministerio de transporte (Contrato 073 de 2002, INVÍAS – Universidad Nacional) (DNP & UNAL, 2012) para hacer un análisis de la problemática fluvial, geológica y morfodinámica de la región de La Mojana. El estudio identificó una serie de obras para el control de las inundaciones en la zona media de la región de La Mojana, ya que la zona más baja permanece inundada siete meses del año. La obra principal consistió en el diseño de un dique marginal de protección sobre la margen izquierda del río entre las poblaciones de Colorado y Guaranda, en una longitud de 52 km. Se diseñan otros diques de cierre para evitar la entrada del agua por los extremos del dique, uno entre el Cerro de Las Brisas y la cuchilla de Mamarraya; entre el cerro del Aguacate –Guaranda- y otro era el dique existente en el sector de Boca del Cura y al inicio del dique en la población de Colorado (DNP & UNAL, 2012). El diseño del dique entre Colorado y Guaranda, representa la base para la construcción del dique marginal que se realizó años mas tarde, sin embargo el dique construido difiere de manera importante del dique diseñado.

5. Programa para el Desarrollo Sostenible de la región de la Mojana (DNP & FAO, 2003)

Bajo la dirección del DNP y la FAO, se formuló entre los años 2000 y 2004 el Programa para el Desarrollo Sostenible de la Región de La Mojana (PDSM), en el cual se orientaron estudios en materia de ordenamiento ambiental y manejo de recursos naturales, desarrollo agropecuario, administración de tierras, fortalecimiento institucional e infraestructura, así como perfiles de 57 proyectos en esas mismas áreas. Estos perfiles, nuevamente quedaron planteados pero nunca se llevaron a cabo en la región.

6. CONPES 3421 “Estrategias para la reactivación económica y social de la región de la Mojana” (2006)

Con el objetivo de mejorar las condiciones de vida y el bienestar de la comunidad, se establecieron estrategias dirigidas a apoyar aquellos municipios afectados por la ola invernal de 2005 y a la iniciación de obras de carácter multipropósito como el Proyecto “Construcción del Dique con Compuertas, Estructura del Control Hidráulico y Terraplén Vía San Marcos-Majagual-Achí”. En dicho Documento CONPES se plantearon diez estrategias para promover el desarrollo regional: A. Plan de emergencia y atención de inundaciones; B. Prevención y atención de desastres; C. Desarrollo agropecuario; D. Desarrollo social; E. Vivienda rural; F. Vivienda urbana y ordenamiento territorial; G. Atención a la población vulnerable; H. Formación técnica profesional; I. Infraestructura (construcción del Dique y obras complementarias); J. Ordenamiento ambiental y manejo de recursos naturales. El CONPES destinó recursos por \$192.138 millones, de los cuales, la mayor parte, \$120.000 millones se enfocaron en la construcción del dique. Posteriormente se aportaron \$56.000 millones del Fondo Nacional de Regalías y \$40.000 millones adicionales del Instituto Nacional de Vías , INVÍAS para su construcción (DNP & UNAL, 2012). Las demás estrategias planteadas en el CONPES no tuvieron el desarrollo esperado.

7. Diseño y construcción del Dique con compuertas, estructura de control hidráulico y terraplén vía San Marcos-Majagual-Achí, INVÍAS (2007-2009).

Como consecuencia de las inundaciones del año 2005 y con recursos definidos en el documento CONPES 3421, en el año 2009, el, INVÍAS, procedió a contratar las obras necesarias para dar solución a la problemática de la inundación en la zona. En concreto se desarrollaron las siguientes intervenciones (CAR-MOMPOSINA, CVS, & CORANTIOQUIA, 2011):

- Control de la inundación mediante la construcción de un dique marginal sobre la margen izquierda del río Cauca, entre Colorado (Antioquia) y la población de Achí (Bolívar), en una longitud aproximada de 67.8 Km. Este dique está conformado por un núcleo en arcilla y protección del talud con material limoso. La sección de este dique tiene las siguientes dimensiones: Ancho de corona 5.0 metros, taludes 1.5:1 para el núcleo y 2:1 para el material limoso, altura promedio del dique es de 3.5 metros.
  - Control de erosión mediante la construcción de espolones hidráulicos con el fin de alejar la incidencia de las líneas de corriente con su poder erosivo, de la orilla izquierda del río Cauca.
  - Recuperación de orilla mediante los cortaflujos que empalman los espolones hidráulicos con el dique de control de inundaciones, induciendo un aquietamiento de las aguas entre los cortaflujos y así obtener un depósito de los sedimentos dentro de sus espacios, aprovechando el alto porcentaje de carga de sedimentos que transporta el río Cauca.
  - Construcción de obras de cierre de los “rompederos” con la utilización de pilotes metálicos o de madera a doble fila hincados entre estas dos filas de pilotes. Se colocan bolsas llenas de arcilla hasta llegar a la cota de aguas máximas del río en el momento del desbordamiento para impermeabilización del núcleo Posteriormente, sobre esta estructura se conforma el dique marginal para darle continuidad a dicha estructura.
  - Construcción de las protecciones de las poblaciones de Nechí, San Jacinto del Cauca, Guaranda y Achí, a través de estructuras construidas en concreto reforzado, las cuales se empalman con el dique marginal.
8. Plan de acciones regionales prioritarias para el desarrollo sustentable de la Mojana (DNP, PNUD, & DPAD, 2008)

El DNP, a través de la Dirección de Desarrollo Territorial, DNP-DDTS, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, la Dirección de Prevención y Atención de Desastres, DPAD y en coordinación con los 4 departamentos (Antioquia, Bolívar, Córdoba y Sucre), algunos municipios de la Región y las corporaciones ambientales que integran la Mojana, formularon el Plan de Acciones Regionales Prioritarias para el desarrollo sustentable de La Mojana, el cual incluyó un conjunto de directrices, estrategias, acciones y proyectos regionales integrados, priorizados y concertados por los actores locales para lograr la recuperación y el desarrollo sostenible de La Mojana. Sin embargo, este plan no se ejecutó.

Hasta este momento, el Gobierno Nacional había dado cumplimiento solo a una de las líneas estratégicas del CONPES 3421 a través del "Diseño y construcción del Dique con compuertas, estructura de control hidráulico y terraplén vía San Marcos-Majagual-Achí". Las demás estrategias no tuvieron un desarrollo similar.

El Fenómeno de la Niña que azotó al país entre los años 2010 y 2011 causó serios daños en gran parte del territorio nacional. Por este motivo mediante el Decreto 4819 del 29 de diciembre de 2010, se creó el Fondo Adaptación (FA), adscrito al Ministerio de Hacienda y Crédito Público, cuyo objeto es la recuperación, construcción y reconstrucción de las zonas afectadas por el fenómeno de La Niña 2010-2011. Conforme lo establece el Decreto 4819 de 2010, el FA tiene como finalidad la identificación, estructuración y gestión de proyectos, ejecución de procesos contractuales, disposición y transferencia de recursos para la recuperación, construcción y reconstrucción de la infraestructura de transporte, de

telecomunicaciones, de ambiente, de agricultura, de servicios públicos, de vivienda, de educación, de salud, de acueductos y alcantarillados, humedales, zonas inundables estratégicas, rehabilitación económica de sectores agrícolas, ganaderos y pecuarios afectados por la ola invernal y demás acciones que se requieran con ocasión del fenómeno de La Niña, así como para impedir definitivamente la prolongación de sus efectos, tendientes a la mitigación y prevención de riesgos y a la protección en lo sucesivo, de la población de las amenazas económicas, sociales y ambientales que están sucediendo.

El núcleo de la región de La Mojana se vio ampliamente afectado durante el fenómeno de La Niña 2010-2011. Según la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, UNGRD, entre 2010 y 2012 se registraron 417.321 personas y 35.482 viviendas afectadas por el fenómeno de La Niña (UNGRD, 2014). Más allá de los eventos particulares, el diagnóstico social y económico de la región puso en evidencia las características de una población mayoritariamente rural y altamente vulnerable, vinculada a actividades agrícolas, ganaderas y pesqueras, tradicionales, informales y de tamaño pequeño en su gran mayoría. Como se detallará más adelante, la vulnerabilidad de la población se expresa en los niveles extremadamente elevados de pobreza, cuya población en situación de miseria ha ascendido hasta el 57% de sus habitantes (Documento Conpes 3421, 2006).

En consecuencia, el Departamento Nacional de Planeación, DNP, realizó ante el FA la postulación No. 165 denominada “Plan Integral de Ordenamiento Ambiental y Desarrollo Territorial de La Mojana”, componente “Contribución socioeconómica y climática a la actualización de la zonificación ambiental y prefactibilidad de escalar especies resilientes a las condiciones agroecológicas de la Mojana”. En 2012 esta postulación fue complementada con el componente denominado “Manejo del sistema hídrico” (Secretaría Técnica, 2014). De esto surgió el proyecto “Intervención integral para la reducción del riesgo de inundaciones en la región de La Mojana” ejecutado por el FA y un equipo de expertos constituido por dicha institución.

El proyecto “Intervención integral para la reducción del riesgo de inundaciones en la región de La Mojana” tiene como objetivo desarrollar intervenciones estructurales y no estructurales que conduzcan a un cambio en el enfoque de desarrollo de la región en el sentido de adaptarse mejor a las condiciones ambientales e hidrográficas, y a las características sociales y económicas de la zona en el contexto actual de calentamiento global. Con este proyecto se busca beneficiar a los cerca de 400.000 habitantes de los 11 municipios que conforman el núcleo de La Mojana.

## II. CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN DE LA MOJANA

### EXPOSICIÓN FÍSICA

#### Asentamientos humanos

La Mojana tiene una extensión de 1.086.926 ha. en las cuales habitan 369.587 personas. De esta población se estima que el 52,2% es rural (193.068 personas), mientras que el 47,7% se asienta en las cabeceras municipales (176.519 personas). En los municipios más poblados como Magangué y San Marcos la población es predominantemente urbana, mientras que en el resto de los municipios de la región, excepto por Nechí, la población rural alcanza cifras superiores al 70% (proyecciones DANE, 2005). En la región existen alrededor de 142.228 edificaciones, de las cuales el 25% se encuentra en Magangué, el 13% en Ayapel, el 13% en Majagual y el 12,5% en San Marcos. Caimito y San Jacinto del Cauca presentan las menores concentraciones de población y edificaciones. Ver Tabla 1.

Departamento	Municipio	Población - 2005	Área (Ha)	No. de edificaciones	% de edificaciones
Antioquia	Achí	19.644	96.793	7603	5,3%
Córdoba	Ayapel	42.542	193.262	18817	13,2%
Bolívar	Caimito	11.048	42.634	5076	3,6%
Bolívar	Guaranda	15.498	34.247	5841	4,1%
Bolívar	Magangué	121.481	113.357	36175	25,4%
Sucre	Majagual	31.657	97.116	18373	12,9%
Sucre	Nechí	20.668	93.866	7160	5,0%
Sucre	San Benito	22.972	155.374	12106	8,5%
Sucre	San Jacinto Del	10.935	56.675	3652	2,6%
Sucre	San Marcos	50.679	96.913	17742	12,5%
Sucre	Sucre	22.463	106.691	9683	6,8%
<b>Total</b>		<b>369.587</b>	<b>1.086.926</b>	<b>142228</b>	<b>100%</b>

Tabla 1. Población, extensión y edificaciones por municipio de La Mojana

Fuente: DANE (2005), Cardona (2015)

## Inventario de la infraestructura de transporte

La carretera San Marcos – Majagual – Achí – Guaranda, en adelante SMMJ (102 km), es quizás la principal vía de comunicación terrestre de la región, la cual ha sido interrumpida por problemas de inundación, socavación y represamiento en tramos cercanos a las ciénagas y caños, al punto que solo en verano era posible el transporte terrestre entre estos municipios. Un estudio realizado por la Agencia Nacional de Infraestructura-ANI, INVIAS y la concesión Vías de las Américas entre el 2010 y el 2013 (citado en Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2015a), encontró 362 estructuras que cruzan la vía, las cuales contemplan puentes, box culvert y alcantarillas.

En la región se contabilizó un total de 319 puentes sin contar los existentes en la vía SMMJ<sup>2</sup>. Ver Tabla 2. El municipio con mayor cantidad de puentes es Majagual con el 34% del total de puentes, esto se debe a que existe concentración de construcciones en cercanías a los caños debido a la facilidad de cultivos y pastoreo en este municipio. Los puentes se concentran en vías de tipo 2 y 3, es decir, vías veredales y de conexión municipal de anchos cortos y en su mayoría sin pavimentar. Son estas vías las que cruzan la mayoría de caños y zonas bajas frecuentes en la región (Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2015a).

Municipio	Grandes	Medianos	Pequeños	Total
Achí	0	10	31	<b>41</b>
Majagual	0	44	64	<b>108</b>
Guaranda	0	8	14	<b>22</b>

<sup>2</sup> Muchos de estos puentes también son conductos cajón de gran magnitud que aumentaron en el conteo como puentes. También muchos de estos puentes son solo pasos sobre caños pequeños que se ven claramente en las imágenes.

Municipio	Grandes	Medianos	Pequeños	Total
Sucre	0	13	39	<b>52</b>
Ayapel	1	10	4	<b>15</b>
Caimito	0	13	0	<b>13</b>
San Marcos	2	10	1	<b>13</b>
San Jacinto del Cauca	0	0	5	<b>5</b>
Magangue	1	8	4	<b>13</b>
Nechi	1	6	12	<b>19</b>
San Benito Abad	0	9	9	<b>18</b>
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>131</b>	<b>183</b>	<b>319</b>

Tabla 2. Número de puentes de acuerdo a su tipo en cada municipio.

Fuente: UTCC & FA, 2014, tomado de Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2015

El transporte fluvial es un medio importante en la región especialmente en la temporada de máxima inundación o aguas altas en el sistema de humedales debido a que para muchas poblaciones rurales es el único medio de comunicación tanto para el flujo de personas, los productos comerciales y la producción agropecuaria, sin embargo tanto las cabeceras municipales como las zonas rurales cuentan con infraestructura de puertos y desembarcaderos artesanales (Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2015b). Los muelles contabilizados en la base de datos son lo que se identificaron visualmente, sin embargo muchos de estos son muelles flotantes sin ningún tipo de control hidráulico. Además es claro que hacen falta bastantes muelles por ejemplo en los municipios de Ayapel, Nechi y San Marcos. En la Tabla 3 se resumen el número de muelles identificados en el estudio.

Municipio	Río Cauca		Brazo de Loba		Caño	Total
	Tipo C	Tipo M	Tipo C	Tipo M	Tipo C	
Achi	1	1	0	0	0	<b>2</b>
Guaranda	1	1	0	0	0	<b>2</b>
Magangue	0	0	4	21	0	<b>25</b>
San Jacinto del Cauca	0	1	0	0	0	<b>1</b>
Sucre	0	0	0	0	1	<b>1</b>
<b>Sub Total</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>31</b>
<b>Total</b>	<b>5</b>		<b>25</b>		<b>1</b>	

Tabla 3. Número de muelles identificados de acuerdo a su tipo, cauce en cada Municipio.

Fuente: UTCC & FA, 2014, tomado de Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2015

### Estructuras hidráulicas

En la región se identifican cuatro tipos de estructuras hidráulicas: diques de protección, muros de contención, protecciones de orillas y espigones. Dichas estructuras se concentran principalmente en cercanías al Río Cauca, en los municipios de Nechí, San Jacinto del Cauca, Achí y Magangué. Lo anterior debido a la inversión en obras de protección con los niveles altos del Río Cauca hacia la parte interna de la Mojana. En las siguientes tablas se encuentran los detalles de las mismas. Ver Tablas 4 a 7.

FID	No	Longitud en Metros	Municipio	Departamento	Carreteable	Protección
0	1	635.414	Ayapel	Córdoba	NO	Caño Sehebe
1	2	252.496	Ayapel	Córdoba	NO	Caño Sehebe
2	3	294.056	Pinillos	Bolívar	NO	Brazo de Loba
3	4	529.123	San Benito Abad	Sucre	NO	Ciénaga Machado
4	5	654.024	San Benito Abad	Sucre	NO	Ciénaga Machado
5	6	22025.200	Nechí	Antioquia	SI	Rio Cauca
6	7	1148.000	Magangué	Bolívar	SI	Brazo de Loba
7	8	17064.000	San Jacinto Del Cauca	Bolívar	SI	Rio Cauca
8	9	17318.200	San Jacinto Del Cauca	Bolívar	SI	Rio Cauca
9	10	4357.290	Magangué	Bolívar	SI	Ciénaga Grande de Magangué
10	11	893.118	Magangué	Bolívar	SI	Ciénaga Gallinazo
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>65170.921</b>				

Tabla 4. Diques

FID	No	Longitud en Metros	Municipio	Departamento	Tipo	Abcisado Uninorte	Población Sector
0	1	1968.710	Sucre	Sucre	Concreto	N.A.	Sucre
1	2	1276.530	Majagual	Sucre	Concreto	N.A.	Majagual
2	3	574.600	Achí	Bolívar	Concreto	N.A.	Achi
3	4	395.423	San Benito Abad	Sucre	Concreto	N.A.	San Benito Abad
4	5	1785.810	Nechí	Antioquia	Concreto	12+700 14+800	- Nechi
5	6	1322.720	Guaranda	Sucre	Concreto	N.A.	Guaranda
6	7	848.199	Magangué	Bolívar	Concreto	N.A.	Refinería (Privado)
7	8	284.605	Magangué	Bolívar	Concreto	N.A.	Magangue
8	9	994.996	San Jacinto Del Cauca	Bolívar	Concreto	37+100 38+300	- San Jacinto del Cauca
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>9451.593</b>					

Tabla 5. Muros de contención

FID	No	Longitud en Metros	Municipio	Departamento	Tipo Protección	de	Abcisado Uninorte	Población
0	1	614.019	Achí	Bolívar	Hexápodos concreto	en	N.A - N.A.	N.A.
2	3	445.330	Nechí	Antioquia			N.A - N.A.	N.A.
4	5	187.901	Magangué	Bolívar			N.A - N.A.	El Retiro

FID	No	Longitud en Metros	Municipio	Departamento	Tipo de Protección	de Abscisado Uninorte	Población
5	6	485.761	San Jacinto Del Cauca	Bolívar		25+300 25+900	- N.A.
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>1733.011</b>					

Tabla 6. Protección de orillas

FID	No	Municipio	Departamento	Tipo	Población	No Espigones
3	1	Achí	Bolívar	Metálico	Achí	4
16	2	San Jacinto Del Cauca	Bolívar	Metálico	Caregato	9
1	3	Achí	Bolívar	Metálico	El Reposo	2
8	4	Nechí	Antioquia	Tierra	Hacienda Laredo	1
10	5	Guaranda	Sucre	Metálico	Boca del Cura	4
7	6	Nechí	Antioquia	Metálico	Nechí	2
9	7	Nechí	Antioquia	Tierra	Rompedero Pedro Ignacio	1
25	8	San Jacinto Del Cauca	Bolívar	Metálico	San Jacinto del Cauca	8
13	9	San Jacinto Del Cauca	Bolívar	Tierra	Santa Anita	3
30	10	San Jacinto Del Cauca	Bolívar	Metálico	Tenche	2
<b>Total</b>	<b>10</b>					<b>36</b>

Tabla 7. Espigones

Fuente: (Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2015a)

## SITUACIÓN SOCIAL, ECONÓMICA Y ECOLÓGICA

### Características de la población

En la región existen 249 instituciones educativas que cubren a una población de 115.856 niños y niñas entre los 5 y los 18 años (Proyecciones a 2015 estimadas con el censo 2005, DANE, 2005). Los hogares de la región presentan privación por bajo logro educativo<sup>3</sup> del orden del 82%, siendo Achí el caso mas grave con el 93% de su población con bajo logro educativo. De otro lado, la incidencia de analfabetismo en La Mojana varía entre el 34% en Magangué y el 56% en Caimito y San Benito Abad, para un promedio regional que asciende al 42%, el cual duplica el promedio nacional de 19% (DNP, 2011 calculado con datos del Censo de población 2005). El rezago escolar asciende al 41%, siendo Magangué el municipio con mayor población con rezago (43.399 personas).

La información de acceso a los servicios de salud muestra que el 49% de la población no se encuentra asegurada en salud, siendo los casos más notorios los de Majagual y Sucre, cuya población sin aseguramiento asciende en ambos casos aproximadamente al 70% de los habitantes de cada municipio.

<sup>3</sup> Variable que indica el número de años alcanzados por cada miembro del hogar. Si el promedio es menor a 9 años de educación el hogar se considera privado.

Por otro lado, es paradójico que una región caracterizada por estar inmersa y rodeada de agua, cuente con 42% de su población sin acceso a agua potable. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud, el 80% de las enfermedades se transmiten a través del agua contaminada (Ronderos, 2006), situación que contribuye a incrementar la morbilidad de la población Mojanera. En municipios como Achí, la segunda causa de muerte de niños menores de 5 años es por enfermedades diarreicas agudas (EDA) (Alcaldía Municipal de Achí, 2012). Sin embargo, la situación de acceso a agua mejorada no es homogénea al interior de la Mojana: mientras en Magangué el 19,9% de la población no tiene acceso, en municipios como Achí y Ayapel la cifra asciende al 80%, mientras que en San Jacinto del Cauca el 97%, es decir, prácticamente la totalidad de la población de este municipio no cuenta con acceso a agua potable (DNP, 2011 calculado con datos del Censo de población 2005). Por otra parte, el sistema de acueducto cubre el 72% de la población urbana y tan solo el 17% de la población rural de la región. Se presenta una incidencia de inadecuada eliminación de excretas del 70% a nivel regional (DNP, 2011 calculado con datos del Censo de población 2005), según cálculos del 2012, el alcantarillado cubre el 24% en los centros urbanos y en la zona rural es prácticamente inexistente (Ramírez Rojas, 2012)<sup>4</sup>. Adicionalmente, la contaminación del agua con mercurio proveniente de la extracción de oro principalmente en las cuencas altas de los ríos Cauca y Nechí es uno de los problemas más complejos que hoy enfrenta esta población por tradición pescadora y agricultora, dado que los peces y los cultivos se constituyen en transportadores de mercurio (Marrugo, Lans, & Benítez, 2007; Marrugo, Verbel, Ceballos, & Benitez, 2008; Núñez, Negrete, Rios, Hadad, & Maine, 2011).

Con base en el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM), en el Gráfico 2 se observa que el 83.8% de la población de la Mojana era pobre en 2005, frente al 49.6% del promedio nacional, lo cual significa una incidencia 70% superior (DANE, 2005). Prácticamente en todos los indicadores de dicho índice la población de la Mojana se halla en una situación peor que la del promedio nacional. La deficiencia en educación, expresada en el bajo logro educativo, el analfabetismo y la inasistencia escolar tiene consecuencias, entre otros aspectos, sobre la alta fertilidad de la población, la baja productividad de las actividades generadoras de ingresos, y el bajo nivel de respuesta ante las amenazas de inundación. La informalidad laboral en La Mojana es prácticamente del 100% lo que se traduce en un bajísimo acceso a seguridad social (servicio de salud y pensiones), además de la no generación de impuestos a nivel local y, en un sentido más amplio, la existencia de una cultura informal cuyos límites, en muchos casos, se difuminan con la ilegalidad.

---

<sup>4</sup> Las estimaciones del INCODER incluyen dos municipios más que son: La Unión (Sucre) y Montecristo (Bolívar).

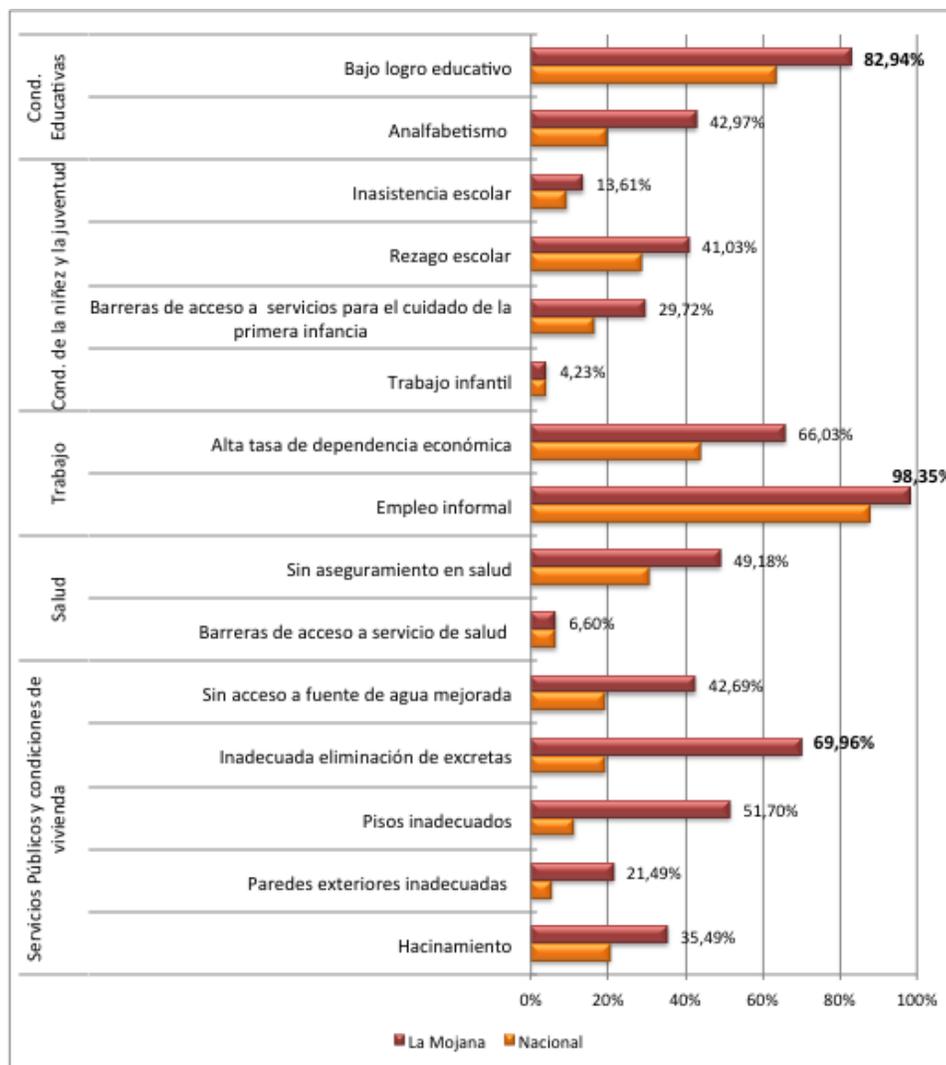


Gráfico 2. Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) de la Mojana

Fuente: DANE (2005)

La Mojana, al ser un corredor y conector interior del país, ha sido objeto de disputa entre diferentes grupos al margen de la ley, pues el control del territorio implica el control de las rutas de contrabando y el narcotráfico. Debido a la presencia de estos grupos, la región de La Mojana ha sido golpeada fuertemente por el conflicto armado y la violencia. En el Gráfico 3, se observa que para el período comprendido entre 1999 y 2012 hubo en promedio 4.000 personas desplazadas por año que llegaron a las cabeceras de los municipios de La Mojana, con un mínimo de 2.500 en 2006, que superó las 6.000 personas 2010. En la década pasada se reportó la presencia de las Autodefensas Unidas de Colombia (AUC) en los municipios de San Marcos, Sucre, Guaranda, Majagual, San Benito Abad, Caimito y La Unión. Este grupo también actuó en los departamentos de Antioquia y Bolívar, y finalmente se desmovilizó en 2005 (Misión de Observación Electoral, 2007). También las AUC hicieron presencia en Magangué, San Jacinto del Cauca y Achí desde 1997 hasta el 2006 (ACNUR, 2005). Luego de la desmovilización de los grupos paramilitares, las bandas criminales emergentes, BACRIM, aumentaron las extorsiones, asesinatos, secuestros, generando nuevas oleadas de desplazamiento forzado.

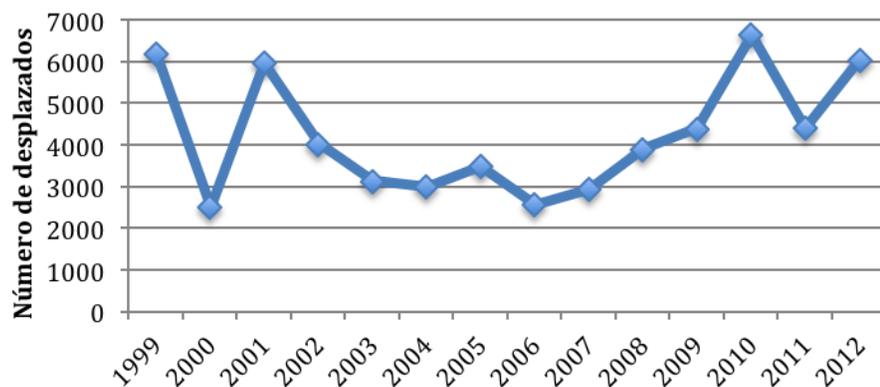


Gráfico 3. Desplazamiento Forzado en la Mojana entre 1999 y 2012: Personas desplazadas por municipio y año de llegada.

Fuente:  
de

Sistema

Información sobre Derechos Humanos  
y Desplazamiento-SISDHES

### Situación productiva

Uno de los elementos a resaltar sobre la economía de la región es su alto nivel de ruralidad. En términos económicos esto se traduce en la preponderancia de las actividades pecuarias, agrícolas y pesqueras como fuentes de generación de ingreso de la población rural, pero también como base económica de las cabeceras municipales y de la región. En los municipios de Magangué, Achí, San Marcos, Guaranda y Ayapel más del 80% de las unidades rurales<sup>5</sup> tienen alguna actividad agropecuaria. Solamente en San Benito Abad y Nechí menos de la mitad de las unidades no tienen actividades agropecuarias (Tabla 8).

Municipio*	% Unidades económicas rurales con actividad agropecuaria	Tipo de actividad**		
		% Agrícola	% Pecuaria	% Piscícola
Magangué	98,8	61,5	93,6	2
Achí	91,1	50,3	98	0,7
San marcos	90,1	52,4	98,1	0,6
Guaranda	89,1	50,5	98,7	1
Ayapel	82,1	46,8	99,2	0,3
Caimito	78,7	18,4	99	0,3

<sup>5</sup> Según el DANE, una unidad es: “un espacio independiente y separado que constituye parte, o la totalidad de una edificación cuyos usos pueden ser económico, vivienda o mixto”, en el caso de las unidades con actividad agropecuaria asociada a la vivienda que se analizan en esta sección, estas solo aplican para el área rural y se define como: “La actividad agropecuaria se identifica y ubica al interior de los predios rurales o fincas con vivienda, hogares y personas con residencia habitual.” Esto se realiza sin tener en cuenta el tipo de administración, titulación, tenencia o tamaño de la unidad.

Municipio*	% Unidades económicas rurales con actividad agropecuaria	Tipo de actividad**		
		% Agrícola	% Pecuaria	% Piscícola
San Benito Abad	47,3	39,5	97	0
Nechi	40,1	49,7	88,8	0,2

Tabla 8. Actividades agropecuarias en el área rural

\* No se cuenta con información disponible para todos los municipios.

\*\* Las actividades no son excluyentes entre sí, una unidad puede tener actividades agrícolas y pecuarias simultáneamente.

Fuente: DANE, 2005

Cuando se analizan los tipos de actividad dentro de los predios productivos, se destaca que en casi todos existe presencia de actividad pecuaria, el municipio con menor participación es Nechí con un 89%. En segundo lugar, se encuentra la actividad agrícola que se desarrolla más o menos en la mitad de los predios aunque con mayor variabilidad pues asciende hasta el 61,5% en Magangué y baja hasta 18,4% en Caimito. Dada la alta participación de las actividades pecuarias y agrícolas en los mismos predios, es claro que cerca de la mitad de los productores de la región tienen una actividad productiva diversificada que incluye tanto actividades pecuarias como agrícolas. Por último, pese a ser una región con mucha agua, la participación del sector piscícola aparece en las cifras oficiales de manera incipiente y sólo en el municipio de Guaranda alcanza el 1%. Esto se debe a que el tipo de pesca continúa siendo artesanal y no en unidades productivas razón por la que no se reporta. A continuación se presenta con mayor detalle cada una de estas actividades.

La ganadería es posiblemente la principal actividad económica de La Mojana, cuyo origen se remonta a los tiempos de la colonización, cuando fue introducida. Sin embargo su mayor expansión se ha dado en las últimas décadas con un fuerte crecimiento en lo corrido del siglo XXI. En el 2006, los municipios que reportaron mayor cantidad de cabezas de ganado por hectárea de pasto fueron Magangué, San Marcos y Guaranda, mientras que San Jacinto del Cauca y Achí reportaron las cifras más bajas, como se evidencia en la Tabla 9. La actividad ganadera que se desarrolla es de carácter extensivo, predominando la de doble propósito y de carne, las cuales presentan fenómenos de trashumancia durante el año, debido a fenómenos climáticos que afectan las áreas ocupadas en pastos. Este tipo de explotación genera impactos negativos a la sustentabilidad ambiental al desecar humedades y aprovechar playones para extender el área de pastos. Predominan los predios medianos y grandes (CORPOICA, 2012, p. 15).

Recientemente la expansión de la ganadería ha llevado a la introducción de búfalos a la región, un tema que es visto con mucha preocupación por parte de expertos, comunidades y autoridades locales debido a los efectos que pueden tener en la compactación y la erosión del suelo, afectando la capacidad de infiltración del agua y el patrimonio arqueológico; no obstante, sus impulsores los catalogan como una especie bien adaptada a la zona y de buena rentabilidad.

Departamento	Municipio	Área Pastos	% Área en Pastos	No. cabezas de Ganado	% Cabezas de ganado	No. Cabezas de Ganado por Ha
Antioquia	Nechí	47.901	52%	32.791	6%	0,68
Bolívar	Achí	42.683	42%	17.331	3%	0,41
Bolívar	Magangué	49.641	45%	101.834	18%	2,05
Bolívar	San Jacinto del Cauca	31.981	75%	5.475	1%	0,17
Córdoba	Ayapel	154.98	80%	137.458	24%	0,89
Sucre	Caimito	38.795	89%	25.141	4%	0,65
Sucre	Guaranda	25.604	72%	25.751	4%	1,01
Sucre	Majagual	64.270	67%	63.663	11%	0,99
Sucre	San Benito Abad	63.367	40%	51.586	9%	0,81
Sucre	San marcos	81.003	80%	89.037	15%	1,10
Sucre	Sucre	39.558	35%	31.703	5%	0,80
Total		639.78	59%	581.770	100%	

Tabla 9. Área de ganado, 2006

Fuente: Cálculos propios a partir de Ministerio de Agricultura, IGAC

Los principales productos agrícolas transitorios de La Mojana son arroz, maíz, sorgo y, en menor medida, patilla, algodón, ahuyama, ajonjolí y frijol. Entre los permanentes, la yuca ocupa la mayor parte del área productiva, seguido del plátano y con menor importancia hay presencia de ñame, coco, caña panelera, mango, cacao, palma africana y guayaba (Aguilera, 2004). En 2003, estos productos apenas representaban unas 47.000 ha de transitorios y 4.500 ha de permanentes. Las cifras del Ministerio de Agricultura para el año 2006 muestran un valor ligeramente diferente entre los productos transitorios y permanentes, pues hay registro de 76.732 ha de cultivos transitorios y 1.762 de cultivos permanentes distribuidos como muestra el Gráfico 4. De acuerdo con cifras del 2008, los municipios que presentaron mayor productividad agrícola (Toneladas de productos cosechados con respecto al total de hectáreas cultivadas) fueron en su orden: Ayapel, Caimito, Majagual, Nechí y San Benito Abad, mientras que Magangué y Sucre reportaron la más baja (MADR, 2008).

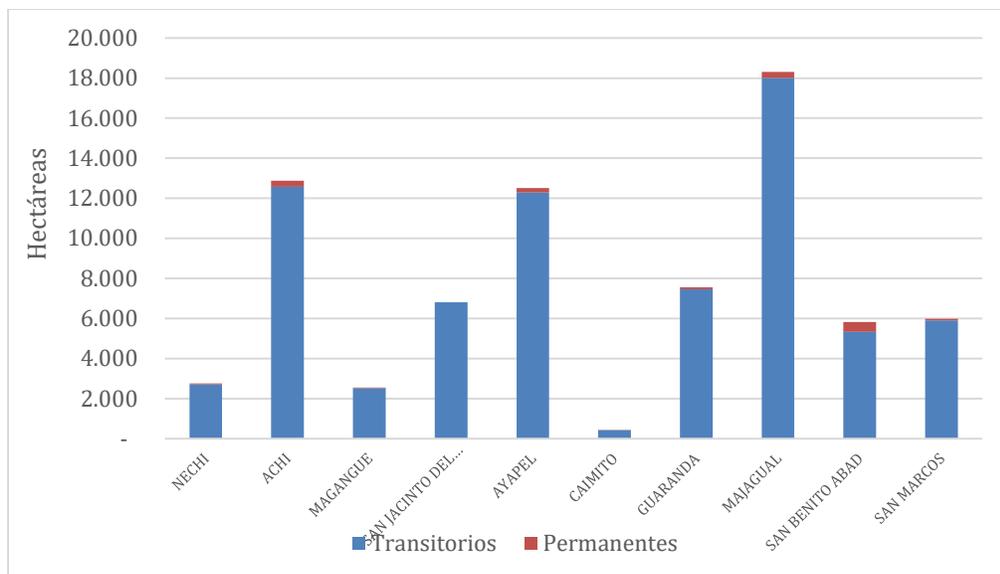


Gráfico 4. Distribución de cultivos permanentes y transitorios

Fuente: MADR, 2006

La pesca ocupa a cerca del 36% de la población del territorio y es principalmente artesanal con canoas, atarrayas y aperos (Aguilera, 2004). Esta actividad se ve favorecida por un mayor nivel de inundación, por lo que es importante destacar que no siempre la inundación representa una amenaza, sino que también brinda oportunidades de generación de ingresos en la región. De acuerdo con la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, AUNAP, la producción aproximada de La Mojana está entre las 2000 y 8000 toneladas al año (MADR, 2002; AUNAP, 2012) las cuales representan entre el 45% y 60% de la producción anual en toda la cuenca Magdalena-Cauca (Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2015b). La principal especie que se pesca en la zona es el bocachico con el 68% de la captura total.

La pesca en la región es una actividad artesanal que se realiza de manera individual e informal. Solamente 966 pescadores pertenecen a asociaciones debidamente registradas y que apoya la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP. Más de la mitad de estos se encuentran en Magangué y el resto repartidos entre los diferentes municipios. Un elemento de gran importancia para el futuro de la pesca en la región tiene que ver con la presencia de mercurio en el agua debido a las explotaciones auríferas realizadas en las partes altas de los ríos. La evaluación integrada realizada por el Estudio Nacional del Agua, identificó la región de La Mojana como una subzona crítica debido al alto potencial de contaminación y la alta presión sobre los ecosistemas (IDEAM, 2015, p. 374).

Con respecto a la actividad económica de las cabeceras municipales, donde se encuentra la mayor parte de los establecimientos, se pueden identificar tres grupos de municipios. En primer lugar, en Sucre, Guaranda y Achí alrededor de la mitad de los establecimientos son de comercio, una tercera parte de servicios y el resto se divide entre industria y otras actividades. Estos son los municipios con mayor porción de establecimientos industriales y de otras actividades. En segundo lugar, en San Marcos, Nechí, Caimito, Ayapel, Magangué y Majagual predomina el comercio con cerca del 60% de los establecimientos y una importante proporción de servicios que varía entre una tercera y una cuarta parte. La industria tiene una

baja proporción y solamente en Nechí, Ayapel y Majagual es del orden del 10%. En tercer lugar, el grupo compuesto por San Benito Abad y San Jacinto del Cauca se caracteriza por la casi ausencia de industria y otras actividades y una muy elevada porción de establecimientos de comercio que representan más del 75% de los establecimientos y un 22% de comercio. Ver Gráfico 5.

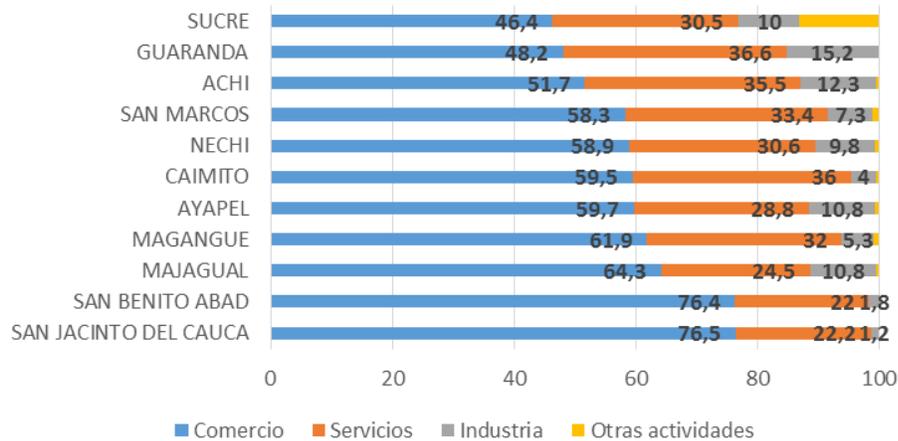


Gráfico 5. Actividad económica de establecimientos

Fuente: DANE, 2005

Pese a una cierta diversidad en la distribución de las actividades de los establecimientos de comercio entre los municipios, hay homogeneidad en dos aspectos: la alta tasa de informalidad y el pequeño tamaño de las unidades productivas. Casi el 100% de los establecimientos tienen menos de 10 empleados y la informalidad es cercana al 100%. Básicamente, los empleos formales corresponden al sector público.

Esta sección evidencia la pobreza que caracteriza a la población mojanera asociada a la falta de educación, salud, empleo de calidad, malas condiciones de vida en general y una economía rural precaria que genera una alta vulnerabilidad a los riesgos de inundación, cada vez mayores por la variabilidad y cambio climático. La anterior situación representa un reto en materia de política pública social y económica para superar la pobreza, la alta informalidad, la pequeña escala de los negocios y la baja capacidad de generación de ingresos, para disminuir la vulnerabilidad de la población.

## CONDICIONES AMBIENTALES E HIDROLÓGICAS DE LA REGIÓN

### Biodiversidad

Colombia, dada su estratégica posición continental, en medio del trópico, cuenta con una riqueza natural excepcional, representada por un amplia muestra de los diferentes tipos de ecosistemas terrestres y marinos que existen en el planeta. Dentro del vasto mosaico de ecosistemas con los que cuenta el país, los humedales constituyen una vasta parte del territorio, y por su oferta de bienes y prestación de servicios ambientales, constituyen un renglón importante de la economía nacional, regional y local. De acuerdo con la Política Nacional de Humedales Interiores (MADR, 2002), la región Caribe es de gran importancia debido a la presencia del 71% de los humedales de carácter permanente o semipermanente, destacándose en orden de importancia el Complejo de la Depresión Momposina, el del Magdalena Medio y el del Río Atrato.

En la región de la Mojana aún existen 22 especies conocidas de anfibios y reptiles, entre los que vale destacar (por su nombre común) boas, mapanás, lagartijas, tortugas hicoteas, babillas y caimanes (DNP & UNAL, 2012). Las tortugas son quizás los reptiles más amenazados del complejo como consecuencia de la destrucción del hábitat, el uso de su carne, y por la alteración de los ciclos hidrológicos ya que no permiten iniciar y/o completar la anidación. Con relación a la avifauna, existen 16 órdenes, 45 familias y 141 especies, de las cuales las más amenazadas son los loros, pericos y cotorras. Asimismo, como consecuencia de envenenamientos continuos, los patos, especialmente el pisingo, la viudita y el barraquete, se ven amenazados.

Por otra parte, existen 11 órdenes, 22 familias y 30 especies de mamíferos entre los que sobresalen grandes carnívoros, primates, venados, ardillas y roedores. Las especies más afectadas por la destrucción del hábitat son los primates y los grandes carnívoros. Las especies carnívoras son presa de cazadores debido al conflicto que generan los ataques a animales domésticos. Los venados igualmente se ven presionados por la cacería al grado que en la actualidad se consideran especies muy escasas. Es común el uso de mamíferos como mascotas, especialmente primates, ardillas y en algunos casos grandes roedores.

Con respecto al aprovechamiento de la fauna silvestre, ésta constituye una importante fuente de alimento para las comunidades nativas y rurales (Ojasti, 2000). Así mismo, constituye una fuente de ingreso económico para algunos de los pobladores. En la región existe un comercio que satisface las necesidades locales de proteína y otro que, además de la carne, trafica con pieles y animales vivos (De la Ossa, 2002). La Tabla 10 relaciona las especies de mayor uso en la región de La Mojana.

Especie	Nombre común	% Consumo local	% Consumo externo
<i>Trachemys scripta callirostris</i>	Hicotea	30	70
<i>Iguana iguana</i>	Iguana	20	80
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pisingo	50	50
<i>Caiman crocodilus fuscus</i>	Babilla	30	70
<i>Boa constrictor</i>	Boa	20	80
<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro	0	100
<i>Hydrocaheris hydrochaeris</i>	Ponche	100	0
<i>Silvilagus floridanus</i>	Conejo	100	0

Tabla 10. Especies de mayor explotación para la región de la Mojana y su destino de consumo

Fuente: Tomado de De la Ossa (2002)

Según estimaciones, la comercialización de especies como la hicotea, babilla, iguana, pisingo y ponche, genera alrededor de 3.200 millones de pesos anuales, aunque este valor puede estar subestimado, ya que al tratarse de una actividad ilegal, no se tiene un información total al respecto (De la Ossa, 2002). Lo anterior evidencia la importancia de La Mojana en términos biológicos y económicos, sin embargo también plantea la urgente necesidad de iniciar procesos de conservación, porque no se conoce la situación actual ni se han implementado programas efectivos tendientes al manejo sustentable del recurso (Caraballo & De la Ossa, 2011).

De acuerdo con los diferentes estudios e informes sobre La Mojana, se ha identificado una gran variedad de causas que conllevan al deterioro del medio ambiente y de los recursos hídricos de la región. Entre las

principales causas se encuentra el desconocimiento socio-ambiental que ha creado una falsa percepción de la región como una zona altamente productiva desde lo económico, impulsando el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias permanentes en zonas inundables, así como la localización de asentamientos humanos en lugares no aptos, la sobre-explotación de los recursos naturales (pesca, minería, agricultura, ganadería), la ocupación desordenada del territorio, la concentración de la tierra en pocas manos y los conflictos por los usos del suelo; la introducción de especies exóticas como el búfalo (*Bubalus bubalis*) que está alterando el suelo de los humedales utilizando la ciénaga como sitio de pastoreo, los proyectos de infraestructura que alteran las dinámicas del ecosistema, el mal manejo de residuos sólidos y líquidos, la debilidad institucional (Corporaciones Autónomas, alcaldías, gobernaciones, Gobierno Nacional); y la escasa participación de la comunidad y poca educación ambiental (Informe final DNP & UNAL, 2012).

El mercurio es quizás el metal con mayor impacto sobre los ecosistemas acuáticos. Los residuos remanentes de los procesos de extracción de oro de larga data a lo largo de las cuencas de los ríos que alimentan los humedales de La Mojana, poseen altas concentraciones de mercurio inorgánico. Este tipo de mercurio es transformado a mercurio orgánico (metilmercurio) por una gran variedad de microorganismos. El metilmercurio es la forma más tóxica de mercurio encontrada en el ambiente (Jernelov 1973 en Marrugo et al., 2008) y cerca del 90% de este se deposita en la biota acuática (microorganismos bentónicos y peces), por lo que la principal exposición que tienen los pobladores a esta amenaza es el consumo de pescado contaminado (OMS, 1990 en Marrugo-Negrete et ál., 2008). Los estudios realizados para determinar las concentraciones de mercurio muestran que existe una relación entre las altas concentraciones en peces con la cercanía a zonas con influencia directa de vertimientos de aguas de minería aurífera, encontrándose valores críticos en la región de La Mojana y en la zona del nordeste antioqueño, zonas donde casi todas las muestras presentaron valores superiores a la norma de 0,5 µg/g de mercurio (Mancera-Rodríguez & Álvarez-León, 2006; Marrugo et al., 2008).

Diversos estudios muestran que el contenido de mercurio en las diferentes especies de peces depende de su posición en la cadena trófica, la talla de los individuos y de sus hábitos alimentarios. El análisis de mercurio en secciones del músculo de peces (p.e. Marrugo et al., 2008; Olivero & Solano, 1998) muestran que en especies iliófagas las concentraciones de mercurio son bajas, comparadas con las de especies carnívoras, e incluso detritívoras que presentan una acumulación considerable del metal en particular durante la época seca del año.

### Servicios Ecosistémicos

En el sistema natural del núcleo de once municipios de La Mojana, García Jaramillo (2015) identificó cincuenta servicios ecosistémicos prestados por los diversos ecosistemas de la región, teniendo en cuenta los tipos de servicio de aprovisionamiento o abastecimiento (alimento, materiales y minerales, recursos relacionados con especies vegetales, coberturas boscosas y fauna local, entre otros), de regulación (sumidero y depuración, reproducción, refugio, entre otras) y cultural (identidad, disfrute, didáctico). Para el primer grupo se identificaron 25 servicios ecosistémicos que representan el 50% del total, entre los que se encuentran 14 servicios de regulación (28% del total) y finalmente los servicios culturales que suman 11 (22% del total).

Estos resultados evidencian la importancia y dependencia de la población local a los bienes que le brinda el sistema natural de la región, situación reflejada en la diversidad y cantidad de servicios de provisión o abastecimiento, tanto para su seguridad alimentaria, como para el sustento económico local y fuente de

recursos necesarios para su supervivencia, caso de la agricultura, caza y pesca, por lo cual cualquier alteración en las condiciones del sistema natural se reflejara en las condiciones de la calidad de vida y sostenibilidad de la población. Los servicios de regulación, muestran el segundo nivel de importancia en términos de cantidad de servicios identificados, esta característica es propia de un sistema natural complejo y dinámico, como lo es una planicie inundable con las particularidades de la región de La Mojana, presentando como condición principal ser un regulador de flujos de la cuencas que confluyen en su planicie inundable beneficiando a las comunidades locales y alledañas, tanto aguas arriba o aguas abajo en la cuenca en términos de control de inundaciones, sumado a ser un sistema natural que alberga y sostiene una alta biodiversidad con base en la génesis de ciclos naturales complejos y dinámicos, los cuales son vitales para el sostenimiento de la biodiversidad y de la humanidad.

Estudios clásicos de valoración de servicios ambientales sugieren que el valor de los servicios proveídos por determinados ecosistemas podrían exceder en varios órdenes de magnitud a los ingresos obtenidos por actividades productivas tradicionales desarrolladas en estos (Costanza et al., 1997). Las valoraciones monetarias de los servicios ecosistémicos de la región permiten dimensionar en términos económicos la importancia local, regional y nacional de estos ecosistemas y actividades. Las cifras sugieren que servicios ecosistémicos como la caza, utilizado como fuente de abastecimiento local para alimentación e ingresos económicos ocasionales para las poblaciones rurales<sup>6</sup>, obtuvo valores que ascienden anualmente a los COP\$4,2 mil millones. La valoración de la pesca como actividad histórica y fundamental para la seguridad alimentaria local y fuente de ingresos permanente para la población, obtuvo valores anuales cercanos a los COP\$ 27 mil millones. Por otro lado, se estimó un valor aproximado de COP\$ 9,1 billones por servicios ecosistémicos de regulación mediante almacenamiento de carbono, evitando su liberación y las posibles consecuencias climáticas (Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2015d, pp. 66–67).

### Pulsos de inundación

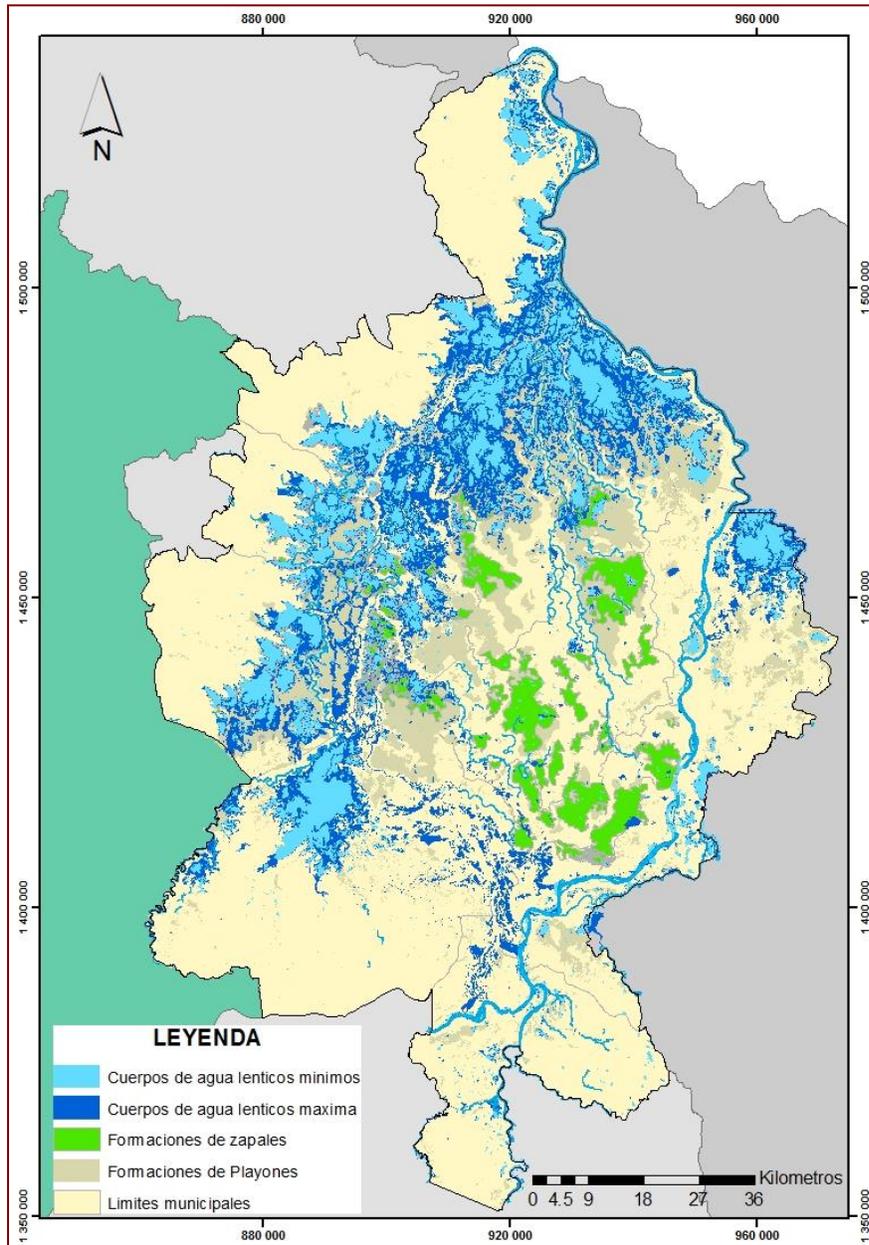
Dadas las características geográficas de La Mojana y la cantidad de ríos, chorros y quebradas que la irrigan, ésta posee vastas zonas de lo que se denominan planicies inundables (Wetzel, 2001). Estas son zonas alledañas a los ríos que comprenden un hábitat lótico (el canal principal), los sistemas lénticos permanentes (ciénagas) y la zona de transición acuático - terrestre (Caraballo & De la Ossa, 2011). Son áreas periódicamente inundadas por el flujo lateral de ríos o lagos y cumplen funciones importantes al permitir la expansión de los ríos en épocas de gran descarga, y son de gran valor ambiental por su capacidad para retener sedimentos y albergar gran biodiversidad. Los pulsos de inundación son la principal fuerza que determina la existencia, productividad e interacciones de la mayoría de la biota en sistemas de planicies inundables (Junk, Bayley, & Sparks, 1989).

La dinámica de los pulsos de inundación genera una zona de transición acuática-terrestre, conocida localmente como *playones*, con características ecológicas particulares, a las cuales están adaptadas casi todas las especies allí presentes. Consecuentemente, las comunidades humanas que habitan en estas zonas también se adaptan a dichos pulsos y hacen uso de las especies que periódicamente aprovechan la gran cantidad de recursos y sedimentos traídos por la inundación (p.e. bocachico) (Caraballo & De La Ossa, 2011). Así, las afectaciones sobre la dinámica de los pulsos de inundación desencadenan una serie de efectos ambientales que a la postre impactan directamente a los pobladores. El Mapa 2 presenta la zona

---

<sup>6</sup> valorado mediante técnicas indirectas con la información de valores económicos existentes, precios de mercado y comercialización

adyacente a los cuerpos de agua de La Mojana, la cual genera una transición entre los ecosistemas acuáticos/terrestres que se considera de alta productividad biótica, a raíz de las altas tasas de cambio y producción de materia orgánica y nutrientes entre las fases terrestres y acuáticas.



Mapa 2. Zona de transición acuática/terrestre de La Mojana

Fuente: Equipo de Modelación Hidrodinámica (2015c)

Las fases de sequía son tan importantes como las fases de inundación (Neiff, 1990; Neiff et al., 1994), ya que estas se convierten en factores determinantes que condicionan la distribución y abundancia de plantas y animales. Particularmente para La Mojana, estos pulsos se tornan en determinantes de muchas de las actividades productivas que se desarrollan en la región (p.e. pesca, ganadería trashumante, arroz, caza), convirtiéndolos en eventos fuertemente relacionados con la seguridad alimentaria y la economía.

El conocimiento alrededor de la amplitud, intensidad, frecuencia de ocurrencia, regularidad, estacionalidad y zonas de tensión de los pulsos de inundación contribuye a la comprensión de la dinámica ecológica de ciénagas y zonas inundables. La Tabla 11 presenta la caracterización de diferentes cuerpos de agua en La Mojana.

Cuerpos de Agua	Amplitud (días)	Intensidad media (m)	Intervalo de tensión		Fecha inicio del pulso (aprox)	Fecha final del pulso (aprox)
			Sequía (m)	Inundación (m)		
Ciénaga de Ayapel	356	3.7	18.5-16.98	22.2-23.2	2 de Abril	24 de marzo
Ciénaga de San Marcos	365	6.74	14.98-15.9	20.7-21.7	1 de Abril	1 de Abril
Sistema inundable de humedales del caño Pancegüita	345	4.99	13.2-13.8	18.7-19.5	12 de Abril	22 de Marzo
Sistema inundable de humedales del caño Mojana	342	3.199	14.4-15.2	18.4-19.3	9 de Abril	15 de Marzo

Tabla 11. Caracterización del pulso de inundación de cuatro cuerpos de agua de la región de La Mojana

Fuente:Equipo de Modelación Hidrodinámica, (2015c)

## PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

La región de La Mojana fue el escenario para el desarrollo de un sistema hidráulico prehispánico de más de 125.000 hectáreas de canales y camellones, considerado uno de los de mayor extensión de su tipo en América (Plazas, Falchetti, Sáenz Samper, & Archila, 1993). Este sistema hidráulico es atribuido a los antiguos *zenúes*, nombre con el cual se refirieron los cronistas españoles a los indígenas que ocupaban las sabanas “comprendidas entre los cursos medios y bajos de los ríos conocidos hoy en día como Sinú, San

Jorge y Cauca.”(Jaramillo & Turbay, s.f). Es posible que este vocablo fuera extraído del nombre que daban los nativos al río Sinú (Jaramillo & Turbay, s.f).

Los estudios arqueológicos realizados en la Depresión Momposina, región de la cual hace parte La Mojana, han logrado establecer que las sociedades que la habitaron aprovecharon las zonas pantanosas mediante la construcción de un complejo sistema de drenaje durante aproximadamente 2.000 años, entre el siglo IX a.C–referencia del canal más antiguo hallado en el Bajo San Jorge– hasta los siglos X-XII d.C., periodo en que estas poblaciones alcanzaron su mayor desarrollo (Plazas et al., 1993).

Los antiguos habitantes de la región, entre ellos los zenúes, lograron habitar y aprovechar durante aproximadamente dos milenios un área cuyo régimen natural de inundaciones ha implicado grandes retos para nuestra sociedad en el presente. Sin embargo, el conocimiento del manejo hidráulico a través de canales y camellones desapareció hace siglos, como lo demuestra el hecho de que los habitantes actuales no reconozcan esta infraestructura como obras producidas por otros seres humanos (Parsons, 1970). Sin embargo, el complejo de conductas, creencias y prácticas, tecnologías y formas de producción agropecuarias que persisten en relación al manejo y aprovechamiento de estas sabanas inundables en la Depresión Momposina, constituye lo que se reconoce bajo el concepto de *cultura anfibia* (Fals-Borda, 2002, p. 21B). A pesar de que el saber hidráulico ancestral se ha perdido, los vestigios del sistema de drenaje se conservan no obstante los estragos que ha causado en ellos la implementación de la agricultura industrializada del arroz y la construcción –y posterior destrucción– de diques para el control de crecientes (Plazas & Falchetti, 1981).

El área de influencia arqueológica actual determinada por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia, ICANH, indica que los municipios que presentan mayor proporción de ésta con respecto a su área total son San Marcos (5,96%), Majagual (5,52%), Caimito (4,55%), San Benito Abad (3,41%) y Sucre (1,64%). Nechí y San Jacinto del Cauca no reportan área arqueológica. No obstante la importancia arqueológica de la región, hay un gran trabajo por delante frente a la valoración y apropiación de su patrimonio arqueológico, como lo demuestra el hecho de que no se hayan identificado centros culturales o museos que rescaten este legado. Por el contrario, una importante porción de los vestigios recuperados en la región han sido trasladados al Museo del Oro Zenú, ubicado en la ciudad de Cartagena.

## CAPACIDAD INSTITUCIONAL

### Situación del catastro

De una base depurada de unos 81.125 polígonos prediales con información catastral asociada se encuentra que apenas 25.905 predios (32%) tienen folio de matrícula de registro asociado. La situación es aún más crítica cuando se examina el nivel municipal. La región tiene un nivel de desactualización catastral del 51% (Ver Tabla 12). Sobre las vigencias catastrales, es claro que hay un importante atraso en su actualización con casos de enorme atraso como sucede para la vigencia rural de Caimito, Nechí, San Marcos y Sucre que son anteriores a 1998, o el hecho de que Achí no actualiza su catastro desde hace más de 10 años. Esta información evidencia que no hay una política activa de actualización de las vigencias catastrales en la zona. De lo que se concluye que la región presenta un atraso importante entre la información catastral y predial, lo cual afecta la capacidad de los entes municipales para generar recursos para el desarrollo por vía del cobro del impuesto predial (Evolution Services and Consulting, 2014).

Municipio	Notariado y registro	Información Catastro				Vigencias Catastrales		
		Cantidad de predios catastro	de	Con matricula inmobiliaria depurada para cruce	Desactualización base catastral	% Desactualización	Urbano	Rural
Achí	2320	3757		318	2002	86%	2003	2003
Ayapel	10577	11826		6504	4073	39%	2007	2012
Caimito	1518	2719		992	526	35%	2007	1998
Guaranda	0	3305		839	0	100%	2011	2011
Magangué	4097	8393		2534	1563	38%	2007	2011
Majagual	15706	34430		10864	4842	31%	2009	2009
Nechí	3214	3724		1137	2077	65%	2008	2994
San Jacinto Del Cauca	4815	2653		336	4479	93%	2012	2012
San Benito Abad	3214	5364		1571	1643	51%	2007	2009
San Marcos	7889	15519		7386	503	6%	2007	1997
Sucre	2132	7423		1764	368	17%	2007	1999
<b>Totales</b>	<b>55482</b>	<b>99113</b>		<b>34245</b>	<b>22076</b>	<b>51%</b>		

Tabla 12. Estado de actualización catastral por municipio

Fuente: Evolution Services and Consulting, 2014

El análisis de precios y distribución de predios (Gráfico 6) muestra que tan solo 11,6% de los predios que son los avaluados por más de 100 millones de pesos representan el 77,7% del área de la región y dan cuenta del 74% del valor de los predios. Lo anterior evidencia una enorme concentración de la propiedad y de la riqueza en La Mojana. Al relacionar esto con la distribución de los predios entre el nivel urbano y el rural, se puede identificar que los predios rurales representan el mayor valor del total de predios (54%), algo atípico frente al resto del país donde el suelo urbano tiene un valor mucho mayor que el rural (Tabla 13).



Gráfico 6. Cantidad, área y valor de los predios de La Mojana por rangos de avalúo

Fuente: Evolution Services and Consulting, 2014

Total predios	Cantidad	Cantidad (%)	Área (Miles m <sup>2</sup> )	Área (%)	Valor (Millones de \$)	Valor (%)
<b>Total predios</b>	<b>96,014</b>	<b>100%</b>	<b>9,422,743</b>	<b>100%</b>	<b>5,686,148</b>	<b>100%</b>
Rurales	24,933	26%	9,318,026	98.89%	3,065,955	54%
Urbanos	50,838	53%	60,839	0.65%	2,201,052	39%
Centros poblados	20,243	21%	43,878	0.47%	419,141	7%

Más de 100 millones de pesos	Cantidad	Cantidad (%)	Área (Miles m <sup>2</sup> )	Área (%)	Valor (Millones de \$)	Valor (%)
<b>Total</b>	<b>9,412</b>	<b>100%</b>	<b>7,316,849</b>	<b>100%</b>	<b>4,148,550</b>	<b>100%</b>
Rurales	5,656	60%	7,256,154	99.17%	2,617,418	63%
Urbanos	3,320	35%	47,301	0.65%	1,255,822	30%
Centros pobl	436	5%	13,394	0.18%	275,310	7%

Más de 100 hectáreas	Cantidad	Cantidad (%)	Área (Miles m <sup>2</sup> )	Área (%)	Valor (Millones de \$)	Valor (%)
<b>Total</b>	<b>5,569</b>	<b>5.8%</b>	<b>5,531,150</b>	<b>58.7%</b>	<b>2,871,505</b>	<b>50.5%</b>

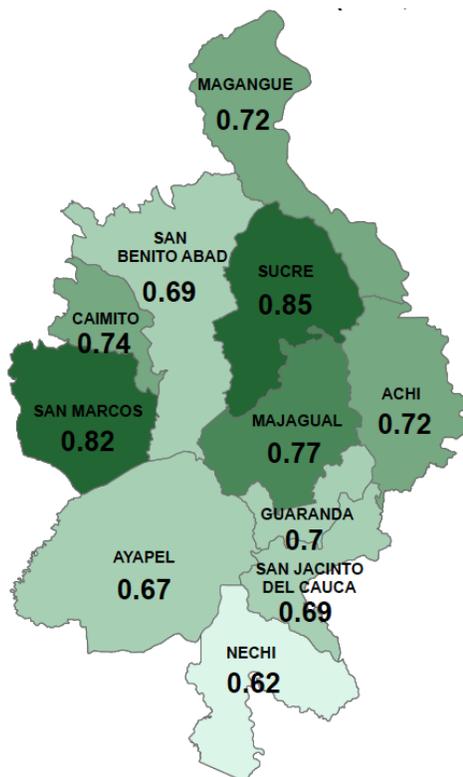
Tabla 13. Distribución de los predios de La Mojana

Fuente: Evolution Services and Consulting, 2014

### Tenencia de la tierra

Sobre la tenencia de la tierra, se estima que el 75% de los habitantes son propietarios frente a 25% que son poseedores, cifra que difiere un poco del diagnóstico con bases de datos que estima una distribución de 88% de propietarios y 12% de poseedores (Evolution Services and Consulting, 2014). El índice de GINI municipal indica un alto grado de desigualdad en la distribución de la tierra en todos los municipios, siendo San Marcos y Sucre los casos más dramáticos (Mapa 3).

Fuente: Calculado a partir del Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia IGAC (2012)



Mapa 3. Índice de equidad en la distribución de la tierra (2009)

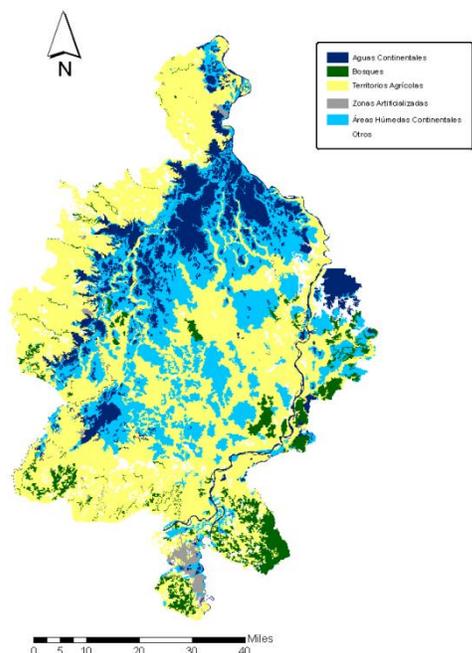
En conclusión, se puede observar que la región está caracterizada por una gran concentración de la tenencia de la tierra, un atraso en materia de la actualización catastral que a su vez afecta la capacidad de recaudo fiscal y una alta dependencia de los ingresos provenientes de los grandes predios rurales.

### Usos y conflictos en el uso del suelo

El Mapa 4 presenta la distribución del uso actual del suelo donde se pueden destacar algunos de los elementos que fueron expuestos en el diagnóstico económico y que caracterizan a esta región. El primero es la importancia del agua, con un 13,1% de aguas continentales (o permanentes) y un 24,5% de áreas húmedas continentales (o zonas de humedales no permanentes) para concluir que esta es una región donde el agua es fundamental. El segundo elemento es que es una tierra ganadera, ya sea por las áreas de pastos (31,6%), las áreas agrícolas heterogéneas que incluyen ganadería (17,9%) e inclusive el uso de parte de las áreas húmedas continentales para el levante de ganado durante parte del año. El tercero es

que las zonas de exclusiva dedicación a actividades agrícolas son incipientes con tan solo el 1,4% frente a un potencial mucho más grande.

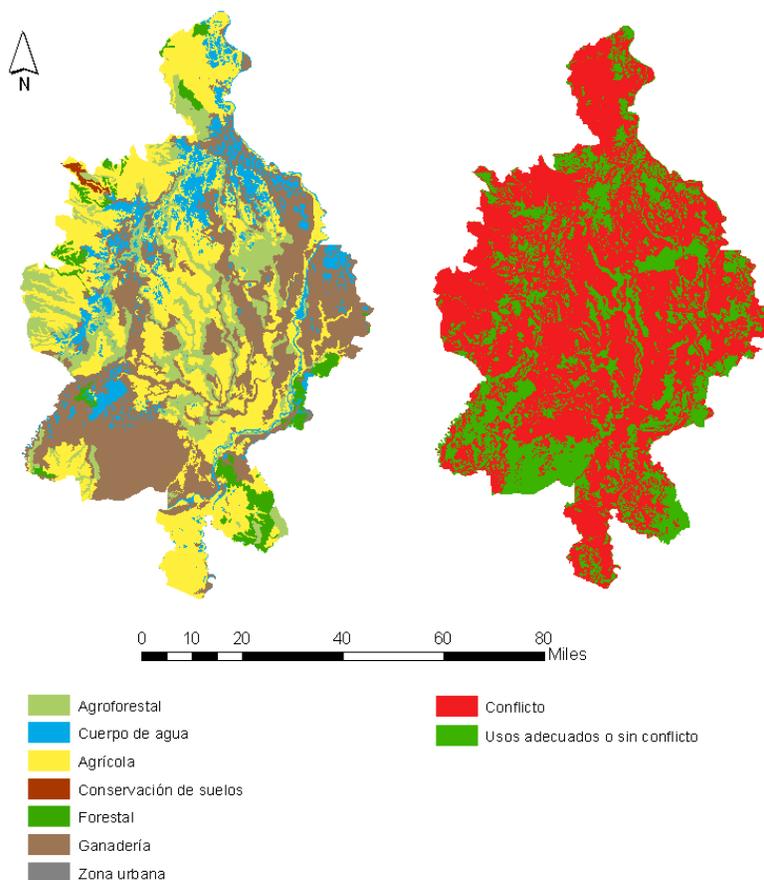
Precisamente esta utilización de tierra para uso ganadero, la baja expansión de la agricultura y el uso no sostenible de las áreas húmedas continentales es la que da cuenta de los conflictos de uso del suelo y los principales problemas de ordenamiento territorial que tiene la región. Estos conflictos se pueden observar en el Mapa 5, donde se refleja la falta de desarrollo de arreglos agroforestales, la expansión de la ganadería a zonas de vocación agrícola, la falta de desarrollo de la agricultura y la ausencia de figuras adecuadas de manejo de las zonas húmedas continentales.



Categorías	%	Subcategorías	Área (Ha)	%
<b>Cobertura</b>	13.1	Ríos	13.227	1.2
		Lagunas, Lagos, Ciénagas Naturales	128.62	11.8
		Bosque de Galería y Ripario	5.053	0.5
<b>Bosques</b>	5.9	Bosque Denso	52.37	4.8
		Bosque Fragmentado	6.05	0.6
		Plantacion Forestal	464	0.04
		Zonas Pantanosas	264.3	24.3
<b>Áreas Húmedas Continentales</b>	24.5	Vegetación Acuática sobre Cuerpo de Agua	1.85	0.2
		Pastos	343.7	31.6
<b>Territorios Agrícolas</b>	50.9	Cultivos Permanentes	685	0.06
		Cultivos Transitorios	14.13	1.3
		Áreas Agrícolas Heterogéneas	194.2	17.9
<b>Zonas Artificializadas</b>	1.0	(Urbanas, Extracción Minera)	11.232	1
<b>Área Total (Ha)</b>			<b>1.086.882</b>	

Mapa 4. Usos del suelo

Fuente: IGAC, 2010



Mapa 5. Vocación y conflictos en el uso del suelo

Fuente: IGAC, 2010

### Problemas institucionales para la planeación regional

La situación económica y social de la región de La Mojana es sin lugar a dudas producto de una combinación de factores geográficos e institucionales, entre otros, en donde las instituciones podrían ayudar a superar las dificultades de la geografía y potenciar los servicios ecosistémicos para generar ingresos y bienestar a los pobladores. Empero, el desarrollo institucional es precario pues es endógeno al propio nivel de desarrollo de la región y se manifiesta en la baja capacidad y los bajos recursos de los municipios<sup>7</sup> y de las Corporaciones Autónomas Regionales- CAR para cumplir con sus mandatos. Un ejemplo de ello es el bajo nivel de recaudo por impuesto predial y de industria y comercio, los cuales son fundamentales para la gestión municipal y de las CAR. Adicionalmente, la región cuenta con múltiples entidades e instrumentos de ordenamiento y planificación, además de las divisiones político-

<sup>7</sup> El Índice de desempeño fiscal de los municipios que calcula el Departamento Nacional de Planeación (DNP) muestra que los 11 municipios de la Mojana se encuentran en situación vulnerable o en riesgo; dicho índice mide la capacidad institucional, los recursos humanos con que cuenta, los sistemas de gestión de calidad, la estabilidad en las políticas territoriales, y la visión regional y capacidad de asociatividad (DNP, 2015).

administrativas, que dificultan la articulación y coherencia de las políticas públicas para promover el desarrollo, ordenar y adaptar el territorio al cambio climático.

El principal hallazgo en el análisis de la información de planeación que afecta a los municipios de La Mojana (Geografía Urbana, 2014) fue la existencia de más de 100 conflictos de coherencia jurídica y conflictos normativos entre los Planes de Ordenación y Manejo Ambiental de Cuenca Hidrográfica - POMCA, Planes de Ordenamiento Territorial -POT, Planes de Desarrollo, Planes de Gestión del Riesgo y otra normatividad. Esta situación se produce, en parte, debido a un desconocimiento sobre la normatividad existente y a las dificultades de coordinación por la intervención de múltiples actores territoriales.

La multiplicidad de instrumentos de ordenamiento y planificación, además de las divisiones político-administrativas, dificultan la coherencia del ordenamiento y la adaptación de la región. Esta región se encuentra dividida entre cuatro departamentos, cuatro Corporaciones Autónomas Regionales y once municipios. Esto dificulta la planeación de la región, pues hace necesario armonizar cinco POMCA, cuatro Planes de Desarrollo Departamental, once Planes Municipales de Gestión del Riesgo de Desastres y once Planes de Desarrollo Municipal.

De otro lado, de los cinco POMCA solamente dos se encuentran formulados y dos están en proceso de formulación con apoyo del FA. Como consecuencia de todo lo anterior, los once POT, que constituyen el principal instrumento de planificación, no recogen adecuadamente la normatividad ambiental, urbanística, de ordenamiento territorial y de gestión del riesgo. Finalmente, los proyectos que se han planteado para la región desde los Planes de Desarrollo Departamental e inclusive proyectos nacionales no responden a una visión regional que permita superar las condiciones de pobreza y generar condiciones de aprovechamiento productivo adecuadas a los ciclos de inundación (Geografía Urbana, 2013).

Como se evidencia, si bien la mayor actividad productiva de la región de La Mojana se centra en el sector agropecuario, la población y su economía es altamente vulnerable a las inundaciones, entre otras cosas debido al precario sistema de alertas tempranas que no articula la información de las estaciones meteorológicas con las comunidades ni vincula a las instituciones locales para su manejo.

Durante las últimas décadas, la consolidación de la actividad ganadera y las diferentes intervenciones estatales en infraestructura de diques, etc., han transformado el uso y la visión del territorio, particularmente lo que se refiere al uso y manejo de su sistema hídrico. Impedir la entrada del agua a los terrenos se tornó en la principal meta de las intervenciones, para lo cual se desecaron ciénagas y se taponaron cientos de caños (Ortiz Guerrero, Pérez Martínez, & Muñoz Wilches, 2006). Esto ha generado que las comunidades rurales se alejen culturalmente de sus raíces “anfibia” y presenten una ruptura con los flujos de inundación, perdiendo la capacidad adaptativa hacia esta dinámica natural de la región. Lo anterior sumado a la baja presencia del Estado, a través de instituciones locales como las alcaldías y Corporaciones Autónomas, entre otras, también ha contribuido a generar bajos niveles de gobernanza y por ende una falta de resiliencia o de respuesta a las inundaciones.

### III. ESTRUCTURACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Para llegar al conjunto de intervenciones que se proponen en el presente Plan de Acción teniendo en cuenta la solicitud de la postulación 165, entre los años 2012 y 2015 el FA realizó un conjunto de actividades consistentes en generar y procesar información, llevar a cabo los análisis pertinentes y

construir los modelos necesarios para contar con las herramientas más confiables para tomar las mejores decisiones sobre las intervenciones a realizar en La Mojana. Este conjunto de actividades enmarcadas en lo que se ha denominado el *Megaproyecto de la región de La Mojana* se desarrolló en dos fases: la fase de estructuración que se inició en el mes de septiembre de 2012, la cual culmina con la formulación del presente Plan de Acción que contiene las recomendaciones de intervenciones estructurales y no estructurales, como resultado del análisis costo-beneficio de las alternativas identificadas a partir de los análisis de amenaza y riesgo. En segundo lugar, la fase de intervenciones a partir de la formulación del Plan de Acción y su aprobación por el Consejo Directivo del FA. Cabe anotar que si bien el grueso de la fase de intervención, se desarrollará conforme a las medidas que resulten de la formulación del presente documento, a la fecha ya se ha iniciado la ejecución de proyectos de reactivación económica y social de las comunidades afectadas, así como algunas intervenciones puntuales tales como la ejecución de las obras de drenaje para el reasentamiento de Doña Ana en el municipio de San Benito Abad. Así mismo, el FA ha adelantado algunas intervenciones sectoriales en vivienda, educación, salud y saneamiento básico.

La fase de estructuración se desarrolló en las siguientes etapas: a) recopilación de información y diagnóstico b) evaluación y modelación de amenaza que incluye la evaluación geotécnica de obras de protección hidráulica y c) evaluación del riesgo y análisis costo beneficio de alternativas de intervención. En paralelo a estas fases se contó con equipos de trabajo para la socialización, divulgación y participación de actores institucionales, gremiales y comunidades.

## RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Durante esta fase se realizaron diferentes actividades que incluyeron:

- I. *Recopilación de estudios técnicos realizados:* se compilaron 136 estudios técnicos que abordan diferentes temáticas temporales y espaciales que permitieron establecer una línea base de información geográfica, hidrológica, hidráulica, geológica, ambiental y socioeconómica de la región en la cual se fundamenta parte de la caracterización presentada en el capítulo 3 del presente documento. En el Gráfico 7, se presenta la distribución de los documentos compilados por temática. Esta recopilación también permitió identificar las necesidades de información para la toma de decisiones en el marco de la estructuración de un plan de acción.
- II. *Diagnóstico de instrumentos de ordenamiento y gestión del territorio:* en esta fase se realizó una revisión integral de los planes de ordenamiento territorial y planes de desarrollo con enfoque jurídico, ambiental y de manejo del riesgo, de los once municipios de la región. Las conclusiones de la revisión (Geografía Urbana, 2013) indican que la zona cuenta con numerosos estudios y disposiciones normativas, en ese sentido se encontraron casi 600 documentos entre normas y estudios de la región. Más de la mitad de esta documentación son normas cuyo impacto es difícil de medir en tanto muchas de ellas no son tenidas en cuenta en el funcionamiento del día a día en la región. La calidad de la información que se encontró es muy pobre técnicamente y en la actualidad es la única disponible, por tanto es con la trabajan los mandatarios y funcionarios locales. Tal como lo anotan expertos holandeses, familiarizados con amenazas de tipo similar a aquellas identificadas en La Mojana, el nuevo siglo marca el fin del manejo del agua por prueba y error (Meyer, Bobbink, & Nijhuis, 2010). En ese sentido, la revisión confirma que la posibilidad de acceder a información precisa a partir del procesamiento y modelación de escenarios complejos

permite planificar el territorio de manera mas adecuada e invertir con una mayor seguridad de que las intervenciones van a beneficiar a la población.

Por otra parte, los conflictos normativos identificados en esta revisión cubren casi la totalidad del territorio analizado, es decir en el 97.63% del territorio las normas que son contradictorias, inexistentes o poco claras enfocados específicamente a lo que tiene que ver con la gestión del riesgo y los fenómenos de inundación. Existen normas municipales que contradicen direcciones de superior jerarquía, o áreas normadas por entidades territoriales por fuera de su jurisdicción. El caso más crítico son varios municipios donde, en su mismo POT, tiene disposiciones contradictorias en un mismo territorio, por ejemplo una zona de amenaza alta por inundación donde también se permiten desarrollo residenciales, lo cual es grave, por tanto involucra vidas humanas; o en donde también una zona se puede usar para la agricultura o la ganadería. En lo relacionado con la gestión del riesgo, la revisión encontró que es un concepto novedoso y complejo para los municipios. No existe mayor conocimiento del tema y se ha contado con poca capacitación o socialización en este tema. Para muchos funcionarios locales, las inundaciones y el riesgo no son ni siquiera compatibles. Las primeras son eventos naturales con los que han convivido durante décadas y que son manejables y el segundo concepto es rígido y se tiene la noción que este es un documento más solicitado por el Gobierno Nacional pero no de utilidad real.

Finalmente, la revisión encontró que los municipios analizados son en su mayoría municipios extremadamente pobres con recursos muy limitados tanto físicos como humanos. Esto los pone en situaciones débiles frente a la posibilidad de realizar una planificación adecuada para su territorio, y más difícil aun, para ejercer control sobre aquello que se planea. Los municipios no conocen en realidad su territorio y tienen cifras desactualizadas lo cual hace imposible la realización de un diagnóstico claro; pieza fundamental para la planificación. Sus capacidades técnicas y tecnológicas son igualmente limitadas, no cuentan con sistemas, o funcionarios que entiendan del tema, y conozcan en pleno el sistema de planificación del país.

- III. *Diagnóstico predial: en esta fase se realizó una evaluación del estado del predial y de la tenencia de la tierra para la región de La Mojana y una actualización de valores comerciales de las zonas geoeconómicas en los 11 municipios de la región. Las conclusiones del estudio indican que las vigencias catastrales, fecha de la última actualización, rurales son tan antiguas como 1994 en Nechí y 1997 en San Marcos. Esto hace que dicha información no cuente con la actualidad necesaria para realizar un buen diagnóstico. Las vigencias catastrales urbanas cuentan con mucho menos antigüedad, siendo la más antigua del 2003 para el municipio de Achí. Los resultados en la zona urbana contarán con mayor grado de certeza debido a la mejor actualización catastral.*

La información catastral, respecto al dato de folio de matrícula inmobiliaria, presenta falta de consistencia, puesto que solo el 40% de los códigos prediales cuentan con este dato. Existe un alto grado de diferencia entre los datos de las entidades encargadas del manejo de la información relacionada con la gestión predial y de registro, puesto que mientras que en el inventario de Catastro existen 84.760 predios (excluidas las mejoras), en la base de registro solo existen 47.878 folios de matrícula inmobiliaria. En términos de distribución, la mayoría de los predios se distribuyen en 3 municipios (Magangué, San Marcos y Ayapel), los cuales contienen el 63.5% de

los predios de la región, mientras el 36.5% se encuentran ubicados en los municipios restantes.

Del estudio técnico jurídico se encontró que los principales problemas jurídicos corresponden a limitaciones de dominio (disposición del predio) y problemas de tenencia. En forma independiente cada problema representa un porcentaje bajo, sin embargo al determinar aquellos predios que presentan alguno de estos problemas se evidencia un valor muy alto en la región. Por ejemplo se encuentran problemas de tenencia o dominio para el 67% de los predios de Guaranda que fueron estudiados. Es decir que en este municipio se pueden encontrar problemas para un 97% de los predios, ya que el estudio solo se realizó a los que poseían folio de matrícula (propietarios).

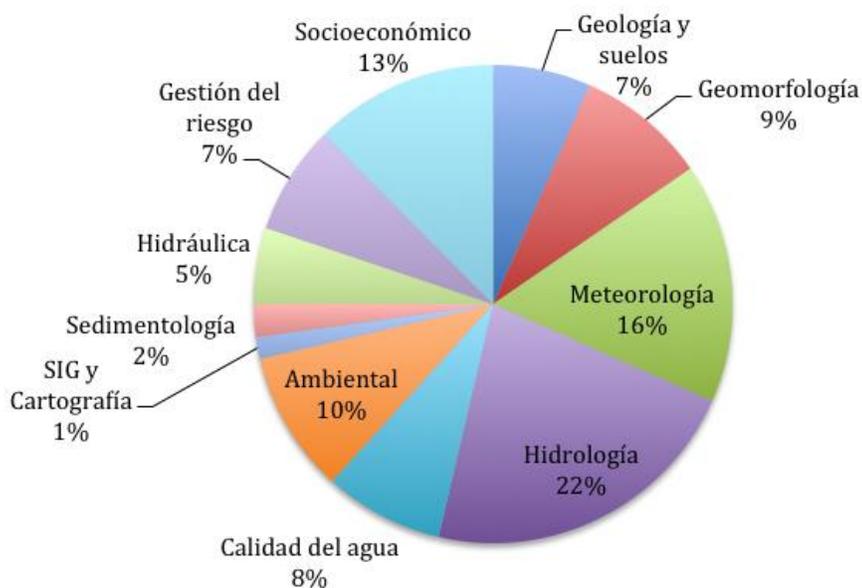


Gráfico 7. Estudios técnicos compilados en el marco de la estructuración del Plan de Acción por temática

Fuente: Equipo de Modelación Hidrodinámica, 2013

## EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACIÓN

Los modelos son una representación simplificada del mundo real, estos son usados en las diferentes disciplinas de los recursos hídricos y están conformados por dos componentes principales: un modelo conceptual y un modelo computacional. El modelo conceptual está soportado en un análisis profundo que permite describir las dinámicas de un problema particular a través de variables, propiedades y procesos relevantes.

El propósito del modelo conceptual es representar el sistema de la manera mas simplificada posible (principio de parsimonia) de tal manera que pueda ser entendido, y que los procesos mas relevantes puedan ser descritos a través de los datos disponibles. Con el fin representar de mejor manera la complejidad conceptual de la región de La Mojana en el marco de la simulación de escenarios de amenaza se estructuró conjunto de modelos descrito en la Figura 1.

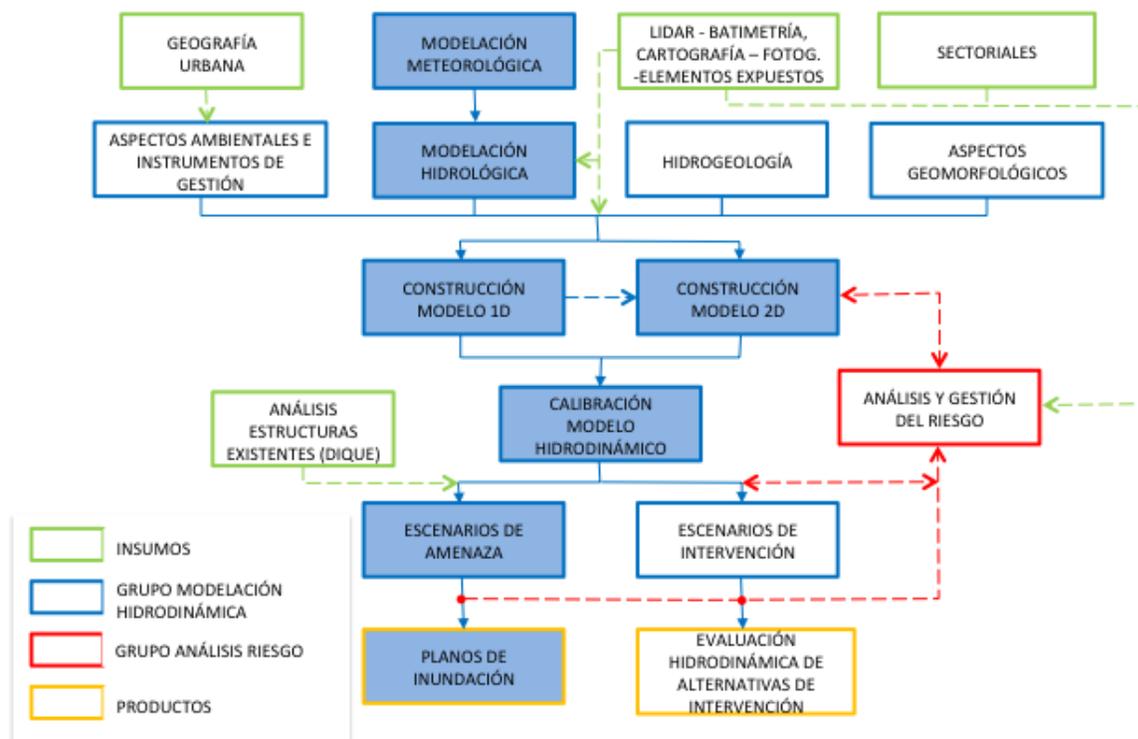


Figura 1. Conjunto de modelos propuestos en el marco de la modelación hidrodinámica de la región de La Mojana.

El modelo meteorológico sirve para caracterizar el *forcing* climatológico, en particular para definir la distribución espacial y temporal de las lluvias sobre la región de La Mojana. De esta manera podemos, con un mejor nivel de confianza, definir el *forcing* para diferentes subregiones en el área de estudio.

Los modelos hidrológicos están encaminados a estimar el caudal que aportan las cuencas aledañas al núcleo de la región de La Mojana (ver Figura 2). En particular se plantea un modelo lluvia-escorrentía para cada cuenca que permite estimar el caudal que será incorporado a las corrientes principales incluidas en la modelación hidráulica (río Cauca y río San Jorge). Desde esta perspectiva los modelos hidrológicos están también enfocados a la definición mas precisa del *forcing*, en este caso a definir una relación entre la lluvia y la generación de caudales que adicionalmente permite la conexión de la modelación de la amenaza con la modelación probabilística de riesgo ya que permite definir el caudal para diferentes escenarios de lluvia.

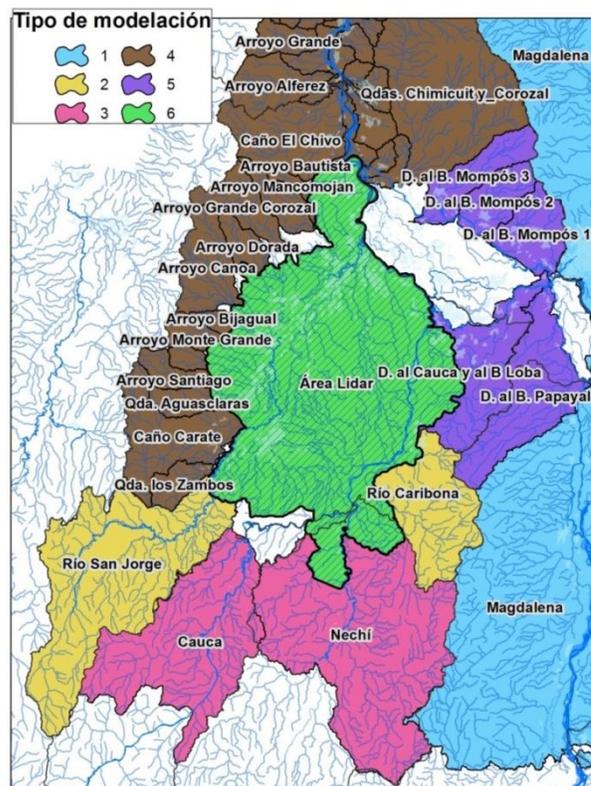


Figura 2. Esquema de cuencas aledañas a la región de La Mojana modeladas hidrológicamente

Para la modelación modelo basado en distribución de

partir de la solución de ecuaciones diferenciales que describen el flujo de agua en la superficie, que se pueden expresar de la siguiente manera (Eq. de Saint-Venant):

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \nabla(\mathbf{v}H) - q_o = 0 \quad (\text{Ec. 1})$$

$$\frac{\partial \mathbf{v}H}{\partial t} + \nabla \mathbf{v}^2 H + \nabla(\mathbf{v} \otimes \mathbf{v}H) + gH\nabla H + gH(\overline{S}_0 - \overline{S}_f) = 0 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde es el vector de velocidades de flujo del agua que tiene componentes en las direcciones x y y. H es la altura del agua, g es la aceleración de la gravedad, y son la pendiente del canal y la pendiente de fricción, respectivamente. es un término fuente que sirve para introducir el forcing meteorológico.

hidrodinámica se propuso un la física. Este modelo calcula la velocidades y alturas de agua, a

Por otra parte, cuando se lleva a cabo un estudio de las estructuras de defensa contra inundaciones resulta fundamental considerar el *sistema* de defensa contra inundación como un todo. En este sentido las estructuras están compuestas por varios componentes, cada uno de los cuales podría estar sujeto a muchas amenazas y fallas o colapsos que pueden ocurrir de acuerdo a varios mecanismos. Así por ejemplo el colapso del componente A podría imponer una amenaza al componente B, o por el contrario podría aliviar los niveles de amenaza de componentes aguas abajo ("*River System behavior*").

El modelo computacional es el artefacto capaz de simular los procesos que ocurren en la naturaleza. En ese sentido, el modelo computacional es el encargado de evaluar las ecuaciones que describen el sistema

de tal manera que las entradas del modelo (*model inputs*) se transformen en respuestas (*model outputs*). Las entradas están típicamente asociadas a fuerzas externas que actúan sobre el sistema simulado (*forcing*). Los valores de respuesta son los resultados del modelo (solución de las ecuaciones) expresados en este tipo de problemas en alturas o velocidades de flujo. Estos tratan de representar el estado del sistema modelado (variables de estado) como respuesta a las fuerzas externas, dados una serie de parámetros. Estos parámetros son valores que caracterizan propiedades o procesos del sistema natural (P.ej. rugosidad del suelo).

### Modelación hidrológica

Tal como se mencionó anteriormente, el modelo hidrodinámico de la Mojana requirió de la construcción de múltiples modelos de lluvia escorrentía. Con éstos se buscó generar dos tipos de entradas para el modelo hidrodinámico: a) la representación de varios de los principales afluentes que llegan a la Mojana y b) estimación de la escorrentía directa debida a las precipitaciones que tienen lugar en la Mojana. Estos dos tipos de entradas se entienden como las condiciones de frontera del modelo hidrodinámico.

Los modelos hidrológicos que se construyeron para el área de la Mojana se pueden agrupar en 5 grandes bloques (Ver Figura 3). Estos bloques están constituidos tanto por modelos del tipo a) como del b). Se encuentra delimitada al sur por las áreas de drenaje definidas por la escorrentía superficial que delimitan las estaciones hidrológicas de Montelíbano sobre el río San Jorge (25017010), La Coquera sobre el río Cauca (26247020), La Esperanza sobre el río Nechí (27037010). Al oriente por el área de escorrentía definida por el punto en el cual el río Caribona entrega sus aguas a un efluente del Cauca y por el área de escorrentía superficial que entrega sus aguas directamente al Cauca. Por el norte el área de escorrentía delimitada por las estaciones Magangué-La esperanza (25027680) y Palenquito (25027570). Por el occidente por la divisoria de agua entre el área de la Mojana y la cuenca del río Sinú.

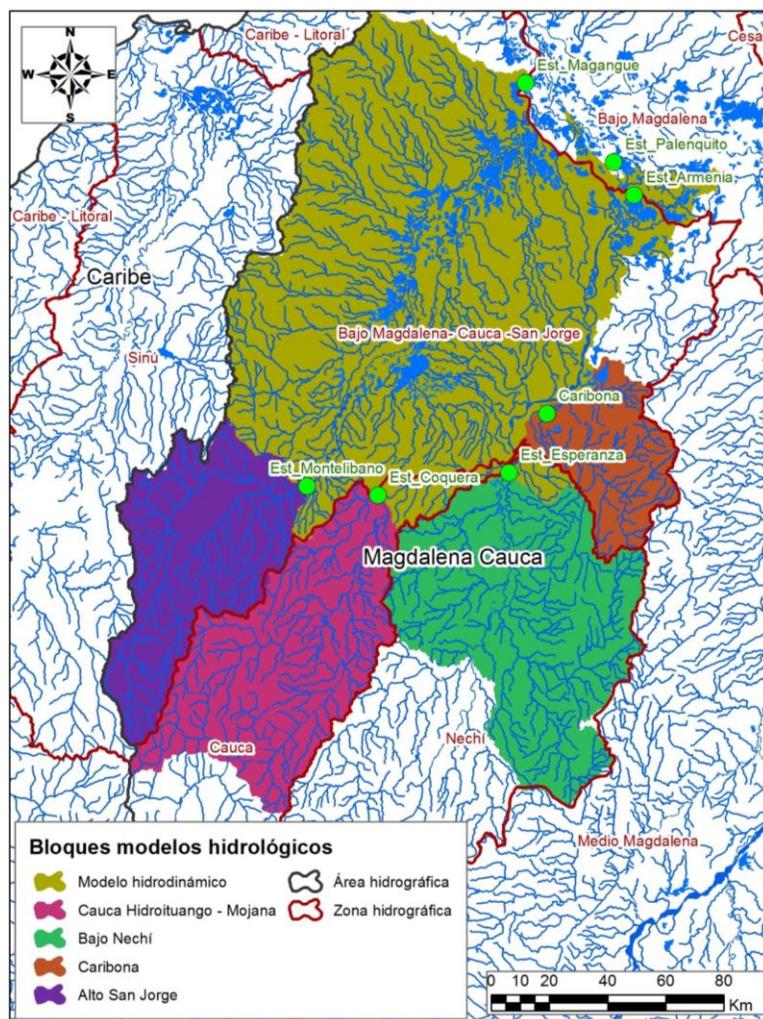


Figura 3. Bloques de modelos hidrológicos para el modelamiento hidrodinámico de la Mojana

### Bloque Cauca Hidroituango – Mojana

Este bloque de modelos hidrológicos de lluvia escorrentía enmarca el área de drenaje delimitada por la estación La Coquera y la localización del sitio de presa del proyecto Hidroituango. Esta zona al oriente se encuentra delimitada por la divisoria de la cuenca del río Nechí y al occidente por la del río San Jorge. Con la modelación de lluvia escorrentía de dicha área se buscó construir una herramienta que permitiera representar los hidrogramas de entrada por el río Cauca hacia la zona de la Mojana y que a su vez, pudieran incorporarse diferentes hidrogramas a la altura del proyecto Hidroituango debido a las distintas posibilidades de operación del mismo. Esta área se destaca por presentar unas precipitaciones y escorrentía superficial alta, lo cual la coloca como una de las zonas prioritarias a modelar hidrológicamente para generar escenarios para la zona de la Mojana.

### Bloque del Bajo Nechí

Esta área se encuentra delimitada al norte por el área de drenaje superficial que aporta sus aguas a la estación la Esperanza y al norte por el área de la estación San Juan (27037030). Al oriente por la divisoria de agua de la cuenca del Magdalena medio y al occidente por la del río Cauca.

Al igual que en el caso de la cuenca del río Cauca esta zona se destaca por presentar unas precipitaciones y escorrentía superficial comparativamente altas lo cual la hace prioritaria para contar con una mejor representación de los caudales que pueden llegar al río Cauca.

### Bloques de las cuencas de los ríos Caribona y Alto San Jorge

El primero corresponde a la cuenca del río Caribona delimitada desde el punto donde ésta entrega sus aguas a un efluente del río Cauca. El bloque del Alto San Jorge, representa la totalidad de la cuenca alta de este río. Para construir los modelos de lluvia escorrentía se usó la versión del modelo de sacramento incorporado en el software Sobek. Este modelo básicamente representa los procesos de lluvia escorrentía mediante el uso de tanques y ecuaciones que representan los flujos entre estos. En la Figura 4 se presenta la conceptualización del modelo en relación con dichos procesos. En la Figura 5 el diagrama de cajas y flujos respectivo.

Fuente: Deltares, 2013

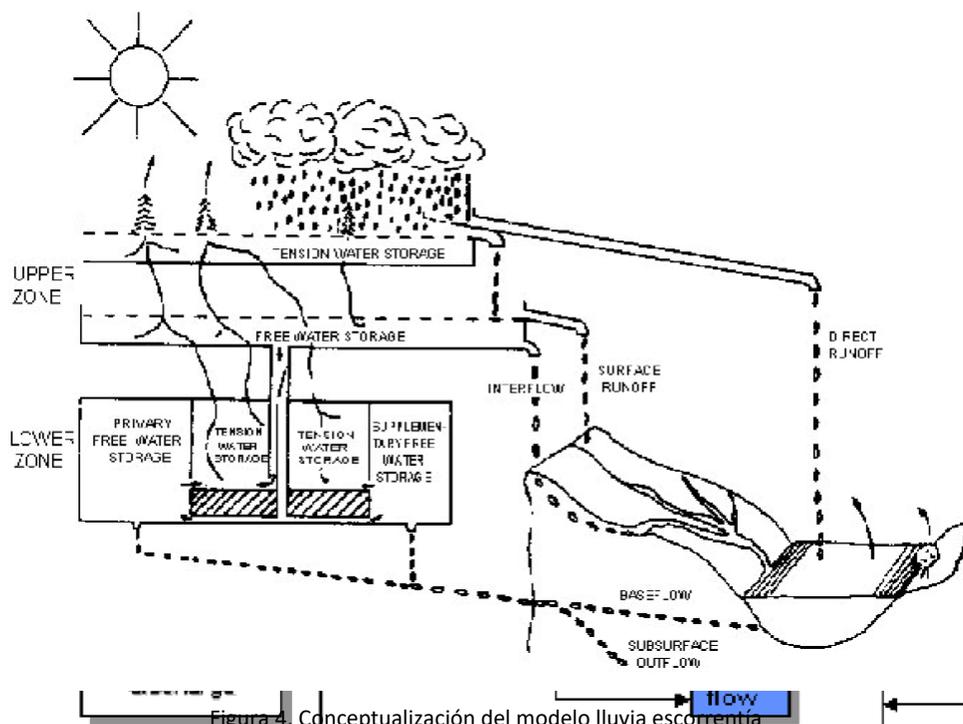


Figura 4. Conceptualización del modelo lluvia escorrentía

Figura 5. Esquemmatización del proceso lluvia escorrentía para el modelo de Sacramento

El modelo de sacramento es de tipo continuo por lo cual es adecuado para representar no sólo eventos de crecientes sino periodos de varios meses. Las entradas de este modelo lo constituyen la precipitación

y la evapotranspiración potencial. A su vez, las tasas de flujo y capacidades de almacenamiento son representadas por 17 parámetros.

A continuación se describe la forma como se realizó la construcción de los modelos de lluvia escorrentía:

- Haciendo uso de la información LIDAR se generó un modelo de elevación de terreno de resolución de 5m para el área de la Mojana. Para las áreas de los bloques que se encuentran por fuera de dicha zona se hizo uso del modelo de elevación digital de 30 m SRTM para Colombia.
- Utilizando el software HEC-GeoHMS se realizó la delimitación de las áreas de drenaje. Estas se construyeron para que presentaran en promedio áreas del orden de 150 km<sup>2</sup>. En la Figura 6 se muestran las áreas en las que cada uno de los bloques fue subdividido (bordes en color negro). De esta forma, el área del modelo hidrodinámico quedó subdividida en 142 áreas de drenaje, el bloque del Cauca en 25, el del río Nechí en 31, la cuenca del río Caribona en 14 y la del Alto San Jorge en 19.
- Para cada una de estas áreas se determinó el valor medio de los parámetros. Una primera aproximación de estos se obtuvo a partir de la información de usos del suelo y cobertura de la tierra. Para ello se utilizó la caracterización fisiográfica y de suelos de las cuencas aferentes a la región de la Mojana la cual fue construida por el especialista en geomorfología.

Igualmente, para cada una de estas áreas se determinaron las series de precipitación a resolución horaria para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2009 y el 31 de diciembre de 2010. Ese proceso se realizó haciendo uso de la información de precipitación a resolución diaria y horaria de las estaciones meteorológicas del IDEAM. Igualmente se incorporó información del satélite TRMM y mediante técnicas de desagregación y generalización espacial, se generaron los campos a resolución horaria.

La evapotranspiración potencial se determinó mediante el método FAO Penman Monteith a resolución diaria. En este caso esta se determinó para las estaciones que contaban con la información requerida (temperatura mínima, máxima, presión atmosférica y radiación solar). Posteriormente se asignó a cada una de las áreas de drenaje la serie de ETP más cercana al centroide de la misma.

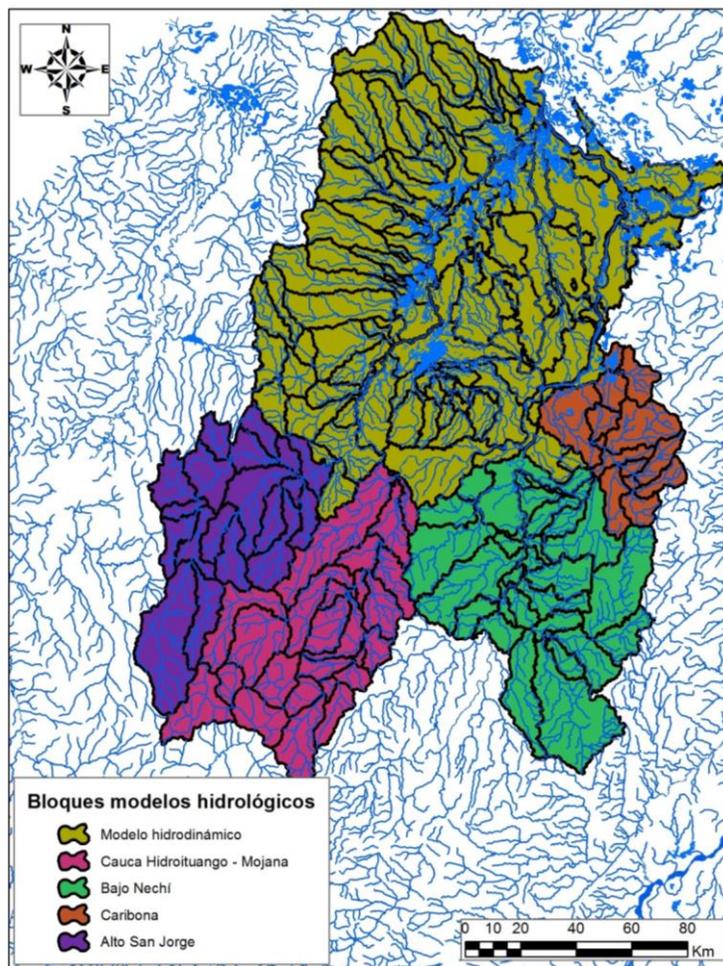


Figura 6. Subdivisión en áreas de drenaje para cada uno de los bloques de modelos hidrológicos en la Mojana

Finalmente, los modelos hidrológicos de cada una de estas áreas de drenaje fueron agregados al modelo hidráulico 1D. Para el caso del Bloque del modelo hidrodinámico, una vez montado en el software Sobek luce como se presenta en la Figura 7. En este caso los cuadros verdes representan un modelo de Sacramento para cada una de las áreas de drenaje, los cuales algunas veces entregan sus aguas directamente a los caños implementados en el modelo, en líneas azules oscuras y otras veces se unen unos con otros para de forma integrada entregar sus hidrogramas a los caños.

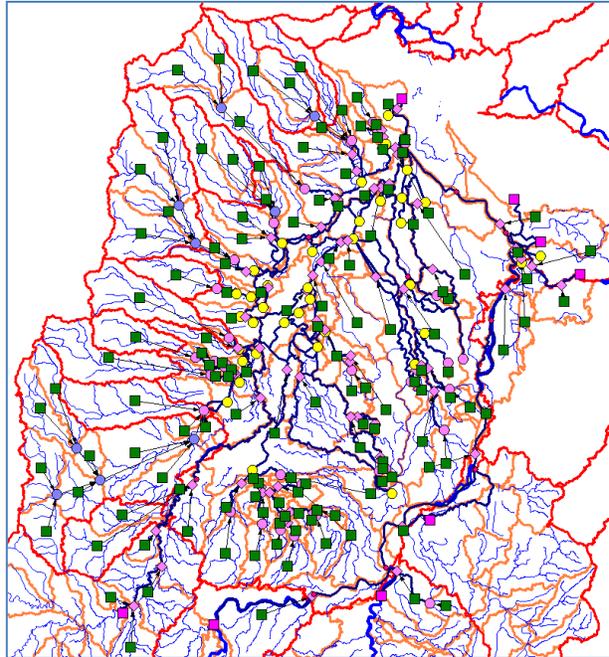


Figura 7. Esquematización en Sobek del bloque hidrógico modelo hidrodinámico

### Modelo Hidrodinámico Unidimensional (1D)

Para construir la red prioritaria se usó información de diferentes fuentes que incluye cartografía oficial, análisis multitemporal de imágenes, fotografías de alta resolución y DTM de alta resolución y topologías previas. En la figura 8 se presenta un esquema que ilustra la construcción de la red prioritaria para la región de La Mojana.

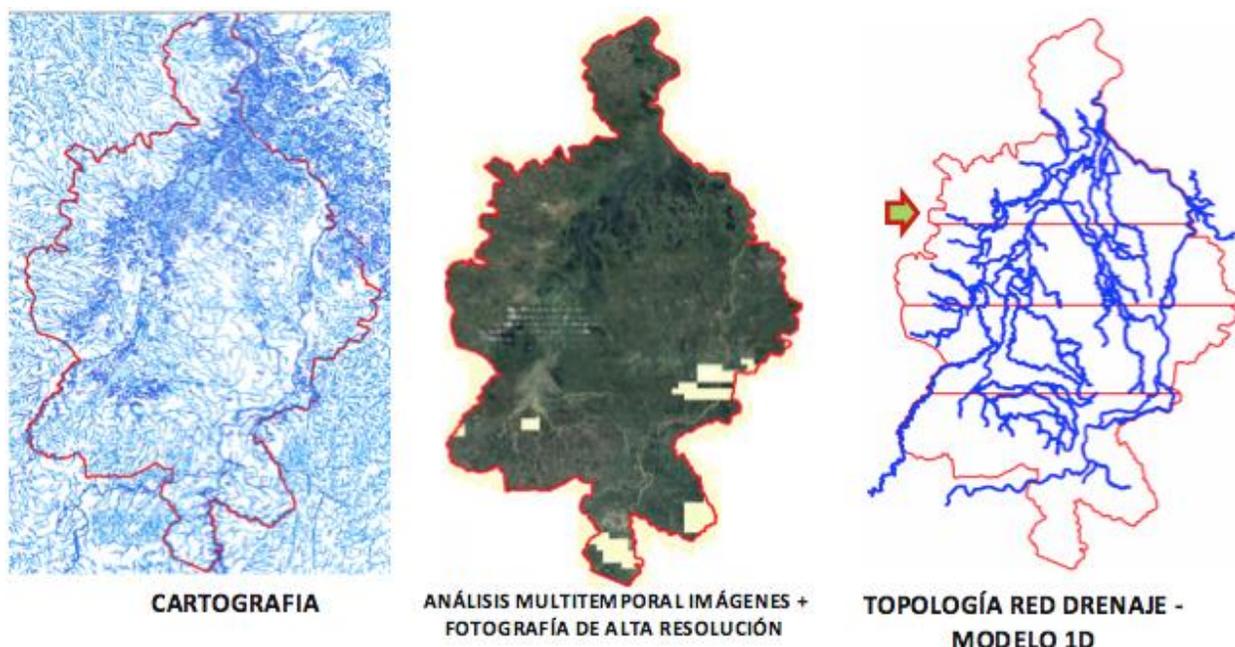


Figura 8. Construcción de la red prioritaria

Una vez que se define la topología de la red prioritaria de la región de La Mojana se generaron las secciones transversales para todos los cuerpos de agua 1-D. Para este fin se diseñó un código que permite extraer estas secciones a partir del DTM usado. Se generaron secciones transversales para los ríos Cauca, San Jorge y Magdalena así como para los caños internos cada 10 a 500 m como se muestra en la Tabla 14.

Ríos	Secciones		Longitud	Metros por sección
Cauca	18.901	379	189	10-50-200-500
San Jorge	30.301	607	303	10-50-200-500
Magdalena	7.401	149	74	10-50-200-500
Caños Internos	168.601	3.373	1.686	10-50-200-500
Total	225.204	4.508		

El modelo 1-D es hidrológico

Tabla 14. Secciones generadas para cada cuerpo de agua

integrado al modelo durante la fase de

calibración. El objetivo de la calibración es que los datos simulados sean capaces de representar los datos observados.

Con el fin de establecer el nivel de representación de los flujos simulados se comparó la serie de caudales simulada para el periodo 2009-2010 a la altura de la estación Magangué – La Esperanza con los caudales registrados para dicha estación. Para lograr una correspondencia entre los valores simulados y observados se cambiaron sistemáticamente los parámetros del modelo de Sacramento y los coeficientes de rugosidad de Manning. En la figura 8 se muestran algunas de las simulaciones obtenidas durante la calibración del modelo.

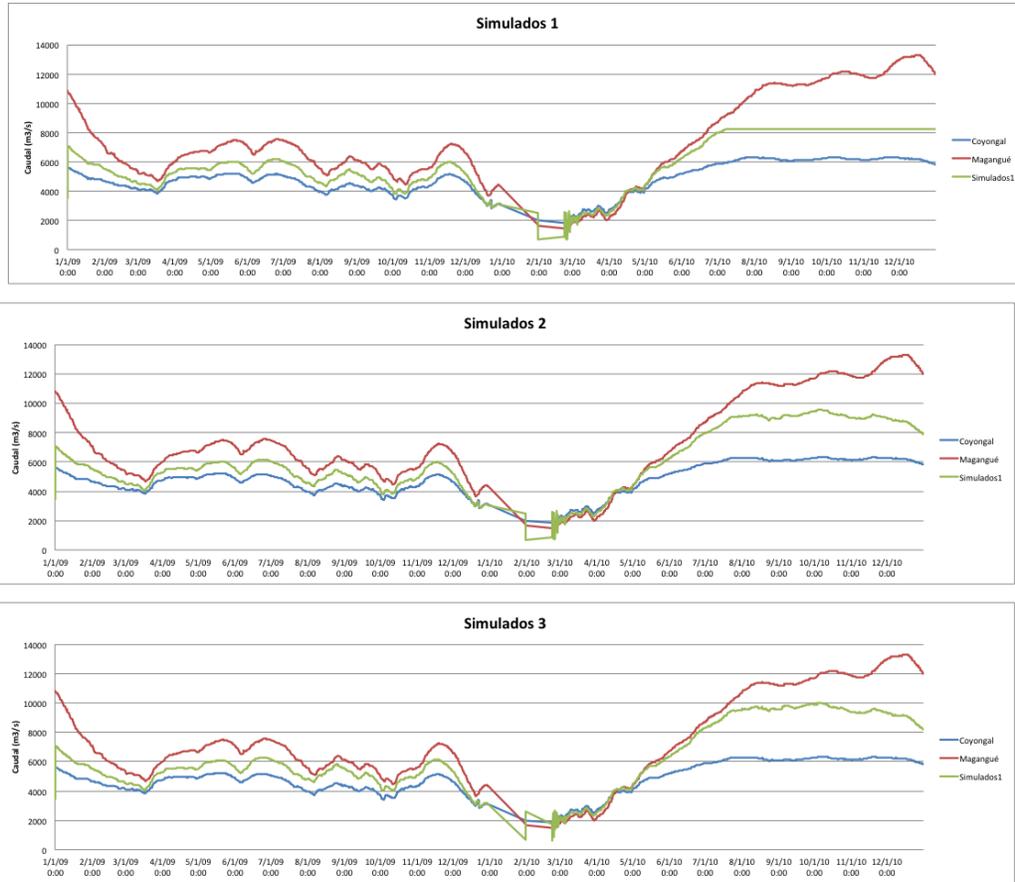


Figura 9. Calibración del modelo

En la figura 10, se presenta el modelo calibrado usando la estación Magangué. Como se puede observar hay una gran correspondencia entre los datos medidos y observados. La línea suavizada de los datos observados tomados 2 veces al día (6 am y 6pm) mientras que el modelo genera valores diarios.



Figura 10. Series de caudales simulados y observados para el sitio de la estación Magangué-La Esperanza

### Modelo bidimensional (2D)

Usando el modelo digital de terreno se construyó la red de drenaje 1-D y se conectó a la malla 2-D. En la Figura 11 se presentan el esquema de construcción de la topografía 1D-2D del modelo de la región de La Mojana usado en el presente esquema.

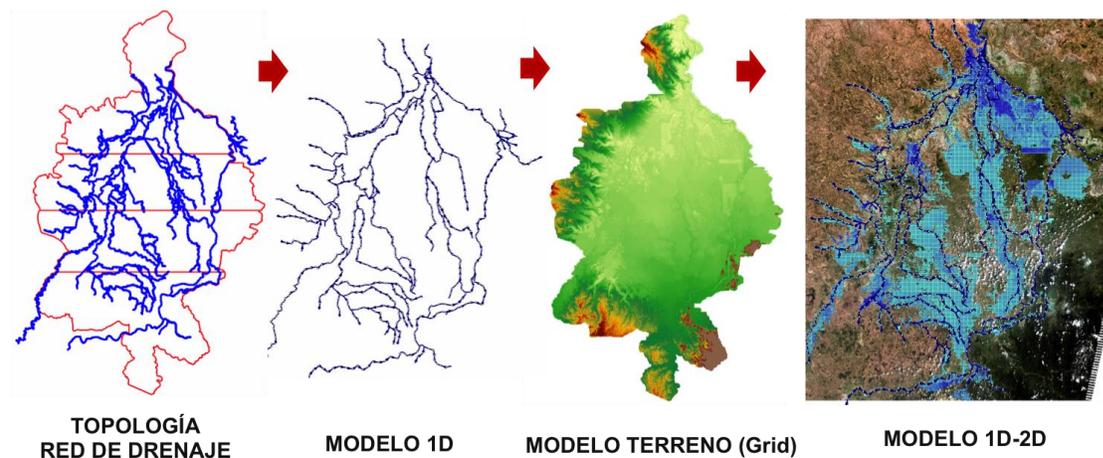


Figura 11. Construcción del modelo 1D-2D

Uno de los principales retos en los modelación 1D-2D son los tiempos computacionales, para este fin se desarrolló una optimización de las secciones transversales en el modelo 1D y de los tamaños de las celdas para el modelo 2D (resolución espacial). En este proceso es de vital importancia encontrar un equilibrio entre los tiempos computacionales y la habilidad del modelo para representar la realidad. En la Figura 12 se muestra el efecto de la resolución espacial en la habilidad para representar el comportamiento de las variables relevantes.

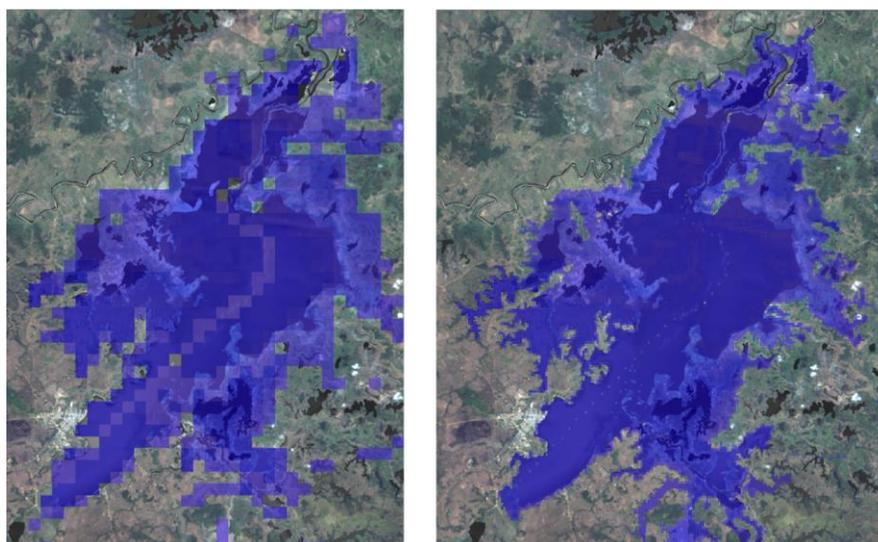


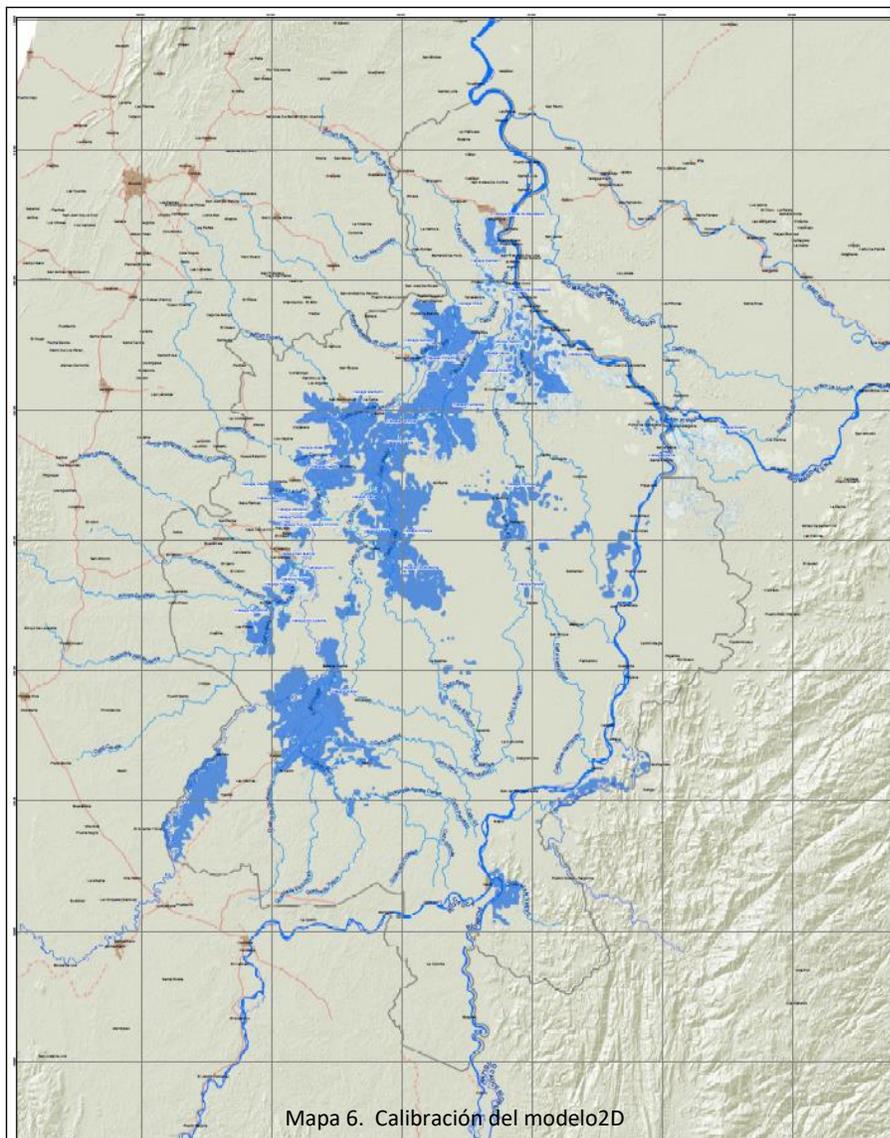
Figura 12. Resultado del modelo para resoluciones de i) 600 m (izquierda) y ii) 200 m (derecha)

Para lograr una mejor optimización de la malla se simularon diferentes combinaciones de números de secciones transversales y resoluciones espaciales las cuales se ilustran en la Tabla 15. Durante el proceso de optimización se pudo determinar la importancia de diseñar un modelo que garantice la conectividad caño-ciénaga, ciénaga-ciénaga y caño-caño. La duración de corrida optimizada se logró mejorando este último aspecto.

Tamaño	dt(calc. time	Periodo	Duración	Duración	de
600	10min	12h	3min	1 min	
600	1h	3meses	15h	7 horas	
500	1h	3meses	9h	3 horas	
500	1h	15dias	1h	10 min	
200	1h	15dias	2d	18 horas	
100	10min	2h	7min	1 min	

Tabla 15. Proceso de optimización de la configuración del modelo 2D

Una vez se obtuvo una configuración óptima se realizó la calibración del modelo 1D-2D. Para este caso la calibración se realizó usando la imagen disponible en el período usado para la calibración del modelo hidrológico y 1-D (2009-2010). La calibración se realizó cambiando sistemáticamente los valores de los coeficientes de rugosidad de Manning hasta que las manchas de inundación simulada y observada correspondieron. En la Figura 13 se presentan los resultados de la calibración 2D.



Los resultados en todas las etapas de calibración del modelo son bastante satisfactorios, lo cual brinda la confianza suficiente en el modelo hacia la simulación de escenarios de amenaza.

### Simulación de escenarios de amenaza

Para realizar una evaluación de la amenaza apropiada en la región de La Mojana, asociada a uno de los hidrosistemas más complejos del mundo, es necesario incorporar las variables relacionadas con el caudal de entrada por los principales afluentes que vierten agua al área de estudio que incluyen ríos tan importantes como el río Magdalena (brazo de loba), río Cauca y río San Jorge pero que no se limitan a ellos e incluyen ríos caudalosos como el río Nechí o el río Caribona. También es importante considerar la ocurrencia de rompimientos de los diferentes tramos de diques construidos en diferentes épocas por distintos contratistas y usando diferentes materiales con el fin de regular la distribución del agua en la región. En ese sentido, en el marco del proyecto se realizó una evaluación geotécnica de las principales estructuras hidráulicas en la región de La Mojana a partir de la cual se definieron condiciones de fragilidad

para todas estas estructuras teniendo en cuenta la heterogeneidad geométrica y geotécnica de cada estructura.

### Procedimiento de generación de *forcings* y frecuencias de los escenarios de amenaza

#### a. Generación sintética de series anuales

A partir del método de generación de series sintéticas de Matalas, el cual se encuentra descrito en el trabajo “Mathematical assessment of synthetic hydrology” de 1967 se generaron series sintéticas anuales para las estaciones de La Coquera, La Esperanza, La Raya y Montelibano, las cuales definen las condiciones de frontera de los ríos Cauca, Nechí, Caribona y San Jorge respectivamente. Dado que el método de generación preserva momentos y correlaciones espaciales y temporales de las series originales, se utilizaron los caudales medios anuales de dichas estaciones para el periodo 1980-2012, contando de esta forma con 33 años. En total se generaron 9967 años sintéticos, de manera que junto con los 33 años observados sumaran 10.000 años. En las siguientes gráficas se muestran los histogramas de comparación de las series históricas y sintéticas.

#### b. Desagregación de series diarias

Una vez obtenidos las series anuales éstas se desagregaron a resolución diaria, para lo cual se utilizó el método propuesto por Nowak et al 2010 en el trabajo “A nonparametric stochastic approach for multisite disaggregation of annual to daily streamflow”. Dicho método básicamente desagrega linealmente un volumen anual en volúmenes diarios haciendo uso de los años históricos y considerando un subconjunto de éstos como “vecinos cercanos”. Dicha denominación se hace en función de que tan cerca se encuentran los volúmenes anuales de estos años con los volúmenes a desagregar. Posteriormente la desagregación se hace seleccionando uno de los vecinos utilizando una selección aleatoria guiada por pesos que dependen del grado de cercanía de cada uno de los vecinos.

#### c. Generación de histogramas y determinación de frecuencias por clase

Utilizando la suma de los valores anuales de las 4 series hidrológicas referidas, es decir, una serie de 10.000 valores agregando las principales entradas a la Mojana, se generó un histograma de 10 clases. Posteriormente, se determinó la frecuencia absoluta de cada una de las clases y dividiendo este número entre 10.000 se obtuvo la respectiva frecuencia relativa (Ver Gráfico 8 y Tabla 16).

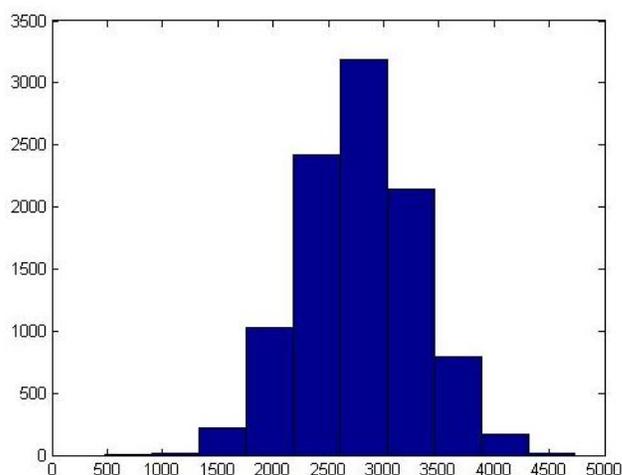


Gráfico 8. Histograma de las 10.000 afluencias anuales agregadas en la Mojana

Clase	Frecuencias absolutas	Frecuencias relativas
1	1	0.0001
2	19	0.0019
3	223	0.0223
4	1029	0.1029
5	2418	0.2418
6	3187	0.3187
7	2149	0.2149
8	793	0.0793
9	168	0.0168
10	13	0.0013

Tabla 16. Frecuencias absolutas y relativas de las 10.000 afluencias agregadas en La Mojana

### Selección de los hidrogramas para cada escenario

Utilizando como referencia las clases definidas anteriormente, se seleccionaron algunos hidrogramas diarios de un año de los 9967 desagregados, utilizando cada uno de los siguientes criterios:

- Aquellos hidrogramas cuya suma de volúmenes anuales se encontrara más cercano al valor medio de cada una de las clases (esto se realizó para las clases 1 a 10)
- Selección de un hidrograma dentro de la clase que mostrara un valor relativamente alto en relación a la clase para el río Cauca (estación la Coquera)
- Selección de un hidrograma dentro de la clase que mostrara un valor relativamente alto en relación a la clase para el río San Jorge (estación Montelibano)
- Selección de un hidrograma dentro de la clase que mostrara un valor relativamente alto en relación a la clase para los ríos Nechí y Caribona (estaciones La Esperanza y Caribona)

El anterior proceso dio lugar a 37 conjuntos de forcings, 4 para cada una de las clases de la 2 a la 9 y uno para la 1.

### Definición de la probabilidad de falla de los diques

Existen tres topologías asociadas a las curvas de fragilidad por el mecanismo de falla de desborde con erosión de la parte interna o seca del dique. Como es conocido, en las curvas de fragilidad se pueden identificar dos alturas (es importante aclarar que cuando nos referimos a altura, para este mecanismo de falla, hablamos de la altura de desborde sobre la corona del dique), tal vez sea mas adecuado llamarlas DH; una asociada a la última DH con probabilidad de falla igual a cero (DH PF0), y la otra a la primera DH con probabilidad de falla del 100% (DH PF1). Para ser un poco mas ilustrativo:

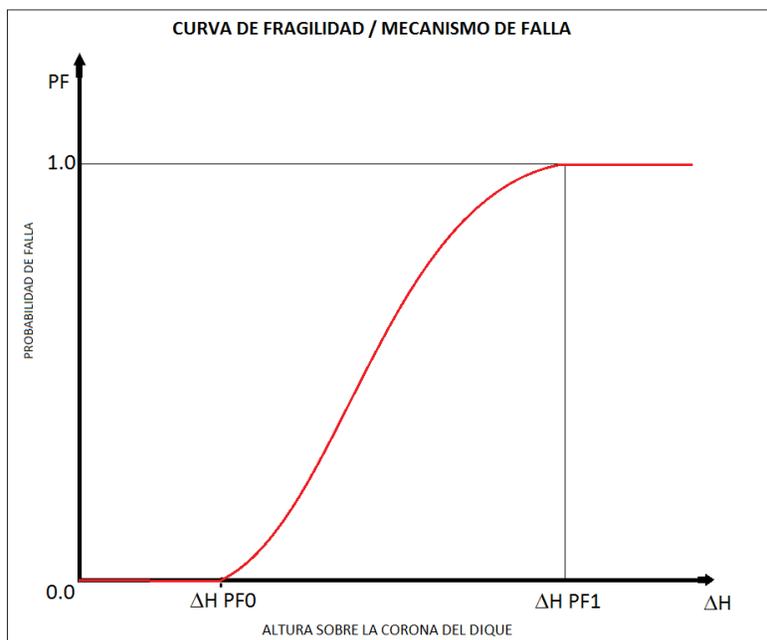


Figura 13. Curva de Fragilidad

Teniendo en cuenta estas dos alturas se configuraron los controles hidráulicos que activan los rompimientos en cada una de las topologías. Adicionalmente, de forma espacial se subdividió el dique marginal del cauca en dos sectores, de colorado a Nechí y de Nechí al Cerro las Brisas.

### Resultados de escenarios de amenaza

Se generaron 170 escenarios de amenaza en el estado actual que combinan: (i) la ocurrencia de caudales altos, medios y bajos por los ríos priorizados que resultan de la generación estocástica de 10.000 años de caudales con consideraciones de tendencias climáticas, (ii) diferentes probabilidades de rompimiento de los principales diques en diferentes tramos y (iii) la lluvia directa sobre la región. Estos escenarios surgen de realizar un muestreo representativo estadístico de los posibles escenarios que podrían ocurrir en la región y se limitan a este número buscando un balance entre los tiempos de corrida de los diferentes escenarios en el computador (cada escenario tarda 24 horas en correr en un computador con prestaciones sobresalientes- Workstation) y las ganancias en términos de representatividad de los resultados.

Algunos de los resultados obtenidos para diferentes escenarios se presentan en la figura 15. Como se puede observar, los resultados pueden ser agrupados por su magnitud en recurrentes, moderados a altos

y extremos. Los resultados obtenidos muestran diferentes combinaciones de ocurrencia de inundaciones de La Mojana, algunos eventos que han ocurrido y otros que podrían ocurrir en el futuro. **Estos resultados representan la base para la modelación de riesgo por inundación en la región de La Mojana, los cuales se construyen a partir de la integración de los diferentes escenarios de amenaza y su probabilidad de ocurrencia asociada.**

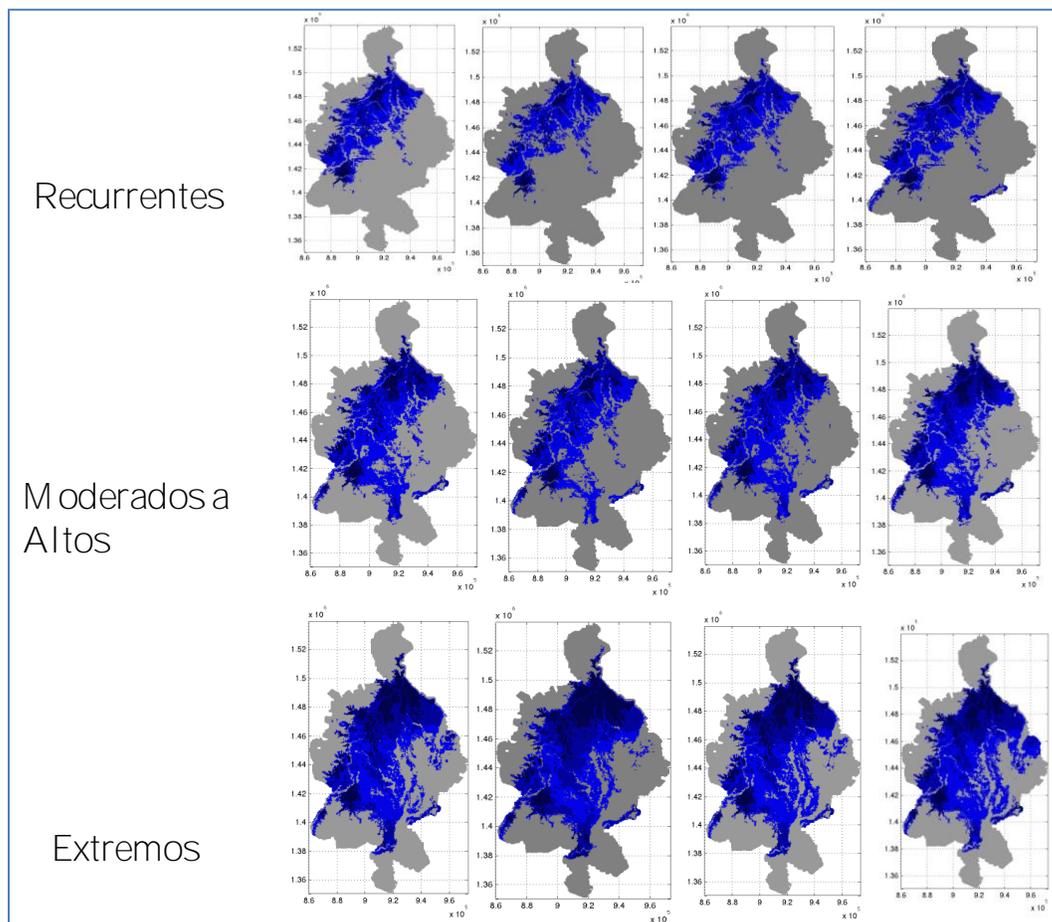


Figura 14. Escenarios de amenaza por inundación para diferentes frecuencias de ocurrencia

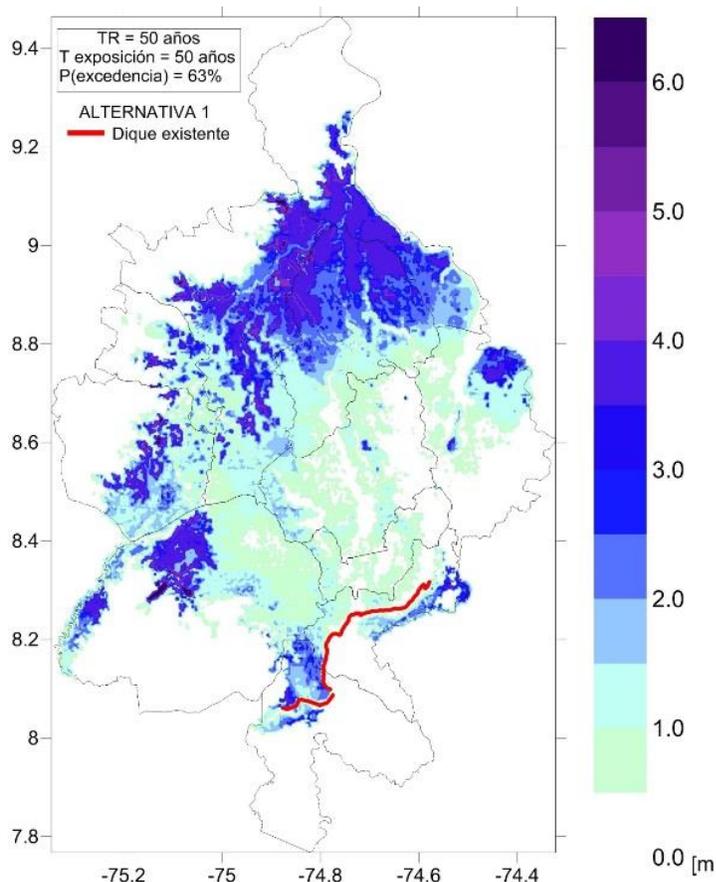
### Amenaza integrada

Los resultados de la modelación de la amenaza por inundación en la región de La Mojana se pueden analizar de manera integrada usando el concepto de mapas de amenaza integrada. Estos mapas indican, la colección de escenarios generados, la intensidad de la amenaza (medida en altura de agua en metros) para un cierto periodo de retorno. Los mapas de amenaza integrada permiten comparar las intensidades según el periodo de retorno y establecer zonas seguras y zonas vulnerables dentro de la región.

En cada mapa se indica la probabilidad de excedencia, que es la probabilidad que se tiene de exceder los diferentes niveles de intensidad (altura de la inundación mostrada en cada mapa) en una ventana de exposición determinada. Por ejemplo, si se considera una ventana de exposición de 50 años (que también se puede entender como periodo de vida útil de una construcción), la probabilidad de exceder las alturas de inundación mostradas en el mapa de amenaza integrada para 10 años de periodo de retorno es de

99%, mientras que para 100 años de periodo de retorno esta probabilidad de excedencia se reduce a 39% y para 500 años de periodo de retorno, la probabilidad de exceder las alturas de inundación mostradas en el mapa es de 1% en 50 años de exposición. En la siguiente figura, se presenta a manera de ejemplo mapas de amenaza integrada para un períodos de retorno de 50 años.

Los mapas de amenaza integrada son muy útiles en el contexto de planeación del territorio ya que nos permiten conocer, dado un período de exposición (vida útil), cual es la probabilidad de que ocurra una altura dada en cualquier punto de La Mojana. En ese sentido, en esta región se cuenta con una herramienta que nos permite tomar cualquier tipo de decisión en términos de infraestructura.



Mapa 7. Amenaza integrada para un período de retorno T= 50 años

## ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO

### Metodología

La gestión del riesgo comprende todo el conjunto de acciones que pueden ser ejecutadas con el fin de reducir el impacto negativo de los desastres en el marco del desarrollo de una región. El primer paso para una correcta gestión del riesgo es identificarlo y cuantificarlo. Ahora bien, para conocer el riesgo deben conocerse sus componentes: la amenaza, los elementos expuestos y su vulnerabilidad. La amenaza se refiere a la ocurrencia de un fenómeno natural, como las inundaciones, y la violencia con que impacta una

región específica. Los elementos expuestos son el conjunto de bienes o activos que se encuentran expuestos a la amenaza y pueden llegar a sufrir daños que deriven en pérdidas económicas o afectación a la población. Por último, la vulnerabilidad es esa medida de susceptibilidad a sufrir daño que tienen los elementos expuestos, tras la manifestación de la amenaza en su ubicación. La evaluación del riesgo resulta entonces de la combinación de sus tres componentes.

La identificación del riesgo por inundaciones en la región de La Mojana se hizo siguiendo la metodología de análisis probabilista que tiene como objetivo estimar la distribución de probabilidad de la pérdida que puede presentarse en un conjunto de elementos expuestos, tras la ocurrencia de un fenómeno natural. La modelación probabilista permite entonces realizar pronósticos sobre los niveles futuros de pérdida, considerando la amenaza propia de la región de estudio y la incertidumbre en su estimación, así como la vulnerabilidad inherente de los elementos expuestos y su incertidumbre.

En términos generales, la amenaza se representa por medio de una colección de escenarios, generados de manera estocástica, los cuales representan de manera integral, y en términos de probabilidad, la amenaza de una región. Cada escenario tiene asociada una frecuencia de ocurrencia y contiene la distribución espacial de parámetros que permiten construir la distribución de probabilidad de las intensidades producidas por su ocurrencia. La razón por la cual debe representarse la amenaza como una colección de escenarios está relacionada directamente con la evaluación del riesgo, dado que esta representación permite aplicar la metodología probabilista de análisis de riesgo de manera directa, y permite incluir de manera racional las incertidumbres asociadas a la amenaza.

Los elementos expuestos, son el conjunto de bienes o activos (construcciones o cultivos en el caso de La Mojana) susceptibles de sufrir daños y producir pérdidas, dada la ocurrencia de los escenarios que definen la amenaza. Estos elementos se caracterizan por su ubicación geográfica, su valor de reposición y la clase estructural a la que pertenecen. Los elementos expuestos son fundamentales dentro del análisis de riesgo, debido a que comprenden los objetos sobre los cuales se evalúan las pérdidas, es decir, son la fuente de las pérdidas potenciales debido al hecho de estar expuestos a una amenaza y ser susceptibles de sufrir un daño.

La vulnerabilidad puede entenderse como las características del entorno construido para resistir el impacto derivado de la ocurrencia de un evento peligroso. Estas características determinan el grado en el cual la integridad del entorno construido, así como la vida y medios de subsistencia de quienes habitan dicho entorno, quedan en riesgo por cuenta del evento peligroso. La vulnerabilidad cuantifica entonces las condiciones de inseguridad del entorno construido, las cuales responden a un proceso social de generación, acumulación e incremento.

La vulnerabilidad es una característica intrínseca de los elementos expuestos y que caracteriza el comportamiento de los elementos expuestos (construcción o cultivo) durante la ocurrencia de un evento peligroso (para el caso de La Mojana una inundación). Está definida mediante curvas de vulnerabilidad, las cuales relacionan los momentos de probabilidad (valor esperado y varianza) de la pérdida en el elemento expuesto, como función de la intensidad de amenaza que ocurra en su ubicación. Es decir, la vulnerabilidad física está asociada a pérdidas económicas directas, que son el objeto de modelación dentro de la evaluación probabilista de riesgo.

El riesgo se determina mediante la convolución entre la amenaza y la vulnerabilidad, en la ubicación ocupada por los elementos expuestos y para la totalidad de los mismos. En el cálculo probabilista de las

pérdidas, la amenaza y la vulnerabilidad también están representadas de manera probabilista. La amenaza tiene una representación probabilista tanto temporal como espacial. La ocurrencia en el tiempo de los escenarios de amenaza se modela como un proceso de Poisson, lo que conlleva a modelar mediante una distribución de probabilidad exponencial el tiempo que transcurre entre los escenarios. Por otra parte, la medida de intensidad en cada ubicación se modela como una variable aleatoria con distribución lognormal, definida por sus dos primeros momentos de probabilidad. Finalmente, la vulnerabilidad se establece también por medio de dos momentos de probabilidad los cuales define la distribución de probabilidad Beta asignada a la pérdida.

Las incertidumbres asociadas a la amenaza y a la vulnerabilidad son entonces definidas en su propia naturaleza; temporal y espacial para la amenaza y dependiente de la intensidad para la vulnerabilidad. De esta manera, el principal resultado del modelo es una distribución de probabilidad específica de la pérdida para cada escenario de riesgo.

El riesgo físico es comúnmente descrito mediante la llamada curva de excedencia de pérdidas (loss exceedance curve) que permite calcular las frecuencias, expresada en número de veces por año, con las que ocurrirán eventos en los que se iguale o exceda un valor especificado de pérdida monetaria. Esta frecuencia anual de excedencia se conoce también como tasa de excedencia. Otros estimadores puntuales, utilizados para representar la pérdida son la Pérdida Anual Esperada (PAE), la Pérdida Máxima Probable (PML por las iniciales en inglés, Probable Maximum Loss) y la probabilidad de excedencia.

La *Pérdida Anual Esperada (PAE)* es el valor esperado de la pérdida anual, también llamada prima pura en el sector de los seguros ya que es la anualización de todas las pérdidas que se tendrán a futuro, y por lo tanto equivaldría al valor que se tendría que pagar cada año para cubrir dichas pérdidas. En el contexto del riesgo de desastres es práctica común expresar la PAE al millar y no en porcentaje ya que estos valores suelen ser pequeños y al verlo en porcentaje este puede ser desestimado por el lector. Este valor es posible determinarlo para un portafolio completo de elementos expuestos (las construcciones convencionales en La Mojana); para un conjunto de elementos (edificaciones industriales o residenciales) o para un solo elemento (un colegio). Se considera la métrica más robusta y a la vez insensible a las incertidumbres inherentes en el análisis (Marulanda, 2013).

La *Pérdida Máxima Probable (PML)* relaciona la pérdida a un periodo de retorno. Para el caso de riesgo por inundación en La Mojana, se presentan en detalle los resultados de PML para periodos de retorno de 50, 200, 500 y 1,000 años, además de la curva completa. La selección de un periodo de retorno depende del nivel de riesgo tolerable por el tomador de decisiones.

Las curvas de probabilidad de excedencia relacionan la pérdida monetaria con la probabilidad de tener o exceder ese valor para diferentes tiempos de exposición del portafolio considerado. Con estas curvas se puede determinar el nivel de seguridad que tendrían los elementos expuestos, para un determinado periodo de exposición y nivel de pérdida.

### Alternativas de intervención estructurales

Las alternativas propuestas tratan de cubrir un importante espectro de intervenciones y surgieron del análisis de más de 100 posibles intervenciones puntuales que incluyen intervenciones implementadas en planicies inundables similares a La Mojana, propuestas de intervención derivadas de estudios previos realizados en la región y soluciones novedosas basadas en la experiencia adquirida por el equipo de

expertos hidráulicos contratados por el Fondo Adaptación durante la caracterización y modelación de las distintas variables hidroclimáticas de relevancia en la región. Las intervenciones propuestas están basadas en el modelo de intervención que se ha usado tradicionalmente en La Mojana que incluye infraestructura de protección contra las inundaciones enfocada principalmente en el dique marginal.

Todas las intervenciones analizadas fueron agrupadas en familias de intervenciones que cubren desde no realizar ninguna intervención sobre las estructuras reguladoras de mayor relevancia en la región hasta la intervención total de la margen izquierda del río Cauca para evitar el desborde y la conectividad hacia La Mojana, incluyendo alternativas intermedias en las cuales se diseñan obras específicas que permiten la inundación controlada de áreas bajas y planicies. A partir de un ejercicio que contó con la presencia de todo el equipo de modelación se realizó una depuración de las alternativas hasta llegar a un número reducido, tecnológicamente viable considerando que cada alternativa requiere alrededor de 80 simulaciones que tardan entre 12-14 horas cada una. Los criterios de selección estuvieron asociados a factores técnicos y ambientales.

#### Medidas de adaptación y protección de centros urbanos sin intervenciones en el dique sobre el río Cauca

Esta primera alternativa propuesta descarta la intervención estructural sobre el dique marginal localizado en la margen izquierda del río Cauca por lo que las aguas de este continuarían ingresando a la región a través de los rompederos y zonas de desborde ocasionando la inundación periódica de las planicies existentes entre los complejos de ciénagas de Ayapel y San Marcos, caño Mojana – Orejero – Sucre, y el bajo San Jorge.

Esta alternativa está encaminada a minimizar las obras sobre las estructuras de protección contra la amenaza mientras se priorizan medidas adaptativas en la región de La Mojana. Estas incluyen adaptación estructural de viviendas usando técnicas como palafitos, aterrados o viviendas flotantes, así como adaptaciones agrícolas usando cultivos más resilientes a la inundación, cultivos de ciclo corto o estructuras adaptativas tales como huertas elevadas o arroz colgado. Esta intervención es considerada toda vez que La Mojana ha representado por décadas una planicie inundable, la cual ha sido sometida a intervenciones hidráulicas por más de 60 años que han empeorado su condición en términos de riesgo.

Las obras a ejecutar consisten en el reforzamiento de los muros que protegen las áreas urbanas de las cabeceras municipales y la intervención estructural de los puentes de la vía San Marcos – Majagual – Achí, de tal forma que se asegure la conectividad terrestre entre estos municipios y la estabilidad de las obras durante el evento de inundación. Entre las medidas de adaptación se encuentra la modificación de viviendas en áreas rurales por viviendas elevadas sobre palafitos (columnas de madera resistente a la humedad) entre 1,50 - 1.70 m de altura, la transición hacia actividades económicas resilientes a la inundación en lugar de cultivos permanentes así como adecuaciones en la forma de cultivar tales como huertas aéreas, cultivo de arroz criollo colgado, entre otros.

Como resultado de un evento de gran magnitud, se inundarían parcialmente los 11 municipios incluyendo áreas de cultivos permanentes y transitorios, así como extensiones de tierra dedicadas a la ganadería. Adicionalmente, se afectarían áreas asociadas a las actividades de pobladores localizados en viviendas y veredas rurales. Desde esta perspectiva esta alternativa puede incluir, previo análisis costo beneficio, el reasentamiento de viviendas dispersas, a las cuales al Estado le resulta muy complicado garantizar medios de subsistencia.

Esta alternativa que considera la ocurrencia de rompederos en algunos sectores del dique, puede restringir la conectividad terrestre entre San Marcos y Majagual ya que la vía puede verse afectada como ha ocurrido en el pasado. En ese sentido, es importante considerar intervenciones estructurales sobre la vía San Marcos-Majagual-Achí que incluyen la reconstrucción de puentes existentes y la construcción de puentes nuevos de tal manera que se garantice la conectividad en eventos extremos (p.ej.  $T_r = 475$  años).

Esta alternativa asegura el funcionamiento natural en términos de desborde y conectividad de los ríos y caños con la planicie inundable, y garantiza el aporte de flujos, sustancias y nutrientes a los ecosistemas rivereños (vegetación riparia, humedales, zapales, entre otros), lo cual redundaría en mayor productividad durante los periodos de aguas bajas y mayor oferta de peces en periodos de aguas altas. Sin embargo, el pulso natural de inundación continuaría siendo alterado debido a la permanencia de una estructura artificial (dique marginal) la cual al romperse, causará la inundación prolongada de áreas aferentes a los complejos cenagosos. El ingreso descontrolado de las aguas del río Cauca, ricas en sedimentos y nutrientes, aunque permite la renovación de los suelos, también ocasiona una mayor colmatación de las ciénagas.

#### Realce y refuerzo del dique actual en el tramo colorado – las brisas

El propósito de esta segunda alternativa se centra en evitar el ingreso de las aguas del río Cauca a través de los desbordes y rompederos localizados entre Caucacia, Nechí y San Jacinto, incluyendo los sectores de Santa Anita, Potrero Nuevo, Nuevo Mundo y Boca del Cura, los que constituyen los sectores históricamente más críticos. De esta manera se controlan todos los rompederos de alta y moderada magnitud, el ingreso de agua hacia el complejo de ciénagas de Ayapel y San Marcos, y se minimiza la afectación sobre los municipios de Ayapel y San Marcos así como sobre la vía San Marcos – Majagual.

Con esta alternativa se permite el ingreso de las aguas del río Cauca hacia La Mojana en los sectores Astilleros – Puerto Isabel y Puerto Guacamayo – Pinillos, donde se presentan principalmente desbordes de orilla, ocasionando la inundación de las planicies localizadas en los sectores de Palmarito, Sucre, Nariño, caños Mojana, caño Panceguita y el bajo San Jorge. Al quedar mas expuestos los centros urbanos de Achí, Guaranda, Majagual, Sucre y Magangué, se hace necesaria la intervención y reforzamientos de los respectivos muros de protección. Mientras que para las cabeceras municipales de San Marcos, Caimito y San Benito Abad no es necesario aumentar la altura de las estructuras existentes.

En términos de movilidad, aunque se minimiza la afectación de la vía San Marcos – Majagual, se requiere la elevación e intervención estructural de los puentes existentes en la vía Majagual – Achí. También se debe resaltar que continúa la conectividad entre Majagual y Sucre a través de caño Mojana, el cual constituye una arteria regional importante. Cabe aclarar, que aunque se controla el flujo de agua desde el río Cauca hacia la ciénaga de Ayapel, aun continúa la conectividad con las áreas inundables del medio y bajo San Jorge a través del mismo río San Jorge y los caños Rabón, Viloría y Totumo, así que en algunas circunstancias podría presentarse reflujos desde la zona baja con afectación sobre la vía San Marcos-Majagual y sectores aledaños. Esto último requiere la validación a través del uso del modelo hidrodinámico.

El pulso de inundación se alteraría permanentemente en el corredor Nechí-San Jacinto-Ayapel-San Marcos lo cual perturbaría los movimientos naturales de peces que afectarían la seguridad alimentaria en algunas regiones en la zona sur de La Mojana. Por otra parte, al norte de la carretera San Marcos – Majagual se conservaría el pulso de inundación en términos similares al natural, condición que redundaría en aporte de sedimentos y nutrientes, conectividad de los ríos con la planicie inundable, y sostenimiento de la fauna íctica. Sin embargo, el aumento en los caudales aguas abajo y la permanencia de espejos de agua en zonas donde originalmente eran temporales, puede causar alteraciones sobre el paisaje, modificando, entre otros, la presencia estacional de ecosistemas como los zapales y playones, y modificando la ubicación de sitios tradicionales de anidamiento de algunas especies, lo cual impactaría directamente sobre el funcionamiento del ecosistema y por lo tanto sobre la oferta de bienes y la provisión de algunos servicios ecosistémicos.

Adicionalmente, debe tenerse en cuenta que el dique existente fue construido sobre el lecho mayor del río Cauca, ocasionando la aparición de rompederos, la alteración morfológica del mismo río y la pérdida de capacidad hidráulica, en un tramo en donde el caudal se incrementa considerablemente por el ingreso del río Nechí. Como consecuencia, la inundación se hace más severa en la margen derecha del río Cauca y el flujo de agua en el sector de Guaranda, Achí y Majagual es más intenso que en la primera alternativa.

#### Refuerzo y realce del dique actual del río Cauca en el tramo Colorado-las brisas y continuación del dique desde las brisas a pinillos

El propósito de esta tercera alternativa se centra en tratar de evitar el ingreso de las aguas del río Cauca a la región de La Mojana, de tal manera que se protejan las áreas interiores de La Mojana de las inundaciones provenientes del río Cauca, así como las estructuras presentes en los cascos urbanos con mayor riesgo tales como San Marcos, Ayapel y Caimito. Esta alternativa también busca reducir el riesgo de afectación de la vía San Marcos-Majagual-Achí.

Las principales obras a ejecutar en esta alternativa serían el realce y refuerzo del dique existente entre Colorado – Las Brisas, así como la construcción de un nuevo dique por la margen izquierda del río Cauca desde Colorados hasta Pinillos, eliminando todos los rompederos y desbordamientos. Con esta alternativa se restringe de manera definitiva el flujo de agua desde el río Cauca hacia La Mojana.

Como resultado, se controlan las posibles inundaciones en las cabeceras municipales de Ayapel, San Jacinto del Cauca, Guaranda, Majagual y Achí, se minimiza la inundación de las planicies localizadas entre el río Cauca, la ciénaga de Ayapel y el bajo San Jorge, y se asegura la conectividad terrestre entre San Marcos – Majagual y Achí. Sin embargo, los impactos sobre las zonas bajas localizadas en la margen derecha del río Cauca se intensifican, producto de la pérdida de capacidad hidráulica del cauce del río Cauca y de la concentración de caudal sobre este mismo cauce. Adicionalmente, el control hidráulico impuesto sobre el río Magdalena y la condición natural de La Mojana, podrían continuar permitiendo la inundación de las planicies y complejos de ciénagas del bajo San Jorge, en jurisdicción de los municipios de Sucre, San Benito Abad, Caimito y Magangué, incluyendo los sectores de Palmarito, Sucre, Nariño y el bajo San Jorge. Por otro lado, podría presentarse refluo desde la zona baja con afectación sobre las zonas aledañas a la vía San Marcos - Majagual. Estas hipótesis deben ser analizadas mediante la simulación para diferentes *forcings* hidrometeorológicos.

Con esta alternativa también es indispensable la intervención y reforzamientos de los muros de protección de los centros urbanos de Sucre y Magangué. Sin embargo, para las cabeceras municipales de San Marcos, Caimito y San Benito Abad no es necesario aumentar la altura de las estructuras existentes.

Para la vía San Marcos – Majagual - Achí, no se requiere en principio ninguna intervención estructural adicional, ni sobre el terraplén, ni sobre los puentes existentes. Como consecuencia de la construcción de un nuevo dique entre Colorados y Pinillos, se termina la conectividad entre Majagual y Sucre a través de caño Mojana, tomando mayor relevancia el transporte terrestre.

El pulso natural de inundación se alteraría permanentemente en los corredores Nechí, San Jacinto, Ayapel, San Marcos y Guaranda, afectando incluso las planicies al norte de la carretera San Marcos – Majagual, con impactos irremediables sobre la biodiversidad y productividad de las áreas asociadas a las ciénagas.

#### Dique marginal actual reforzado con la construcción de estructuras de derivación

El objetivo de esta cuarta alternativa es reconectar de manera controlada el río Cauca con la planicie inundable de tal manera que se redistribuya el agua al interior de la región de La Mojana a través de los caños que poseen mayor capacidad hidráulica. Para permitir la conectividad entre el río Cauca y La Mojana, se incluirían en el dique actual tres estructuras de derivación, como vertederos o compuertas, las cuales se operarían según los niveles en el río Cauca, de tal forma que se dé continuidad al flujo de agua y nutrientes hacia La Mojana, se conserven los complejos de ciénagas y se permita la inundación controlada de las zonas bajas.

Al interior de La Mojana, para facilitar el flujo del agua hacia los complejos de ciénagas y hacia las zonas más bajas, se hace necesario el acondicionamiento de caños y canales existentes, ampliando la sección hidráulica y eliminando controles y estrechamientos.

Es importante considerar que esta alternativa está sujeta de manera particular a procesos morfológicos altamente dinámicos como son: procesos de socavación y agradación, modificación natural y antrópica de caños y ríos, así como la propia colmatación de las ciénagas, la formación de suelos producto del aporte de sedimentos desde los ríos Cauca y San Jorge. En este sentido, dentro de las intervenciones contempladas se considera la construcción de protecciones de orilla sobre el río Cauca y planes de operación y mantenimiento de las estructuras hidráulicas y de los caños de tal manera que se garantice su correcta operación.

Algunas de las estructuras de derivación propuestas históricamente consisten en diques vertederos, los cuales pueden poner en riesgo el dique y las estructuras de control misma al superarse algunos umbrales. A pesar de que las propuestas solo se han hecho a nivel conceptual, la alternativa usando diques vertederos no parece tener consideraciones en épocas de sequía ni controles de paso de agua. En ese sentido, si se quiere considerar este aspecto fundamental en el marco del desarrollo integral de La Mojana, resulta más conveniente el uso de estructuras que permitan controlar el paso de agua en épocas de caudales bajos tales como compuertas.

Especial mención requiere en esta alternativa, la necesidad de reformulación de los instrumentos de gestión y planificación del territorio, así como el acuerdo de gobernanza toda vez que es necesario introducir el concepto de regiones de manejo especial en las que se conocería la probabilidad de ocurrencia de inundaciones y que podrían ser usadas temporalmente para desarrollar actividades económicas de ciclo corto.

### Dique paralelo nuevo fuera del cauce mayor del río Cauca con estructuras de derivación

Con el propósito de revertir la alteración morfológica sobre el río Cauca y recuperar el cauce mayor, el cual se restringió tras la construcción del dique entre Colorado – Las Brisas, esta quinta alternativa evalúa la construcción de un nuevo dique paralelo al existente, localizado más hacia el occidente, de tal forma que se configure una nueva planicie de inundación.

Para permitir la conectividad entre el río Cauca y La Mojana, se incluirían en este nuevo dique varias estructuras de derivación, como vertederos o compuertas, las cuales se operarían según los niveles existentes tanto en el río como en las planicies, de forma que se dé continuidad al flujo de agua y nutrientes hacia La Mojana, se conserven los complejos de ciénagas y se permita la inundación controlada de las zonas bajas. Al interior de La Mojana, para facilitar el flujo del agua hacia los complejos de ciénagas y hacia las zonas más bajas, se hace necesario el acondicionamiento de caños y canales existentes, ampliando la sección hidráulica y eliminando controles y estrechamientos.

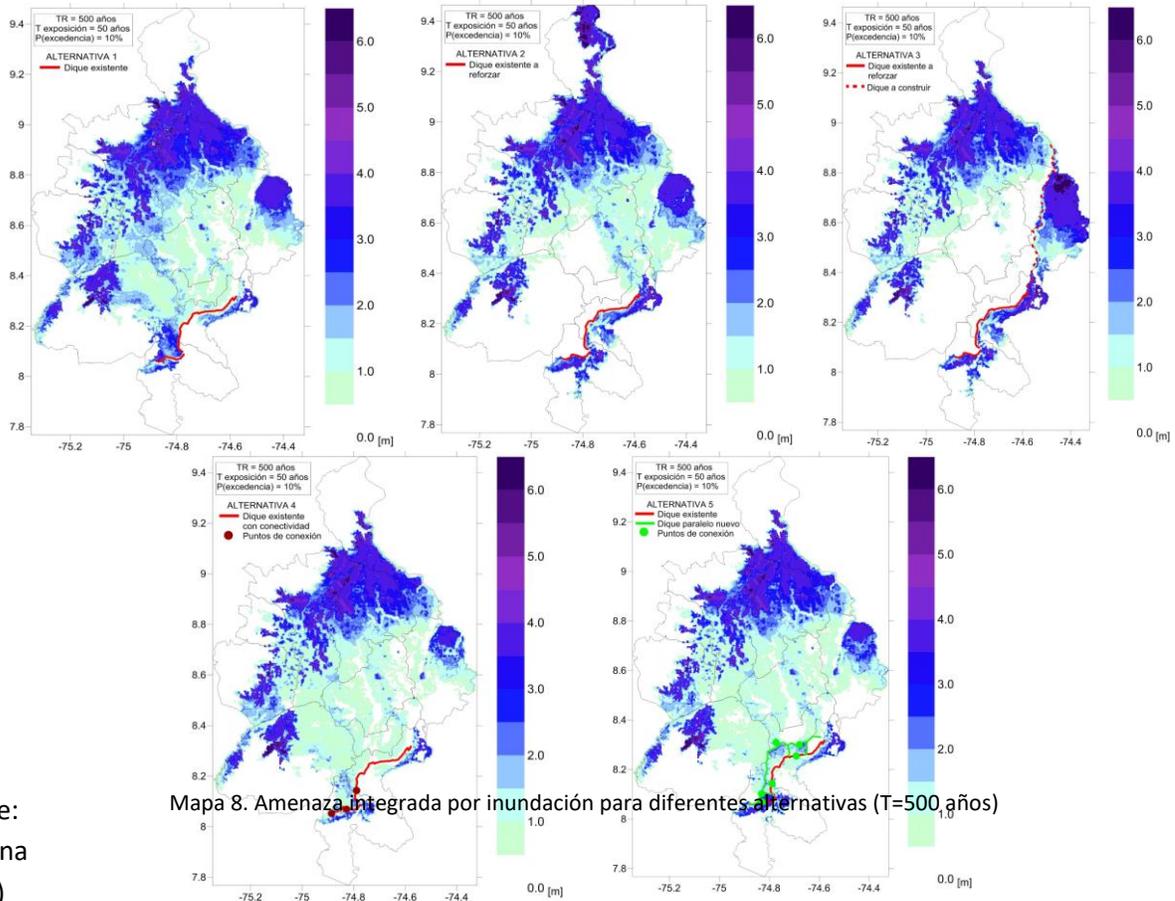
Las obras consideradas en esta alternativa implican además de la adquisición de predios para la construcción del dique paralelo, la mayor inversión para su mantenimiento, y la operación coordinada desde un centro de control, en el cual se tomen las decisiones de operación de estructuras (vertederos y compuertas) a partir de datos hidrológicos (niveles en los cuerpos de agua, precipitaciones locales, afluencias de los ríos San Jorge, Cauca y Magdalena, así como niveles de control en el Brazo de Loba) y simulaciones que anticipen el resultado de las decisiones adoptadas.

Cabe resaltar que en las zonas bajas de Sucre y Caimito, ninguna de las alternativas impiden la inundación, es decir, no es posible revertir la condición natural de La Mojana y el bajo San Jorge como zona de amortiguación del pulso hidrológico. Estas particularidades del sistema hídrico se combinan con las dinámicas de ocupación del territorio, la diversidad de actividades económicas y de subsistencia, y la biodiversidad de una región que históricamente ha estado sometida a los pulsos naturales de inundación, condiciones que deben involucrarse en la toma de decisión.

Es importante considerar que solo las alternativas 4 y 5 prevén condiciones de sequía que han afectado a la región de La Mojana históricamente y que se ven agravadas con la ocurrencia de fenómenos de variabilidad climática como el fenómeno de El Niño. En ese sentido, las compuertas como alternativa a los diques vertederos representan una estructura hidráulica más deseable ya que permite controlar la entrada de agua incluso en épocas de caudales bajos.

### Resultados de la modelación del riesgo para las alternativas propuestas

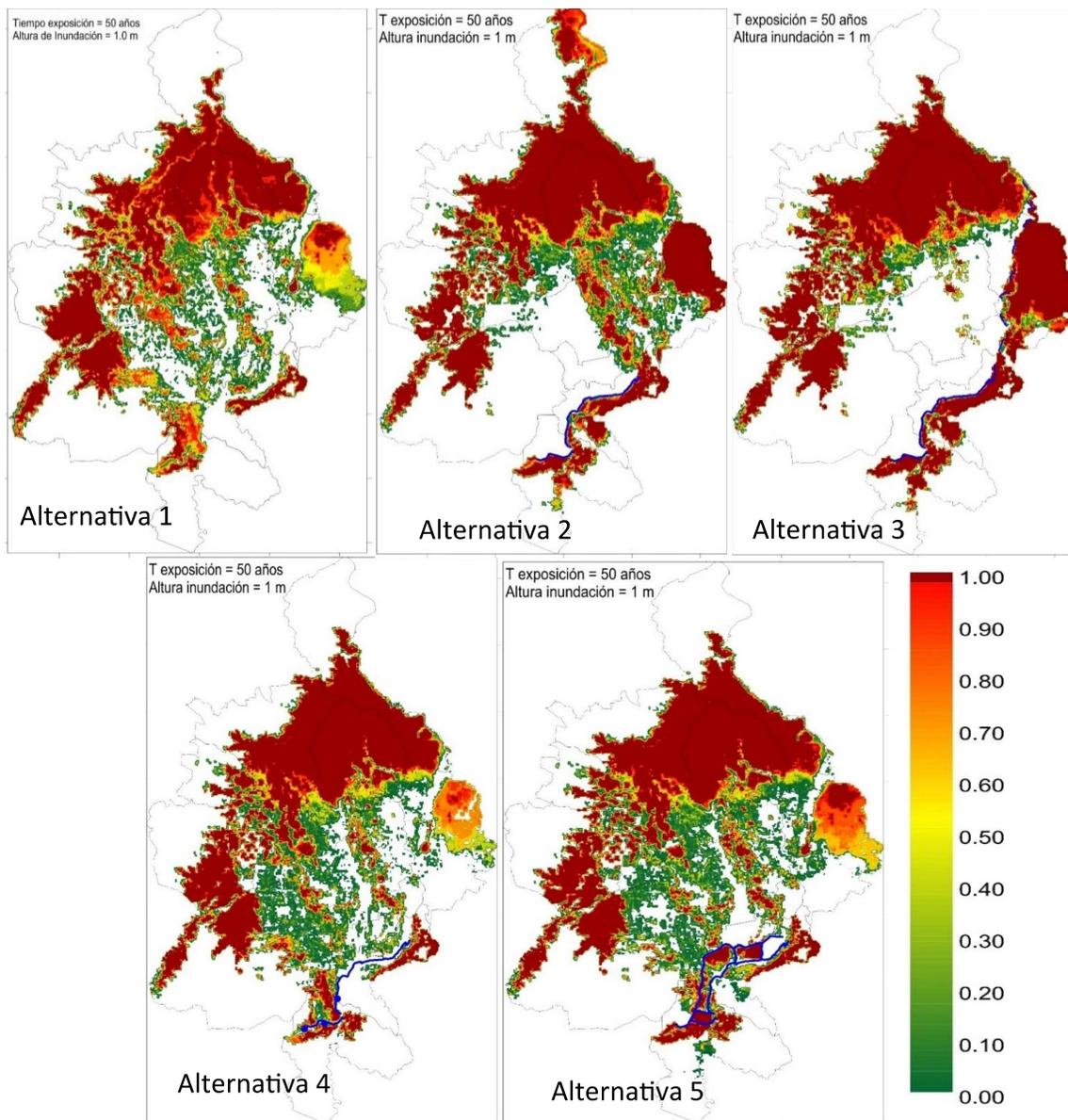
Los resultados comparativos de la amenaza integrada para el supuesto de implementar las alternativas 2 a la 5, visualizados usando mapas que indican la intensidad de la amenaza representada en altura de agua (en metros) para diferentes períodos de retorno usando un período de exposición de 50 años nos permite identificar las zonas en las que la altura de agua disminuye por efecto de la intervención y las zonas en las que aumenta. En el Mapa 8 presenta un período de retorno de 500 años.



Fuente:  
Cardona  
(2016)

Mapa 8. Amenaza integrada por inundación para diferentes alternativas (T=500 años)

También se realizó un análisis de probabilidades de excedencia comparando la condición actual con las alternativas propuestas. El análisis es presentado espacialmente usando mapas e incrementando la altura de inundación hipotética cada 0.5 metros (esto es como si eleváramos los elementos presentes en La Mojana en 0,5 metros cada vez). Este análisis nos permite evaluar el grado de las inundaciones para cada una de las alternativas. Los resultados de este análisis (Ver Mapa 9) indican que todas las alternativas ayudan a reducir el riesgo en algunos sectores mientras empeoran la condición en otras.



Mapa 9. Probabilidad de excedencia para 1.0 m de inundación en 50 años

Fuente: Cardona (2016)

A continuación se presentan los resultados comparativos en términos de la caracterización de pérdidas por (i) portafolio completo (Gráfico 9), (ii) por municipio (Gráfico 10), (iii) por material de la edificación (Gráfico 11), (iv) por sistema estructural (Gráfico 12) y (v) por uso de la edificación (Gráfico 13). Para cada uno de los casos se calcula la pérdida anual esperada (PAE). Los resultados muestran que en general no habría ganancias significativas en términos de pérdidas físicas con la implementación de las alternativas seleccionadas si se comparan las PAE teniendo en cuenta edificaciones en La Mojana.



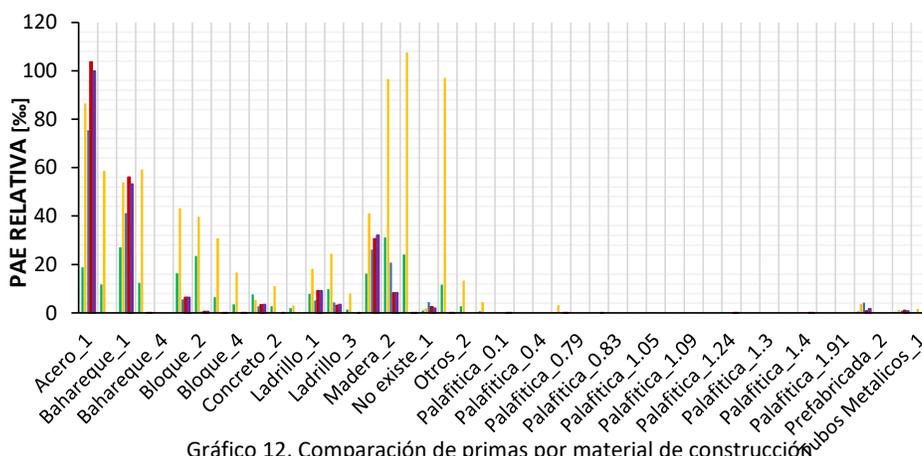


Gráfico 12. Comparación de primas por material de construcción  
**SISTEMA ESTRUCTURAL**

Fuente:  
Cardona, 2016

Por otra parte, los resultados comparativos de la caracterización de pérdidas anuales esperadas para el portafolio completo de elementos expuestos en La Mojana, representados en mapas de riesgo, son una herramienta muy útil para analizar espacialmente la aplicación de las alternativas del dique e incluso evaluar en dónde son necesarias medidas adicionales de intervención para asegurar la reducción de riesgo por inundaciones en la mayoría de los casos.

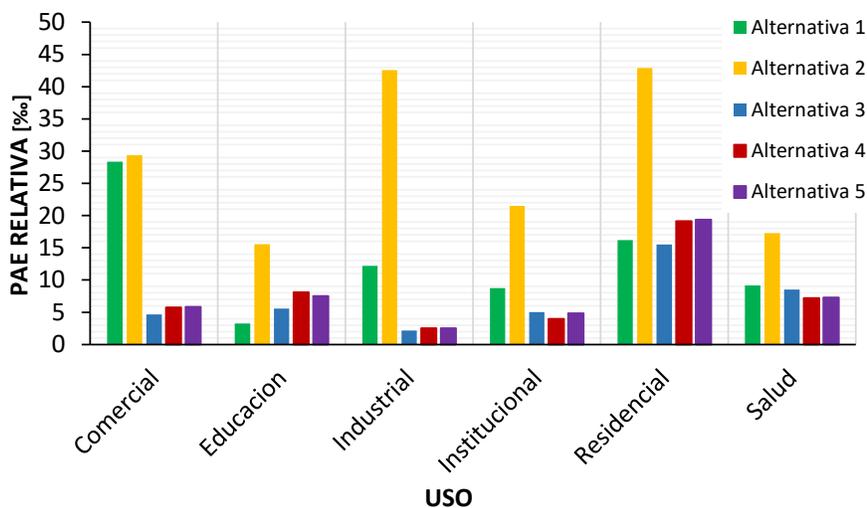


Gráfico 13. Comparación de primas por uso de la edificación

Fuente: Cardona, 2016

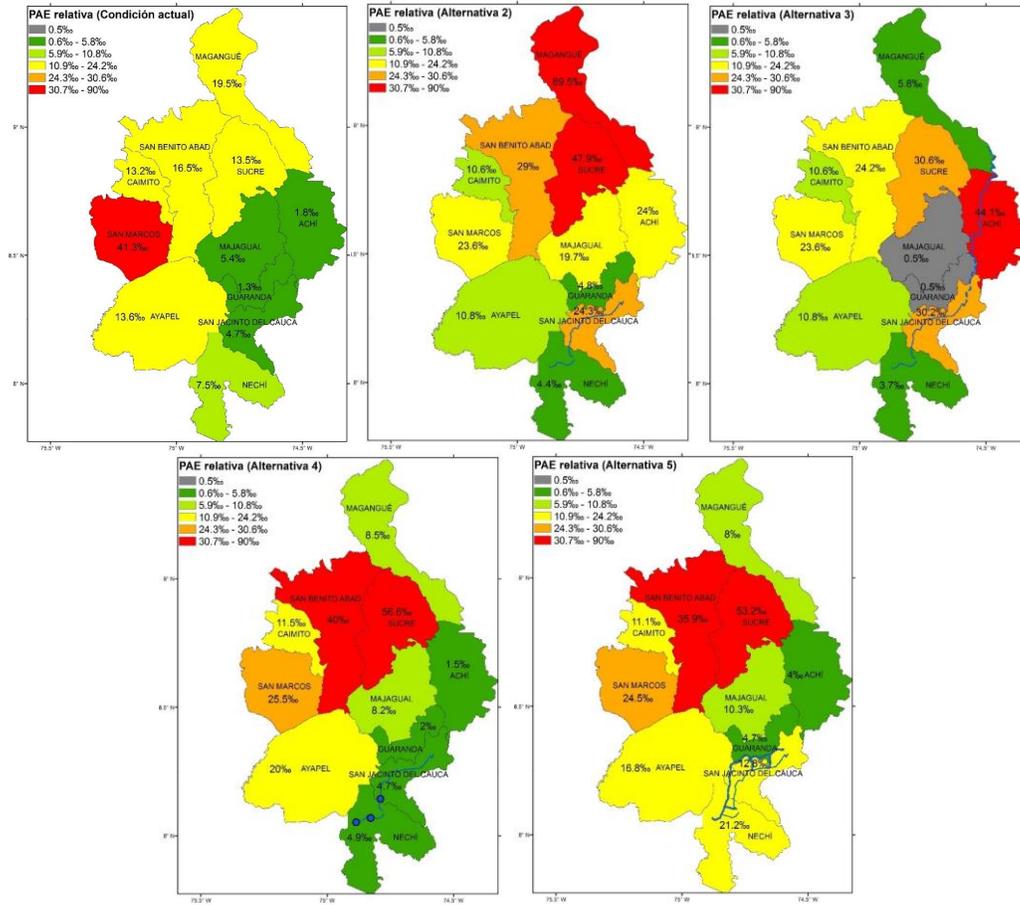
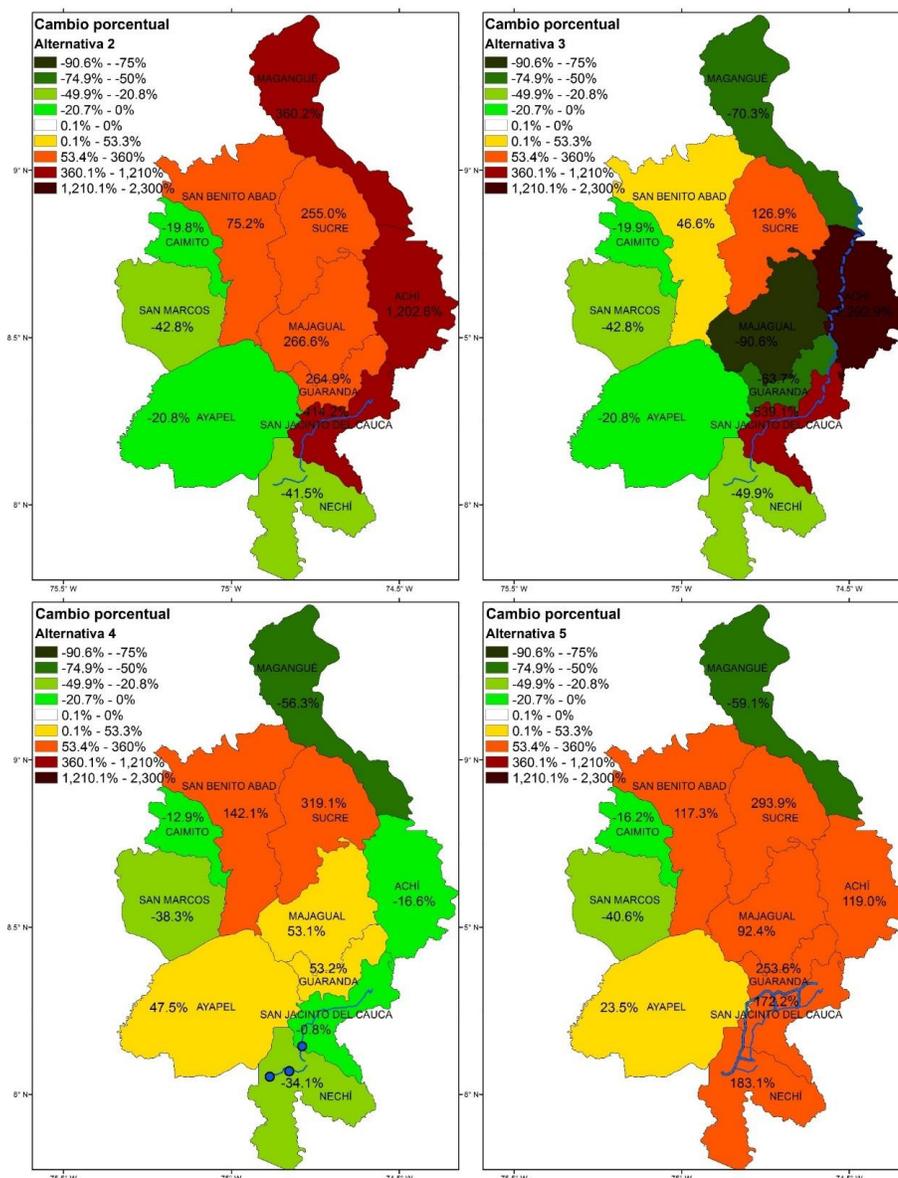


Gráfico 14. Pérdida Anual Esperada Relativa, %

Fuente: Cardona, 2016

El análisis de cambio porcentual en relación con la alternativa 1 (estado actual) presentado en el Mapa 10, nos permite concluir que para el portafolio completo, la Alternativa 2, Alternativa 4 o Alternativa 5 no se pueden considerar medidas efectivas de reducción de riesgo por inundación ya que se incrementan las pérdidas anuales esperadas comparadas con la condición actual (siendo la 2 la más perjudicial de todas). De otro lado, la Alternativa 3 resulta con pérdidas anuales esperadas menores a las obtenidas en la condición actual, por lo que se puede considerar una medida de reducción de riesgo (desde esta perspectiva global de La Mojana). Sin embargo, al desagregar los resultados por municipio, se puede ver el efecto a escala local de la aplicación de las alternativas, que no necesariamente sigue el mismo comportamiento de los resultados de escala global. De esto se deriva, que es indispensable analizar las alternativas propuestas a nivel municipal con el fin de comparar sus impactos de manera diferencial.



Fuente:  
A partir  
análisis  
que es  
pensar en

Mapa 10. Cambio porcentual en la Pérdida Anual Esperada por municipio

Cardona, 2016  
de estos  
resulta claro  
indispensable  
la

combinación de diferentes medidas con el fin de compensar los efectos, ya que las intervenciones en el dique marginal no son suficientes para reducir de manera importante el riesgo por inundación de los habitantes de la región de La Mojana. **Desde esa perspectiva, continuar el modelo tradicional de intervenciones de La Mojana basado en diques promovería la ocurrencia de mas desastres futuros.** Por esta razón, es indispensable pensar en un cambio de modelo de desarrollo adaptado para los municipios de esta región. En ese sentido, el análisis costo-beneficio de las alternativas se basó en la combinación de alternativas de adaptación, mitigación y protección.

## ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LAS ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN

Tras evaluar el riesgo en el estado actual se exploraron diferentes combinaciones de medidas de intervención estructural para evaluar su efecto en la región y así poder definir opciones para reducir el riesgo.

### VARIABLES INDIVIDUALES DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURALES

La primera vía de intervenciones cubre las siguientes modificaciones al dique marginal: realce y refuerzo del dique actual (alternativa 2, costo de \$356,336 millones), realce, refuerzo y extensión del dique hasta Pinillos (alternativa 3, costo de \$2,488,019 millones), refuerzo del dique actual y construcción de tres estructuras de derivación (alternativa 4, costo de \$373,647 millones) y construcción de un dique paralelo al actual fuera del cauce mayor del Río Cauca con estructuras de derivación (alternativa 5, costo de \$2,066,433 millones). La Tabla 17 muestra los resultados de riesgo para estas alternativas (la 1 corresponde al estado actual), donde se puede ver los efectos negativos de todas las alternativas.

		ALT 1		ALT 2		ALT 3		ALT 4		ALT 5	
Valor Expuesto		COP\$ x10 <sup>6</sup>		COP\$ x10 <sup>6</sup>		COP\$ x10 <sup>6</sup>		COP\$ x10 <sup>6</sup>		COP\$ x10 <sup>6</sup>	
			10,462,308		10,462,308		10,462,308		10,462,308		10,462,308
Pérdida anual esperada		COP\$ x10 <sup>6</sup>	%								
		166,601	15.9	415,090	39.7	143,509	13.7	175,590	16.8	177,972	17.0
Periodo retorno	años	COP\$ x10 <sup>6</sup>	%								
	100	\$590,000	5.6	\$1,036,986	9.9	\$389,037	3.7	\$511,854	4.9	\$431,960	4.1
	250	\$666,000	6.4	\$1,211,883	11.6	\$452,646	4.3	\$584,593	5.6	\$524,489	5.0
	500	\$788,000	7.5	\$1,318,429	12.6	\$489,878	4.7	\$632,098	6.0	\$581,013	5.6
	1000	\$887,000	8.5	\$1,413,181	13.5	\$524,736	5.0	\$677,100	6.5	\$632,708	6.0

Tabla 17. Resultados de riesgo para el portafolio completo de edificaciones

La segunda vía de intervenciones corresponde a construir protecciones perimetrales para las cabeceras municipales que cumplan con un mismo nivel de seguridad; para esto se determinaron las alturas de diseño (para un periodo de retorno de 475 años) que deberían tener estas protecciones en cada cabecera y para cada alternativa de intervención al dique marginal (ya que cambian las condiciones de amenaza). Para ver estos resultados para todos los municipios ver el Anexo A.1 en Cardona (2016) y para ver los costos ver el Capítulo 2 del mismo informe.

La tercera vía de intervenciones corresponde a elevar viviendas rurales según las alturas de diseño determinadas también para un periodo de retorno de 475 años y para cada alternativa de intervención al dique marginal. Se consideraron alturas de 0.5m, 1m, 1.5m y 2m y se utilizó un valor único para todas

estas de 47 SMMLV (\$32,404,338 cada vivienda). Para ver detalles de las alturas de diseño por intervención y los costos ver Cardona (2016).

Al tener tres variables para considerar en términos de tipo de intervención (intervención al dique, a las cabeceras y a las rurales), cada una con diferentes costos de aplicación, y tener 11 municipios donde aplicarlas o no aplicarlas se generan una infinidad de combinaciones para considerar. Y aún más importante, aparece la pregunta de cómo escoger la mejor intervención considerando tanto los beneficios como los costos. Para esto se realizó un análisis de beneficio/costo para así poder calificar de mejor manera la bondad de cada combinación. Por otro lado, la cantidad de combinaciones generadas hace que se vuelva inmanejable considerarlas individualmente cada una; por esta razón se desarrolló una metodología de optimización donde se evalúan combinaciones y de acuerdo a un calificador definido se determina cuál es la combinación óptima de intervenciones.

Para esto se desarrolló un algoritmo genético de optimización en el cual se definieron 3 calificadores, (1) mayor relación beneficio/costo, (2) mayor beneficio, y (3) menor costo, y dos condicionantes, (1) forzar a que se incluyan (o no) muros en las cabeceras y (2) forzar a que se eleven viviendas rurales con un valor de altura mínimo, para así encontrar no una sino varias opciones de intervención óptimas. Tras obtener un conjunto de 202 opciones de intervención óptimas (según distintos criterios y condiciones), se definieron 5 tipos de clasificación creando así 5 listas de “Top 10” según los siguientes criterios: (1) mejor relación Beneficio/Costo, (2) máximo Beneficio, (3) mínimo Costo, (4) mejor relación Beneficio/Costo minimizando el número de muros de protección de cabeceras a construir, (5) máximo valor promedio de Beneficio/Costo de los municipios, asegurando que todos los municipios tienen una relación Beneficio/Costo mayor a cero. A cada opción de intervención dentro de cada “Top 10” se le asignó un puntaje dependiendo de su ubicación en el ranking y va de 10 (mayor puntaje) a 1 (menor puntaje). Luego, se calculó el puntaje total de cada opción de intervención, sumando los puntajes obtenidos en cada uno de los rankings por criterio. Después de organizar por puntaje obtenido, y eliminado algunas alternativas redundantes, se obtuvieron las 6 mejores opciones de intervención que se muestran en la Tabla 18 y Gráfico 15 (las 6 primeras).

Adicional a estas se eligieron dos opciones más, seleccionadas con un criterio de tener un costo intermedio entre \$400 y \$600 mil millones de pesos, que no contemplaban las 6 opciones óptimas obtenidas de los rankings. En la siguiente tabla, los tonos verdes indican que son los mejores valores dentro del criterio y los tonos rojos indican que son las condiciones menos favorables según el criterio. La gráfica muestra las PAE en valor monetario y relativo al valor expuesto de cada opción. De estos resultados se destaca, primero, que todas las opciones excepto la No. 264 son con la alternativa 1 de intervención al dique (no hacerle nada), segundo, que se tienen las opciones extremas de hacer el mínimo posible (menor costo pero también menor reducción del riesgo) o el máximo posible (la mayor reducción del riesgo pero también el mayor costo), y tercero, que el construir muros en las cabeceras cuesta mucho pero es efectivo para reducir el riesgo, lo contrario que pasa con elevar las viviendas rurales.

ID Opción	Alternativa Dique	Beneficio [COP\$ x10 <sup>6</sup> /año]	Costo [COP\$ x10 <sup>6</sup> ]	B/C	T PE [años]	Prima [%o]	Muros [UN]	Viviendas Palafitos [UN]	Promedio B/C Municipios	Puntaje
264	Alt4	\$ 138,019	\$ 1,163,915	0.12	8.43	2.21	0	24,242	0.19	19
132	Alt1	\$ 13,497	\$ 59,785	0.23	4.43	14.30	0	1,163	0.05	19
2	Alt1	\$ 87,370	\$ 136,032	0.64	1.56	7.30	2	0	0.14	16
5	Alt1	\$ 52,634	\$ 89,068	0.59	1.69	10.61	1	0	0.07	16
414	Alt1	\$ 163,386	\$ 2,137,857	0.08	13.08	0.37	9	56,336	0.08	10
426	Alt1	\$ 161,354	\$ 1,207,070	0.13	7.48	0.90	9	27,608	0.12	10
82	Alt1	\$ 112,939	\$ 576,219	0.20	5.10	4.74	2	13,437	0.15	Criterio costo
326	Alt1	\$ 9,895	\$ 514,649	0.02	52.01	14.69	0	15,053	0.02	Criterio costo

Tabla 18. Puntuación final según clasificación por Top 10 de diferentes opciones de intervención

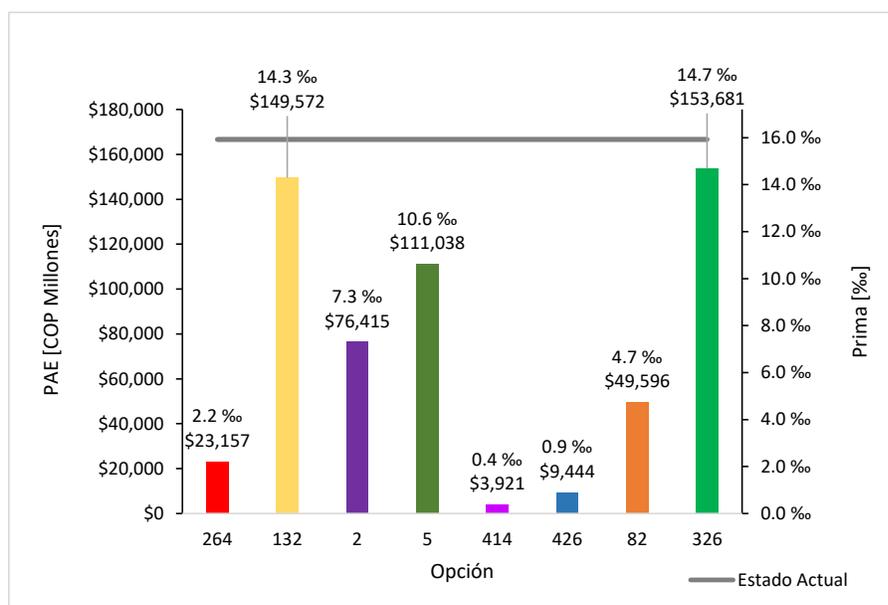


Gráfico 15. Opciones óptimas de intervención estructural en La Mojana

A partir del análisis costo beneficio, se reduce el número de posibles combinaciones estructurales de más de 200 millones de posibilidades a 10. Estas 10 incluyen intervenciones en el dique, reconversión de viviendas palafíticas y el reforzamiento y construcción de muros perimetrales en los cascos urbanos de los municipios.

Con base en el análisis anterior se recomienda desde el punto de vista estructural reconvertir alrededor de 10.200 viviendas, que corresponden a las viviendas más críticas de La Mojana y reforzar los muros de los cascos urbanos de los municipios de Magangué y San Marcos. Por otra parte, se recomienda no seguir haciendo intervenciones estructurales en el dique marginal pero no abandonarlo. En particular, se recomienda que el carretable Nechí-Achí deje de ser llamado estructura de control de inundaciones toda vez que los estudios indican que éste, durante la ocurrencia de eventos extremos aumenta la condición de riesgo en lugar de reducirla. En ese sentido, se deben hacer recomendaciones a la autoridad competente de mantener el carretable sin ser estructura de control de inundación.

El avance significativo de este Plan de Acción está dado en poder contar con la modelación probabilista del riesgo por inundaciones en la región, lo que es fundamental para una toma de decisiones bien fundamentada y basada en el análisis de costo-beneficio de las intervenciones físicas en la zona, sean estas obras de defensa o regulación hídrica o intervenciones adaptativas de la vivienda en una región que fundamentalmente es un ecosistema acuático y de humedales interconectados. Sin embargo, como se ha enfatizado desde el principio, la complejidad que plantea la región de La Mojana va más allá de obtener la modelación probabilista del riesgo, por lo tanto, se deben involucrar otros aspectos relevantes asociados al riesgo que incluyen aspectos económicos, sociales, institucionales e históricos, que a través de décadas han determinado lo que hoy es este territorio.

## IV. MARCO CONCEPTUAL DEL PLAN DE ACCIÓN: MODELO HOLÍSTICO

Como se resaltó en secciones anteriores, la región de La Mojana está embebida en una gran planicie inundable que se forma entre los ríos Cauca, San Jorge y el brazo de Loba del río Magdalena, constituyendo uno de los deltas hídricos más importantes de Latinoamérica y conformando un área de altísimo valor ambiental y cultural para el país.

Dados dichos atributos geomorfológicos, la región se caracteriza por presentar eventos cíclicos de inundación y sequía, lo cual hace que las dinámicas hidrológicas y en general las dinámicas ecosistémicas que se dan en la región sean complejas. Sin embargo, la consolidación de actividades agrícolas y pecuarias y el paulatino asentamiento de centros poblados en zonas frecuentemente inundables han conllevado al desarrollo de intervenciones infraestructurales que, bajo la presión de dar solución inmediata a las recurrentes pérdidas materiales, se han fundamentado en un conocimiento insuficiente o en simplificaciones del funcionamiento del sistema natural, resultando en alteraciones al comportamiento hidrodinámico natural de la planicie inundable. Esto, sumado al aumento en la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos por efectos del cambio climático, ha resultado en comportamientos erráticos del sistema, afectando la ocurrencia, magnitud y permanencia del pulso de inundación, exacerbando los impactos tanto por anegación como por sequía.

Asimismo, las alteraciones sobre las dinámicas del sistema natural han traído consigo efectos drásticos sobre las dinámicas sociales y económicas de la región. Gran parte de la población depende directamente de los bienes y servicios proveídos por los ecosistemas (caza, pesca, disponibilidad de suelos para cultivar, entre otros), los cuales al verse diezmados como resultado de las intervenciones físicas y de la inadecuada ocupación del territorio, resultan en un aumento de los niveles de pobreza de la comunidad. Todo lo anterior aunado a una deficiente cobertura en el acceso a educación y servicios de salud, insuficiente cobertura en el suministro de agua tratada y servicio de alcantarillado, inequidad en la distribución de la tierra, falta de planeación en el ordenamiento territorial, y una débil presencia de las instituciones del estado, hacen de La Mojana una región expuesta y altamente vulnerable, donde se favorece la continua materialización de desastres.

A pesar de las profundas problemáticas que hoy se evidencian, el Plan de Desarrollo Sostenible para la Región de La Mojana (DNP & FAO, 2003) ya señalaba que los problemas del desarrollo regional no son recientes y además, han recibido periódicamente la atención del Gobierno Nacional. Sin embargo, la gestión inadecuada o inexistente del riesgo de desastres ha redundado en el desarrollo de intervenciones, en su mayoría de infraestructura, de carácter reactivo y con una visión sectorial y no regional, lo cual ha resultado en una persistencia, y en algunos casos, en el agravamiento de dichos problemas. Por lo tanto, es necesario crear condiciones para el desarrollo sustentable de La Mojana con base en una adecuada gestión del riesgo de desastres. Asimismo, se debe hacer una evaluación objetiva de la pertinencia de las intervenciones ya desarrolladas en la región y buscar la integración de las diversas iniciativas de desarrollo que se están adelantando, las cuales deben articularse mediante estrategias de desarrollo regional y subregional concebidas localmente, y deben ser impulsadas por macroproyectos tanto de infraestructura así como de desarrollo social, de formación de sistemas productivos territoriales y de fortalecimiento institucional.

El Plan de Acción para La Mojana está enmarcado en los principios de la Ley 1523 de 2012 que consagra la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, la cual establece que la intervención del Estado debe ser correctiva y prospectiva partiendo de la identificación del riesgo, reduciendo el riesgo, transfiriendo el riesgo remanente a través de seguros catastróficos y manejando los desastres que a pesar de lo anterior puedan ocurrir.

En una región como La Mojana que está sometida a constantes amenazas de inundación por eventos hidrometeorológicos los cuales se ven acentuados por efectos del cambio climático, el riesgo de desastres dependerá tanto de dichas amenazas como del grado de vulnerabilidad de la población y sus activos (viviendas, cultivos, etc.). Sin embargo, aunque el riesgo es único, existen diferentes aproximaciones conceptuales que permiten evaluar el riesgo desde distintos niveles de análisis. Desde una visión macro, el Modelo de Presión y Liberación (Pressure and Release –PAR– Model de Wisner, Blaikie, Cannon, & Davis, 2003), muestra cómo los desastres se presentan cuando las amenazas naturales afectan a la gente más vulnerable. Dicha vulnerabilidad se encuentra fundamentada en procesos sociales y causas de fondo que pueden ser totalmente ajenas al desastre propiamente dicho (Wisner et al., 2003).

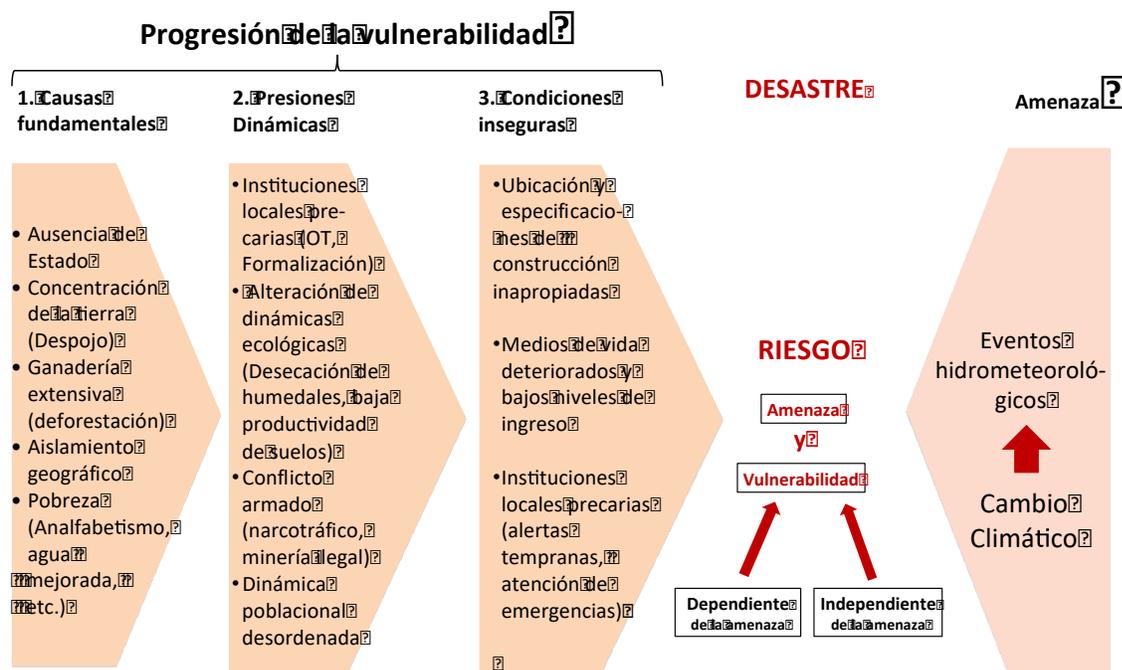


Gráfico 16. Modelo de Presión y Liberación de los Desastres (PAR) para La Mojana

Fuente: Modificado de Wisner et al. (2003)

Básicamente, la racionalidad detrás de éste modelo es que los desastres se configuran desde dos frentes distintos, propiamente descritos como la amenaza y la exposición física, y los procesos que agravan el

riesgo (factores de agravamiento) asociados a la vulnerabilidad de un territorio. Así, además de contar con un evento amenazante, una explicación del desastre requiere encontrar una progresión que conecte el impacto de un desastre sobre la población a través de una serie de niveles de factores sociales que generan vulnerabilidad (Blaikie, Cannon, Davis, & Wisner, 1994). En este sentido, la progresión de la vulnerabilidad frente a la amenaza parte de unas causas fundamentales y unos procesos dinámicos que derivan en unas condiciones inseguras frente al riesgo.

De acuerdo con el Gráfico 16, las causas fundamentales de la progresión de la vulnerabilidad en La Mojana tienen que ver con la situación socio-económica planteada en el Diagnóstico de la región. Las presiones dinámicas se refieren a la precariedad de las instituciones locales que utilizan inadecuadamente los instrumentos legales de ordenamiento del territorio y carecen de un catastro y registro actualizado, lo que facilita el establecimiento de actividades ilícitas como el narcotráfico y la minería ilegal derivando en una permanente alteración de las dinámicas ecológicas y en procesos de violencia e inseguridad que acentúan la vulnerabilidad de los pobladores.

Todo lo anterior conduce a condiciones inseguras frente al riesgo, que en la región se traducen en dinámicas poblacionales desordenadas con viviendas y otros activos (cultivos, etc.) ubicados en zonas de alto riesgo de inundación cuyas especificaciones técnicas son inadecuadas, en medios de vida deteriorados que generan niveles bajos de ingreso y unas instituciones locales precarias que no cuentan con un sistema de alertas tempranas y una atención de emergencias adecuada.

En este sentido, en una región como La Mojana, donde los indicadores municipales de desarrollo social, económico e institucional muestran cifras muy por debajo del promedio nacional, y que además está sometida a constantes amenazas por eventos hidrometeorológicos acentuados por efectos del cambio climático, la integralidad de las intervenciones debe ser imperativa. Pensando en dicha integralidad, el presente Plan de Acción ha adoptado una *visión holística de la gestión del riesgo de desastres* (Cardona, 2001; Cardona & Barbat, 2000), ver Gráfico 17<sup>8</sup>, como la base fundamental para la planeación de estrategias de desarrollo regional y de adaptación al cambio climático. La aplicación del modelo holístico del riesgo implica disponer de estimaciones de daños físicos para todos los peligros significativos.

La evaluación integral se logra entonces a través de índices que agravan la situación inicial de la pérdida física (Carreño, Cardona, & Barbat, 2006) representados como factores definidos por las condiciones contextuales, los cuales se pueden agrupar en dos grupos: la fragilidad socioeconómica y la falta de resiliencia.

---

<sup>8</sup> Desde la perspectiva holística, el riesgo (R), es una función del potencial de daño físico (D), y un factor de impacto. El primero se obtiene a partir de la susceptibilidad de los elementos expuestos a la amenaza en un período de tiempo determinado, y el segundo depende de la fragilidad social (F), y los temas relacionados a la falta de capacidad de recuperación ( $-R$ ) del sistema o el contexto, propensos a desastre. Teniendo en cuenta estos conceptos de la teoría de la dinámica de control y de sistemas complejos para reducir el riesgo, es necesario intervenir en forma correctiva y prospectiva los factores de vulnerabilidad. Así, la gestión del riesgo requiere de un sistema de control (estructura institucional) y de un sistema de accionamiento (políticas y acciones públicas) para implementar los cambios necesarios en los elementos expuestos o sistema complejo donde el riesgo es un proceso social (Carreño *et al*, 2006).

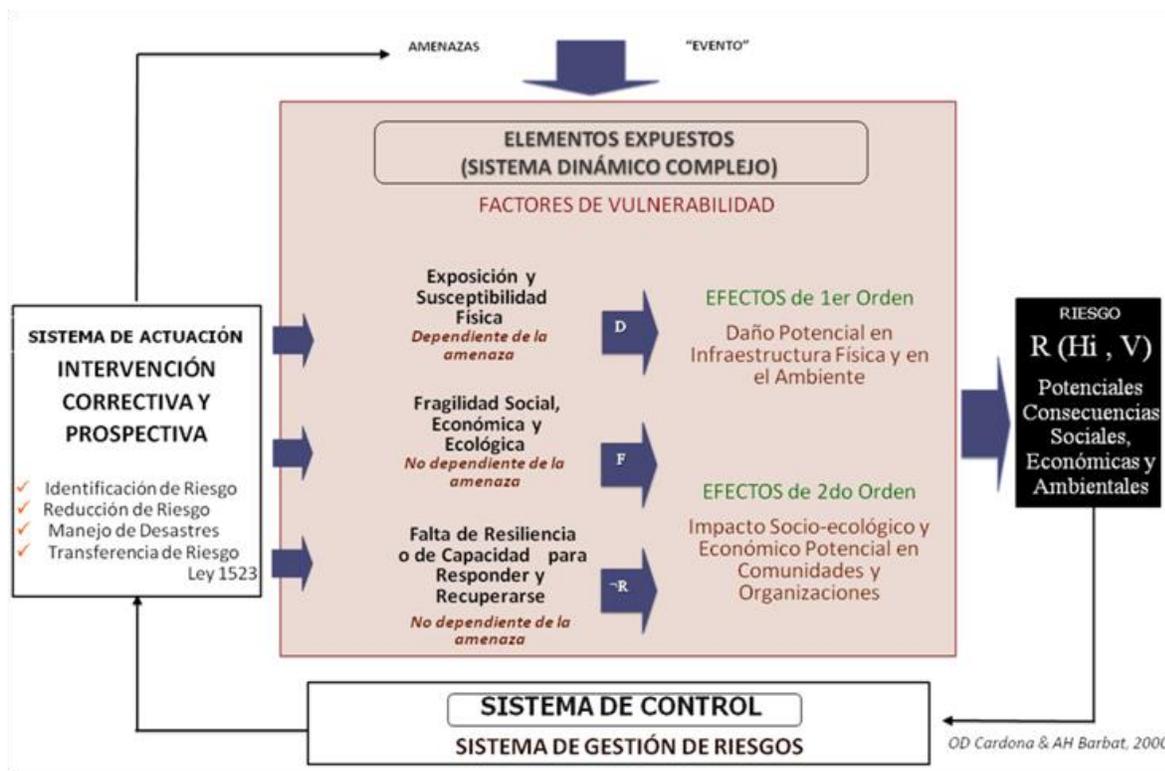


Gráfico 17. Modelo Holístico para la Gestión del Riesgo de Desastres

Fuente: Modificado de Cardona y Barbat (2000).

Bajo la lógica del modelo holístico, la gestión de las amenazas (inundación y sequía en el caso de La Mojana) no es suficiente para gestionar adecuadamente el riesgo y por lo tanto para planear el desarrollo. Desde esta aproximación, los factores de agravamiento cobran una gran importancia.

El modelo holístico reconoce que la vulnerabilidad es dinámica y se construye a partir del grado de susceptibilidad y exposición física de los elementos expuestos, de la fragilidad social de la población, y de la falta de capacidad para responder y recuperarse de las comunidades. Así, una estrategia adecuada de gestión del riesgo de desastres debe desarrollar acciones conjuntas frente a: i) la reducción o adaptación de los elementos expuestos, de acuerdo a la visión de desarrollo que se tenga del territorio, reconociendo las características propias del funcionamiento de los sistemas naturales; ii) el mejoramiento de las condiciones y los medios de vida de la población; iii) el desarrollo de programas que le permita a la población tener fuentes de ingreso sostenibles de acuerdo a las virtudes y restricciones de los ecosistemas; y iv) el fortalecimiento de las capacidades institucionales locales para mejorar sus procesos de planeación así como su capacidad de respuesta frente a eventos no mitigables.

Con el objetivo de precisar la naturaleza y los alcances de los proyectos que conforman el presente Plan de Acción, es prioritario tener en cuenta que éste surge como un medio para: i) evaluar la pertinencia y utilidad de las obras de infraestructura ya desarrolladas, que han implicando un elevado esfuerzo de inversiones públicas y que no han logrado incidir de manera significativa sobre factores fundamentales para alcanzar un desarrollo sostenible de la región, ii) reconocer que La Mojana debe ser entendida e intervenida respetando su naturaleza ecorregional, lo que sugiere que se deben comprender los ciclos y

procesos ecológicos, especialmente los referidos a la función reguladora de las inundaciones, para poder planear las intervenciones estructurales más pertinentes y iii) evidenciar que las obras de infraestructura por sí solas no producen desarrollo; por lo tanto, en cualquier caso deberán ser complementadas con intervenciones de carácter socio-económico que articulen los elementos estructurales para la organización y el desarrollo.

Así, el presente Plan de Acción plantea la necesidad de llevar a cabo una intervención balanceada entre las diferentes dimensiones que constituyen la vulnerabilidad para lograr una adecuada gestión del riesgo de desastres en la región de La Mojana reconociendo la heterogeneidad socio-económica de los municipios de la región. En otras palabras, propone desarrollar intervenciones estructurales y no estructurales que conduzcan a un cambio en el enfoque de desarrollo de la región en el sentido de adaptarse mejor a las condiciones ambientales e hidrográficas, y a las características sociales y económicas de la región, en el contexto actual de calentamiento global. Asimismo, pretende establecer una articulación virtuosa entre las acciones impulsadas desde el Gobierno Nacional con las iniciativas y dinámicas para propiciar un cambio estructural localizado y favorecer el mejoramiento sustentable de la calidad de vida de los habitantes de la región. Para el efecto, las acciones regionales prioritarias deberán concebirse de manera que creen las condiciones indispensables para desatar procesos de desarrollo territorial, local y regional.

## MODELO DE PRIORIZACIÓN

Con el fin de construir un plan de acción que garantice una gestión adecuada del riesgo de desastres en la región de La Mojana, los programas, proyectos y acciones del plan se han diseñado basados en el enfoque holístico del riesgo que tiene en cuenta el riesgo físico y los factores de agravamiento. En lo que respecta a los factores de agravamiento, para la región se definió un set de factores asociados a fragilidad socioeconómica y otro asociado a resiliencia institucional, ambiental y de adaptación los cuales se muestran en la Tabla 19. La selección de los factores está relacionada con la línea base descrita en el capítulo 2 del presente documento, en la cual todos estos factores presentan condiciones muy por debajo del promedio nacional.

<b>Factores de fragilidad socio-económica</b>	<b>Factores de resiliencia institucional, ambiental y de adaptación</b>
<b>Incidencia Rezago Escolar</b>	Índice de calidad de vida
<b>Incidencia Analfabetismo</b>	Conflictos de Uso en el Suelo (%)
<b>Incidencia sin Aseguramiento en Salud</b>	Coherencia jurídica de POT, EOT y PBOT (%)
<b>Incidencia sin Acceso a Fuente de Agua Mejorada</b>	Índice de desactualización del catastro (%)
<b>Incidencia Inadecuada Eliminación de Excretas</b>	Índice de GINI de Tierras (%)
<b>PIB per cápita Municipio (millones de pesos)</b>	Índice de diversidad de coberturas (-)
<b>Productividad Agrícola (Ton/Ha cultivada)</b>	Ingresos tributarios predial (-)
<b>Productividad Ganadera (cabezas/Ha)</b>	Índice de desempeño integral (-)
<b>Índice de Cobertura Vial por Municipio</b>	Área de Influencia Arqueológica

Tabla 19. Factores asociados a fragilidad socioeconómica y a resiliencia institucional, ambiental y de adaptación

Adicionalmente, se estimaron los ponderadores para cada componente del riesgo total que incluyen el riesgo físico, los factores de fragilidad socioeconómica y los factores de resiliencia institucional, ambiental y de adaptación. La asignación de los ponderadores se hizo usando el modelo de análisis jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) que es uno de las técnicas más utilizadas en los procesos de toma de decisiones, más concretamente en la definición de opciones estratégicas de intervención (Pacheco & Contreras 2008). El modelo asigna pesos relativos a cada factor a través de juicios comparativos entre factores, estableciendo cual es más importante entre ellos y cuántas veces es más importante uno que el otro. El resultado obtenido por dimensión a través del ejercicio realizado por el equipo de formulación de Plan de Acción se muestra en el Gráfico 18.

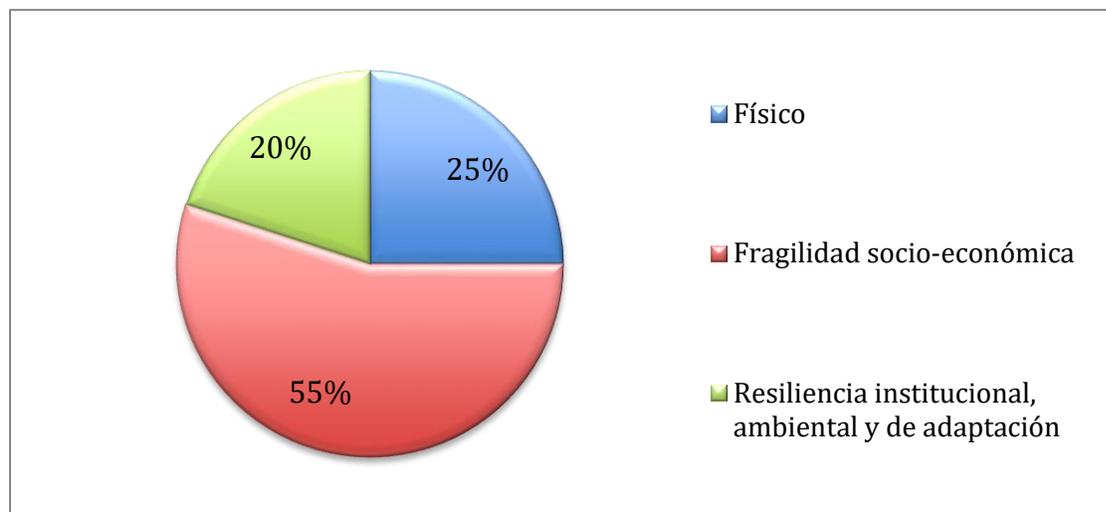


Gráfico 18. Modelo de priorización

El resultado de pesos relativos por factores agrupados por dimensión se presenta en los Gráficos 19 y 20.

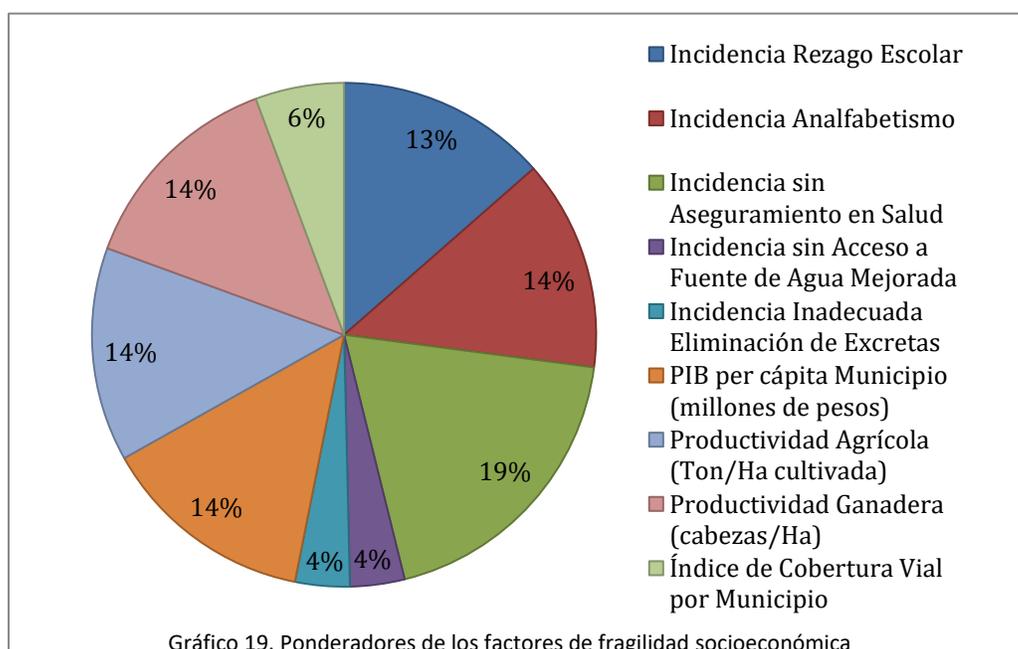


Gráfico 19. Ponderadores de los factores de fragilidad socioeconómica

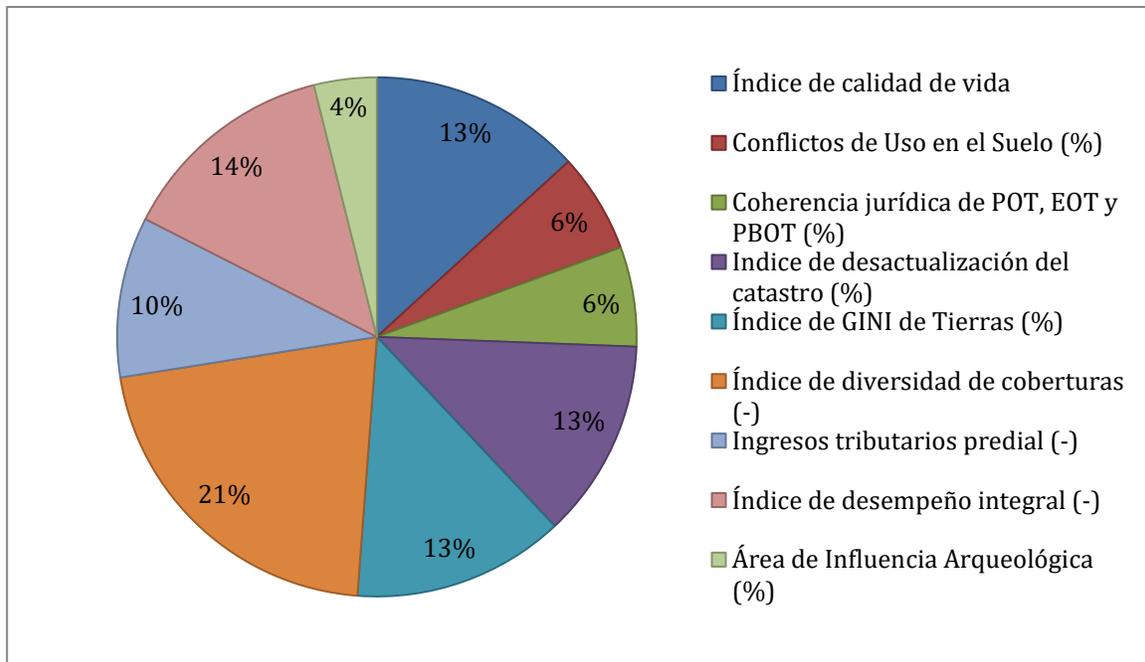


Gráfico 20. Ponderadores de los factores resiliencia institucional, ambiental y de adaptación

Para construir un ranking de proyectos que nos permita priorizar las intervenciones y realizar la distribución del presupuesto, se asignó a cada proyecto establecido un nivel de impacto (1 al 3) para todos los factores incluidos en las tres dimensiones de análisis consideradas en el marco del enfoque holístico del riesgo. En particular, al nivel de mayor impacto (1) se le otorgó una calificación de 10 puntos, para el nivel de impacto medio (2) se le asignaron 5 puntos, mientras que el nivel de impacto bajo (3) se le dio 1 punto. Los resultados de este ejercicio se presentan en la siguiente sección.

## RESULTADOS DE LA PRIORIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Basados en las ponderaciones anteriores y los puntajes otorgados de acuerdo a su nivel de impacto se seleccionaron los programas y proyectos que conforman el plan de acción propuesto, que se presentan en la Tabla 20.

PROGRAMAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN	PROYECTOS
<b>Infraestructura más segura y sostenible</b>	
Protección de cascos urbanos	Protección de cascos urbanos
Viviendas rurales adaptadas	Viviendas damnificados Ola Invernal 2010-2011 Viviendas rurales adaptadas
Escuelas y centros de salud seguros	Sedes educativas Hospitales y centros de salud adaptados
Conectividad vial y fluvial	Puente Yatí-Bodega
<b>Habitat saludable</b>	
Saneamiento básico para las zonas rurales	Saneamiento básico para las zonas rurales
Sistema de seguimiento a la contaminación por mercurio	Seguimiento a la contaminación por mercurio
<b>Desarrollo socio-económico adaptado</b>	
	Red de Seguridad Alimentaria (ReSA)

Superación de la pobreza de las Familias Rurales (DPS)	Produciendo por mi Futuro Bancarización, ahorro y crédito local Microcapitalización empresarial Atención a la primera infancia (ICBF)
Ganadería sostenible: Adaptación de la ganadería	Regeneración natural y árboles dispersos Cercas vivas Sistemas Silvopastoriles Intensivos
Tecnificación agrícola: Adaptación de los cultivos de arroz y maíz	AMTEC: Adopción Masiva de Tecnología para la adaptación al C.C. Pozos profundos para riego Planta de Secamiento, Almacenamiento y Trilla Red Regional de Vigías del Patrimonio
Apropiación y divulgación del patrimonio arqueológico (turismo cultural)	Parque, Centro de investigación y museo arqueológico Centro de investigación regional de arqueología y Museo Arqueológico de La Mojana Construcción de capacidades para servicios turísticos
Buenas Prácticas Pesqueras: Administración y fomento de la pesca y acuicultura	Estudio sobre aprovechamiento sostenible del recurso pesquero Implementación de medidas de administración y fomento Desarrollo y fortalecimiento de cultivos piscícolas
Formación para el desarrollo: Nuevo centro agropecuario del SENA	Centro de Formación Agropecuaria de La Mojana

**Recuperación de las dinámicas ambientales**

Recuperación del sistema de drenaje río-caño-humedales de La Mojana	Restauración del ecosistema de humedales de La Mojana Recuperación del sistema de caños principales del Cauca-San Jorge Reconexión del río Cauca con la planicie inundable
---	--

**Gobernanza y fortalecimiento de capacidades locales**

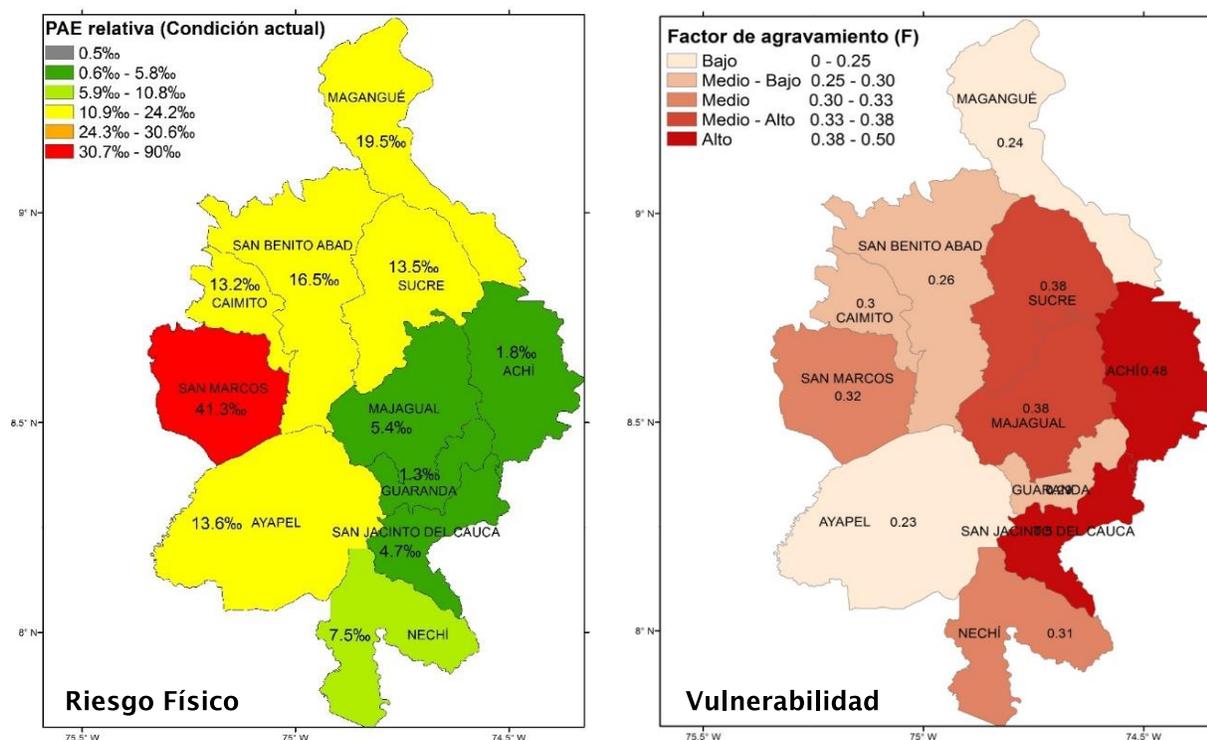
Acompañamiento a actualización de Planes de Ordenamiento Territorial	Acompañamiento a actualización de Planes de Ordenamiento Territorial
Formulación de Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas (POMCAS)	Formulación de POMCAS
Sistema de alertas tempranas hidrometeorológicas	Sistema de alertas tempranas hidrometeorológicas
Acuerdo de gobernanza del agua	Acuerdos y resolución de conflictos sobre la gobernanza del agua en La Mojana
Actualización del catastro urbano y rural	Catastro multipropósito

Tabla 20. Proyectos priorizados por programa de acuerdo al modelo de priorización

Con el fin de realizar una priorización espacial de los proyectos (Mapa 11) se usa el concepto del indicador de riesgo total. El índice de riesgo total (definido como RT), se obtiene partiendo de descriptores o variables de entrada tanto para el riesgo físico como el riesgo del contexto. Los descriptores de riesgo

físico se obtienen a partir de escenarios de riesgo físico y los del riesgo del contexto a partir de información sobre la fragilidad socio-económica y la falta de resiliencia del contexto. La fragilidad socio-económica y la falta de resiliencia institucional, ambiental y adaptación, son factores que “agravan” el riesgo físico o impacto directo de un evento. El riesgo físico (RF) se determina normalizando los resultados de las pérdidas anuales esperadas relativas al valor expuesto de cada municipio (prima pura) con los valores mínimos y máximos del portafolio completo. Dado que los resultados de las PAE son diferentes para cada opción de intervención, se tienen factores de riesgo físico únicos para cada opción. Finalmente, el riesgo total (RT) se determina agregando el factor de agravamiento (F) y el factor de riesgo físico (RF), ponderados por el peso de sus dimensiones.

Los indicadores de riesgo físico y el factor de agravamiento se aplican a unidades territoriales, político-administrativas, o de cualquier otro tipo, que permitan la obtención de información y la comparación para la toma de decisiones y gestión para la inversión. En este caso, se calculan a nivel municipal de tal manera que permita establecer una priorización por municipios tanto para los proyectos asociados con la reducción del riesgo físico como para los proyectos relacionados con el mejoramiento de los factores de agravamiento. En el Mapa 11 se muestran los resultados para cada componente del índice de riesgo total por separado.



Mapa 11. Priorización municipal de proyectos por componente del riesgo Total

Adicionalmente, se calculó el riesgo total combinando los dos componentes para la alternativa de intervención recomendada en la tercera sección de este documento. Los resultados se presentan en la siguiente gráfica:

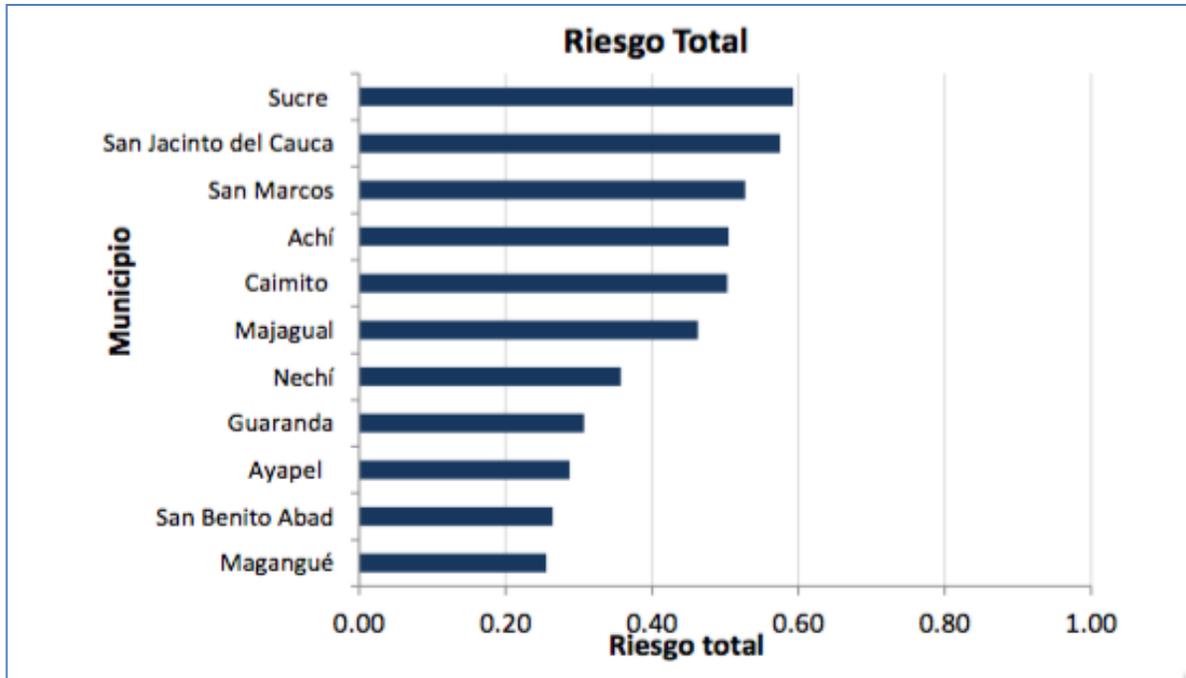


Gráfico 21. Priorización municipal de proyectos estimada a partir del cálculo del riesgo Total

## V. PLAN DE ACCIÓN

El objetivo del Plan de Acción es lograr un desarrollo integral, sostenible y adaptado al cambio climático, fundamentado en la gestión adecuada de las amenazas de inundación y la reducción de las vulnerabilidades de las comunidades, pobladores y sus activos, teniendo en cuenta las restricciones técnicas, jurídicas, presupuestales y políticas.

### Objetivos específicos:

- I. Contribuir a la reducción del riesgo por amenazas hidrometeorológicas a través del desarrollo de estructuras adecuadas de manejo del recurso hídrico, así como infraestructura adaptada.
- II. Impulsar un desarrollo sostenible orientado a garantizar los derechos sociales, culturales y ambientales.
- III. Fortalecer las capacidades institucionales y de la población para adaptarse a las dinámicas hídricas con un enfoque prospectivo de gestión del riesgo.

### PROGRAMAS Y PROYECTOS

El Plan de Acción está organizado alrededor de cinco grandes programas: i) infraestructura más segura y sostenible; ii) hábitat saludable; iii) desarrollo socio-económico adaptado; iv) recuperación de las dinámicas ambientales; y v) gobernanza y fortalecimiento de capacidades locales. A continuación se describen cada uno de los programas y se plantean los principales proyectos que se buscan adelantar para garantizar el desarrollo sostenible de la región de La Mojana. El detalle de los mismos puede ser consultado en el Anexo II.

#### Infraestructura más segura y sostenible

El principal objetivo de este programa es reducir la exposición y susceptibilidad física a través de obras que garanticen el control de inundaciones en los cascos urbanos y la construcción de viviendas, sedes institucionales, entidades educativas y vías adaptadas a la amenaza de inundación.

El programa está compuesto por cuatro proyectos. El primero busca garantizar la *protección de los cascos urbanos* de los once municipios de La Mojana a través del reforzamiento de las obras existentes y la construcción de nuevas estructuras que garanticen que las edificaciones existentes no se vean afectadas ante escenarios de inundación con un periodo de retorno de 475 años. La construcción de estas obras de control de inundaciones representa una oportunidad para repensar el desarrollo urbanístico y la expansión futura en las 11 cabeceras municipales de La Mojana. De manera articulada con la revisión de los POT, que se propone más adelante, se deberá diseñar obras que protejan no solamente las edificaciones y estructuras actuales, sino también las futuras. Asimismo, se debe estas obras deben contemplarse no solamente como estructuras de protección sino como una oportunidad de mejorar el espacio público, crear zonas de interés turístico, deportivo y cultural para las cabeceras.

El segundo proyecto contempla la *construcción de viviendas adaptadas* que protejan a sus residentes de los pulsos hídricos naturales de la región. Por un lado, el FA ha venido y continuará avanzando en la entrega de las 2.890 viviendas para los damnificados de la Ola Invernal 2010-2011. Por otro lado, el FA construirá en sitio cerca de 2.000 nuevas viviendas para población que se encuentra expuesta a amenazas

hidrometeorológicas, garantizando la reducción del riesgo por inundación a través de la elevación estructural de las mismas (palafitos).

El tercer proyecto consiste en la *construcción de sedes educativas, hospitales y centros de salud adaptados*. Estos juegan un papel fundamental para el desarrollo de la región en tanto que no hay una oferta suficiente que garantice los derechos de los habitantes en materia de salud y educación, factores que contribuyen, por lo demás, a incrementar la vulnerabilidad ante las amenazas hidrometeorológicas.

El cuarto y último proyecto en este programa consiste en *mejorar la conectividad regional*. Al respecto el FA ha avanzado en la ejecución del Puente Yatí-Bodega que permite integrar la región del bajo Cauca y a La Mojana con todo el eje de desarrollo del río Magdalena. Finalmente, en la medida que el movimiento de carga de la región se hace principalmente por la vía fluvial, se plantea mejorar la infraestructura portuaria.

### Hábitat saludable

El programa de hábitat saludable busca garantizar condiciones ambientales adecuadas que permitan evitar riesgos prevenibles en la salud de los habitantes de La Mojana. Para esto se plantea adelantar un proyecto de *mejoramiento de los acueductos y sistemas de saneamiento básico de los cascos urbanos*. En esta materia el FA ha venido adelantando la rehabilitación del sistema de tratamiento de aguas residuales y del emisario final del casco urbano de San Marcos-Sucre que beneficiará a cerca de 51.350 beneficiarios y ayudará a descontaminar la ciénaga y se contempla adelantar.

Por otro lado, si bien la región de La Mojana se encuentra inmersa en zonas de ciénagas y humedales, la mala calidad del agua y la variabilidad en la disponibilidad de la misma garantiza un acceso efectivo de esta población al recurso hídrico. Surge entonces la necesidad de promover el *acceso de la población rural a fuentes de agua mejorada* a través de la construcción de acueductos veredales, pozos profundos –que eventualmente pueden integrarse a los planteados en los proyectos de riego presentados más adelante– y sistemas de potabilización individuales. Asimismo, este proyecto contempla el desarrollo de *sistemas adecuados de eliminación de excretas* a través de pozos sépticos que eviten la deposición de las excretas en los cuerpos de agua de La Mojana.

Finalmente, para reducir los riesgos en la salud de las personas se implementará un sistema de seguimiento a la contaminación por mercurio que contemple no solamente la presencia de este metal en los cuerpos de agua, sino también su acumulación en peces y humanos. Este sistema, será complementado con las iniciativas de seguridad alimentaria que se presentan a continuación, garantizando así que la alimentación de la población sea saludable y balanceada.

### Desarrollo socio-económico adaptado

El programa de desarrollo socio-económico adaptado es, quizás, el más ambicioso de todos los programas propuestos en el Plan de Acción en tanto que plantea intervenciones significativas que tienen como objetivos la reducción de la pobreza, la transformación productiva a sistemas más adaptados a la variabilidad y el cambio climático, el reconocimiento y apropiación del patrimonio cultural de los habitantes prehispánicos y la creación de nuevas oportunidades de formación para el desarrollo de la región.

El proyecto de superación de la pobreza de las familias rurales busca llevar toda la oferta de programas del DPS enfocados en la atención de la población rural. A través de unas Intervenciones Rurales Integrales, se busca que la población de La Mojana tenga un mayor acceso a la Red de Seguridad Alimentaria (ReSA), al programa *Produciendo por Mi Futuro*, a la bancarización, ahorro y crédito local, a la microcapitalización y a la atención de la primera infancia a cargo del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, ICBF. El objetivo es beneficiar a unas 20.000 familias.

En la medida que la economía de la región de La Mojana depende, esencialmente, de las actividades primarias que se han visto afectadas de manera significativa por la variabilidad y el cambio climático, se plantea un paquete de intervenciones que buscan adaptarlas, mejorar los rendimientos, facilitar la comercialización y agregar valor a la producción. En primer lugar, la *adaptación de la ganadería*, el proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible que ha venido siendo implementado con éxito por FEDEGAN en cinco regiones del país se ampliaría a la región de La Mojana aprovechando la existencia de paquetes tecnológicos adaptados a las condiciones de inundación. A través de la regeneración natural, la plantación de árboles dispersos, cercas vivas y sistemas silvopastoriles intensivos se buscaría aumentar la productividad por hectárea de la ganadería de la región al tiempo que se genera una recuperación ambiental en cerca de 27.000 hectáreas.

En segundo lugar, se plantea llevar a cabo un ambicioso proyecto de *tecnificación agrícola* orientado a adaptar la producción de alimentos de la región con particular énfasis en el arroz y el maíz. El proyecto consta de tres componentes, el primero busca expandir la Adopción Masiva de Tecnología (AMTEC) desarrollada por FEDEARROZ logrando nivelar los terrenos y hacer un uso mucho más eficiente de los recursos disponibles. Se buscará beneficiar a cerca de 240 pequeños productores de arroz con un promedio de 1 ha cada uno. El segundo componente consiste en la construcción de pozos profundos para riego suplementario con un caudal aproximado de entre 240 y 460 m<sup>3</sup> por hora y que serán operados mediante paneles solares. Estos pozos servirán asimismo para garantizar el abastecimiento de agua potable para parte de la población rural dispersa. El tercer componente del proyecto busca mejorar la competitividad a través de la puesta en funcionamiento de 3 plantas de secado y almacenamiento de arroz, el principal cultivo de la región. Estas quedarán ubicadas en los municipios de Majagual, San Jacinto del Cauca y Guaranda.

En tercer lugar, se adelantará un proceso de implementación de Buenas Prácticas Pesqueras con un fuerte componente de medidas de administración del recurso pesquero que deberá partir de un estudio sobre las temporadas de veda y tamaños de captura de los peces. Paralelamente se deberá adelantar un programa de fomento de la acuicultura, teniendo en cuenta las zonas restringidas por presencia de mercurio.

Adicionalmente al apoyo a las actividades tradicionales de generación de ingresos de la región, la apuesta del Plan de Acción es sentar las bases para nuevas economías basadas en el conocimiento que generará un mayor valor agregado en el futuro. Para ellos se propone, la creación del *Parque Arqueológico La Mojana*. Dado que la región cuenta con un inmenso patrimonio arqueológico que, de ser reconocido, protegido y estudiado adecuadamente, podrá constituirse en el futuro en una fuente de identidad, investigación y desarrollo vinculado al turismo responsable. Las primeras acciones encaminadas en este sentido están contempladas en este proyecto y comprenden, entre otras, la declaratoria del área arqueológica protegida, la construcción del centro de investigación y de un museo arqueológico y un

proceso de valoración y formación con la población en temas de patrimonio cultural, todo esto en articulación con el Instituto Colombiano de Antropología e Historia, ICANH y el Ministerio de Cultura.

Finalmente, para formar una población capaz de enfrentar los retos relacionados con el desarrollo de la región, se contempla avanzar en la *creación del Centro de Formación Agropecuaria de La Mojana*. El Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, se encargará de preparar técnicos y tecnólogos competentes para generar un desarrollo adaptado a las condiciones hidrometeorológicas de la región, al igual que fortalecer las capacidades de los habitantes locales para garantizar una adecuada oferta y atención turística en el futuro a partir de la divulgación responsable del patrimonio arqueológico.

### Recuperación de las dinámicas ambientales

El mayor recurso de La Mojana es el agua y debe ser gestionado siguiendo las dinámicas cíclicas de los pulsos hidrológicos, las capacidades de carga de las ciénagas y evitando superar algunos umbrales críticos de abundancia y escasez del agua que llevan a eventos igual de catastróficos.

Se debe cambiar la visión de que el secamiento de la zona es un ideal y que se le debe ganar espacio al humedal. Además, si bien las acciones están orientadas a la inundación durante las temporadas de invierno, las sequías durante el verano afectan fuertemente a los habitantes, por ejemplo, generando hambruna, por lo que es necesario generar mayor conciencia sobre los riesgos asociados a la escasez del agua.

Gestionar el recurso hídrico no debe entenderse como evitar la afluencia de agua a la región, sino lograr mantener las dinámicas hidrológicas *naturales* y aunar esfuerzos para gestionar los picos que exceden los pulsos históricos con el fin de reducir el riesgo de desastres. La manera más costo-eficiente y viable de garantizar esto es a través del aprovechamiento de la gran red de canales, ríos y caños que irrigan naturalmente a La Mojana y regulan la llegada y evacuación del agua.

Por lo anterior, el programa de recuperación de las dinámicas ambientales estará organizado alrededor de tres componentes. El primero parte de la restauración del ecosistema de humedales de La Mojana y busca recuperar 1.200 ha. El segundo consiste en recuperar el sistema de caños principales del Cauca-San Jorge. El tercero busca adelantar una serie de intervenciones que permitan la conectividad entre el río Cauca y la planicie de inundación a través de los caños principales de tal manera que se garanticen los pulsos hidrológicos de los humedales.

### Gobernanza y fortalecimiento de capacidades locales

El objetivo del Programa de Gobernanza y Fortalecimiento de Capacidades Locales es fortalecer las capacidades de planeación, gestión y ordenamiento territorial de los entes locales. El programa consta de cinco proyectos estratégicos. El primero consiste en la *Formulación de los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas (POMCAS)* que son instrumentos fundamentales para el ordenamiento territorial alrededor del agua. El POMCA del río San Jorge va a permitir delimitar las zonas de restricción ambiental que garantizan los pulsos hídrico naturales y protegen las ciénagas y los humedales.

Los resultados de la delimitación de los POMCA serán insumos fundamentales para el segundo proyecto que consiste en la *actualización de los Planes de Ordenamiento Territorial, POT*. Este proceso que será adelantado conjuntamente entre el DNP y el FA busca brindar a los alcaldes electos los insumos, las herramientas y el acompañamiento técnico necesario para actualizar estos documentos, a partir de la

revisión ordinaria de cada uno de los POT de la Región de la Mojana a la luz de los nuevos lineamientos emitidos por el Gobierno Nacional.

El tercer proyecto busca poner en funcionamiento el sistema de alertas tempranas hidroclimatológico para la región que advierta a la población cuando se produzcan cambios en los niveles de los cuerpos de agua que puedan afectarlos, así como definir estrategias agropecuarias diferenciales y adaptadas a través de la conformación centro de pronóstico agroclimatológico.

El cuarto proyecto consiste en un acuerdo de gobernanza del agua, el cual parte de la congregación de todos los actores para discutir y tomar decisiones sobre cómo manejar el agua de la región. Finalmente, el quinto proyecto consiste en la actualización del catastro urbano y rural de los once municipios de La Mojana para dar claridad a los derechos de propiedad de la tierra de los municipios de la Mojana, con el fin de que los municipios recauden recursos por concepto de impuesto predial que les sirvan para financiar sus planes de desarrollo.

## FINANCIAMIENTO

El Plan de Acción para el Desarrollo Sostenible de La Mojana requiere de recursos de inversión estimados en 1,06 billones de pesos que serán distribuidos de la siguiente manera: 681 mil millones se destinarán para el programa de Infraestructura más segura y sostenible; 39 mil millones buscarán garantizar un Hábitat saludable; 249 mil millones promoverán un Desarrollo socio-económico adaptado; 60 mil millones serán invertidos en Recuperar las dinámicas ambientales naturales de la región; y, finalmente, cerca de 32 mil millones promoverán la gobernanza y el fortalecimiento de las capacidades de los entes territoriales. La información se presenta de manera resumida en la Tabla 21.

Programas	Inversión Total		Distribución (Porcentaje)
	(Millones pesos)	de	
<b>Infraestructura más segura y sostenible</b>	\$ 681.110		64%
<b>Hábitat saludable</b>	\$ 39.533		4%
<b>Desarrollo socio-económico adaptado</b>	\$ 249.446		23%
<b>Recuperación de las dinámicas ambientales</b>	\$ 59.720		6%
<b>Gobernanza y fortalecimiento de capacidades locales</b>	\$ 32.305		3%
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.062.114</b>		<b>100%</b>

Tabla 21. Distribución de recursos de inversión del Plan de Acción

Si bien el 64% de los recursos serán destinados al Programa de Infraestructura más segura y sostenible, una parte significativa de este componente corresponde a la construcción del puente Yatí-Bodega que mejorará la conectividad de toda la región. En el Gráfico 22, se muestra la distribución del presupuesto por programa.

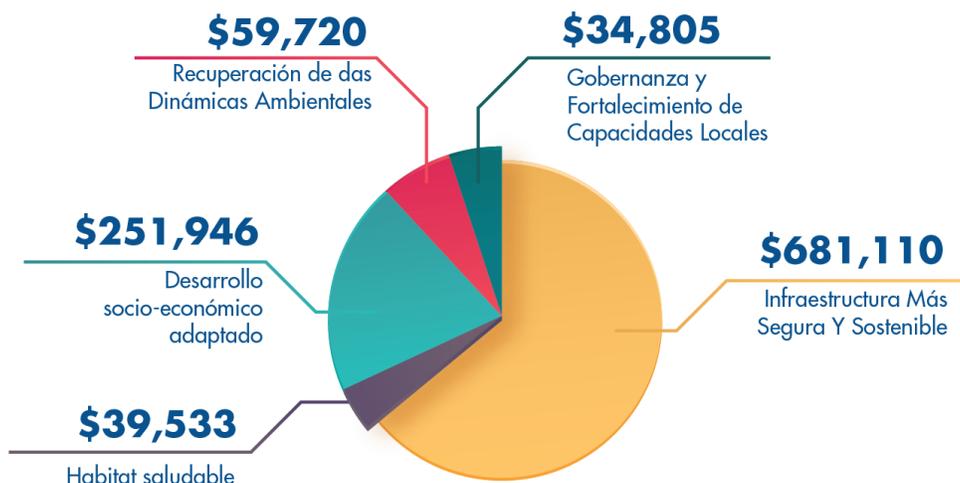


Gráfico 22. Distribución de los recursos por componente

La financiación del Plan de Acción estará a cargo, principalmente, del FA. Cabe resaltar que el Fondo ya ha apropiado y se encuentra en proceso de ejecutar cerca de 442 mil millones de pesos destinados principalmente para proyectos del programa de infraestructura más segura y sostenible. Para el desarrollo de los demás proyectos, es necesario apropiar 541 mil millones de pesos adicionales de los cuáles el Fondo ya ha presupuestado ejecutar cerca de 46 mil millones de pesos en proyectos que se encuentran en proceso de estructuración. Por lo tanto, para las vigencias del 2017 y 2018, el Fondo Adaptación deberá contar con cerca de 495 mil millones de pesos adicionales para la ejecución del Plan. Finalmente, cabe resaltar que cerca del 7,5% de los recursos del plan, es decir unos 80 mil millones de pesos, corresponden a recursos de cofinanciación de entidades como el DNP, las agremiaciones de productores y los entes territoriales. El Gráfico 23 resume la anterior distribución de recursos.

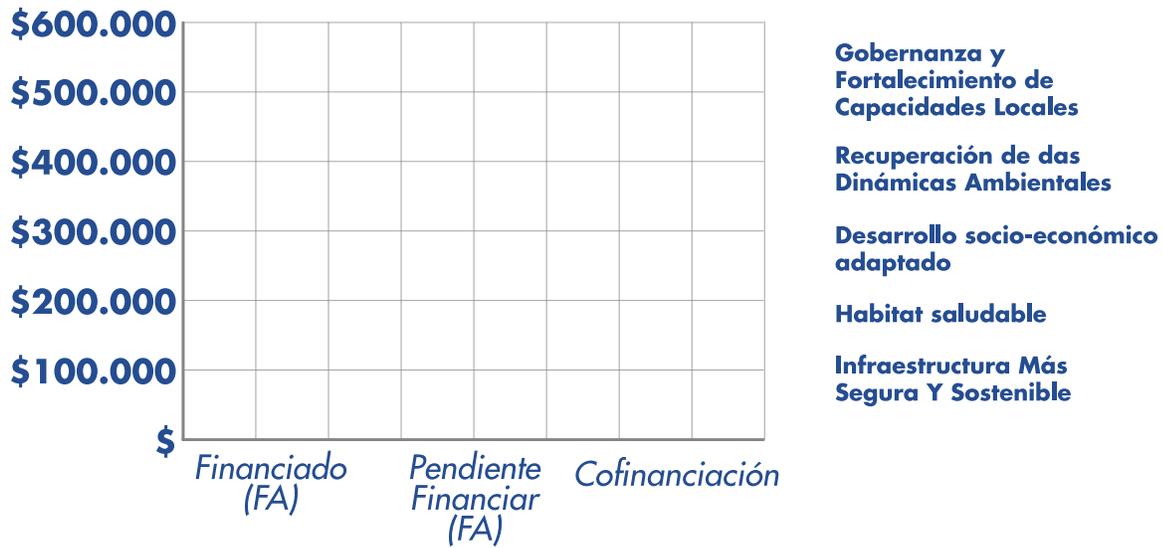


Gráfico 23. Recursos apropiados, por apropiar y de cofinanciación para implementar el Plan de Acción

La Tabla 22 resume la inversión total desglosada a nivel de proyectos y sub-proyectos. Para mayor detalle sobre cada uno de estos se pueden consultar las Fichas de Proyectos con la descripción, el alcance, el cronograma y el presupuesto detallado que se encuentran en el Anexo II.

PROGRAMAS Y PROYECTOS	SUBPROYECTOS	INVERSIÓN TOTAL
<b>INFRAESTRUCTURA MÁS SEGURA Y SOSTENIBLE</b>		<b>\$ 681.110</b>
Protección de cascos urbanos	Protección de cascos urbanos	\$ 108.500
Viviendas rurales adaptadas	Viviendas damnificadas Ola Invernal 2010-2011	\$ 140.012
	Viviendas rurales adaptadas	\$ 100.000
Escuelas y centros de salud seguros	Sedes educativas	\$ 57.847
	Hospitales y centros de salud adaptados	\$ 38.257
Conectividad regional	Puente Yatí-Bodega	\$ 236.494
<b>HABITAT SALUDABLE</b>		<b>\$ 39.533</b>
Acueductos y saneamiento básico para cabeceras municipales	Alcantarillado de San Marcos - Sucre	\$ 2.643
Saneamiento básico para las zonas rurales	Saneamiento básico para las zonas rurales	\$ 35.000
Sistema de seguimiento a la contaminación por mercurio	Seguimiento a la contaminación por mercurio (Fase 1)	\$ 1.890
<b>DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO ADAPTADO</b>		<b>\$ 249.446</b>
Superación de la pobreza de las Familias Rurales (DPS)	Acompañamiento a la población beneficiada	\$ 33.141
	Fortalecimiento social y participación	\$ 6.672
	Seguridad Alimentaria	\$ 9.600
	Proyectos productivos	\$ 34.898
Ganadería sostenible: Adaptación de la ganadería	Regeneración natural y árboles dispersos	\$ 25.500
	Cercas vivas	\$ 9.800
	Sistemas Silvopastoriles Intensivos	\$ 30.000
Tecnificación agrícola: Adaptación de los cultivos de arroz y maíz	AMTEC: Adopción Masiva de Tecnología	\$ 2.789
	Pozos profundos de agua y riego complementario	\$ 11.480
	Plantas de Secamiento, Almacenamiento y Trilla	\$ 44.915
Apropiación y difusión del patrimonio arqueológico (Turismo cultural)	Parque, Centro de investigación y museo arqueológico	\$ 15.511
Buenas Prácticas Pesqueras: Administración y fomento de la pesca y acuicultura	Estudio sobre aprovechamiento sostenible del recurso pesquero	\$ 700
	Implementación de medidas de administración y fomento	\$ 2.900
	Desarrollo y fortalecimiento de cultivos piscícolas	\$ 2.540
Formación para el desarrollo: Nuevo centro agropecuario del SENA	Centro de Formación Agropecuaria de La Mojana	\$ 19.000
<b>RECUPERACIÓN DE LAS DINÁMICAS AMBIENTALES</b>		<b>\$ 59.720</b>
Recuperación del sistema de drenaje río-caño-humedales de La Mojana	Restauración del ecosistema de humedales de La	\$ 4.720
	Recuperación del sistema de caños principales del Cauca-San Jorge	\$ 10.000
	Reconexión del río Cauca con la planicie inundable	\$ 45.000
<b>GOBERNANZA Y FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES LOCALES</b>		<b>\$ 32.305</b>
Formulación de Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas	Formulación de POMCAS	\$ 7.189
Acompañamiento a actualización de Planes de Ordenamiento	Acompañamiento a actualización de Planes de	\$ 2.000
Sistema de alertas tempranas hidrometeorológicas	Sistema de alertas tempranas hidrometeorológicas	\$ 3.490
Acuerdo de gobernanza del agua	Acuerdos y resolución de conflicto de gobernanza del agua	\$ 926
Actualización del catastro urbano y rural	Catastro multipropósito	\$ 18.700
		<b>\$ 1.062.114</b>

Tabla 22. Inversión total por programas, proyectos y subproyectos

## CRONOGRAMA

La ejecución del Plan de Acción para el Desarrollo Sostenible de La Mojana se ha venido adelantando desde la creación del Fondo Adaptación y se extenderá durante toda su vigencia, es decir hasta diciembre del 2018. El cronograma que se presenta en la Tabla 23 resume la fecha de inicio, la fecha de finalización y la duración de cada proyecto, para mayor detalle se puede consultar el Anexo II.

PROGRAMAS Y PROYECTOS	CRONOGRAMA			Año 2016 (trimestres)				Año 2017 (trimestres)				Año 2018 (trimestres)			
	Fecha Inicio	Fecha Finalización	Duración (meses)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	<b>INFRAESTRUCTURA MÁS SEGURA Y SOSTENIBLE</b>	<b>13-oct-15</b>	<b>12-feb-19</b>	<b>41</b>											
Protección de cascos urbanos	01-oct-16	31-oct-18	25												
Viviendas rurales adaptadas	01-nov-16	31-dic-18	26												
Escuelas y centros de salud seguros	01-ene-17	31-dic-18	24												
Conectividad regional	13-oct-15	12-feb-19	41												
<b>HABITAT SALUDABLE</b>	<b>02-feb-12</b>	<b>31-dic-18</b>	<b>84</b>												
Acueductos y saneamiento básico para cabeceras municipales	02-feb-12	31-may-16	53												
Saneamiento básico para las zonas rurales	01-jun-16	31-dic-18	31												
Sistema de seguimiento a la contaminación por mercurio	01-jun-16	31-may-18	24												
<b>DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO ADAPTADO</b>	<b>01-jun-16</b>	<b>31-dic-18</b>	<b>31</b>												
Superación de la pobreza de las Familias Rurales (DPS)	01-jun-16	31-dic-18	31												
Ganadería sostenible: Adaptación de la ganadería	01-oct-16	31-dic-18	27												
Tecnificación agrícola: Adaptación de los cultivos de arroz y maíz	01-jun-16	31-oct-18	29												
Apropiación y difusión del patrimonio arqueológico (Turismo cultural)	01-jun-16	31-dic-18	31												
Buenas Prácticas Pesqueras: Administración y fomento de la pesca y acuicultura	01-oct-16	31-mar-17	6												
Formación para el desarrollo: Nuevo centro agropecuario del SENA	01-jun-16	31-dic-18	31												
<b>RECUPERACIÓN DE LAS DINÁMICAS AMBIENTALES</b>	<b>01-sep-16</b>	<b>31-mar-17</b>	<b>7</b>												
Recuperación del sistema de drenaje río-caño-humedales de La Mojana	01-sep-16	31-mar-17	7												
<b>GOBERNANZA Y FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES LOCALES</b>	<b>13-ago-14</b>	<b>31-dic-18</b>	<b>53</b>												
Formulación de Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas	13-ago-14	14-ene-17	30												
Acompañamiento a actualización de Planes de Ordenamiento Territorial	01-may-16	31-oct-16	6												
Sistema de alertas tempranas hidrometeorológicas	01-ene-17	31-dic-18	24												
Acuerdo de gobernanza del agua	01-ene-17	31-dic-17	12												
Actualización del catastro urbano y rural	01-ene-17	31-dic-18	24												

Tabla 23. Cronograma de ejecución del Plan de Acción

## VI. BIBLIOGRAFÍA

ACNUR. (2005). *Diagnóstico departamental de Bolívar*. Recuperado a partir de [www.acnur.org-t3/uploads/media/COI\\_2166.pdf?view=1](http://www.acnur.org-t3/uploads/media/COI_2166.pdf?view=1)

Aguilera, M. (2004). La Mojana: riqueza natural y potencial económico. *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, 48. Recuperado a partir de <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER-48.pdf>

Alcaldía Municipal de Achí. (2012). *Diagnóstico de infancia y adolescencia en el municipio de Achí, Bolívar*. Achí: Alcaldía Municipal de Achí.

Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. (1994). *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. Taylor & Francis. Recuperado a partir de <https://books.google.com.co/books?id=JVjb8VtaM9IC>

Caraballo, P., & De la Ossa, J. (2011). Inundaciones en la mojana: ¿vía crisis social o condición ambiental? *Revista Colombiana de ciencia Animal*, 3(1), 198–210.

Cardona, O. D. (2001). *Holistic evaluation of the seismic risk using complex dynamic systems (in Spanish)*. Technical University of Catalonia, Barcelona.

Cardona, O. D. (2016). *Documento con la evaluación probabilista del riesgo de inundación en la región de la mojana con alternativas de intervención*. Bogotá: Fondo Adaptación.

Cardona, O. D., & Barbat, A. . (2000). El riesgo sísmico y su prevención. *Cuaderno Técnico*, 5.

CAR-MOMPOSINA, CVS, & CORANTIOQUIA. (2011). *Informe de chorros y rompederos desde Nechí hasta Achí sobre el río Cauca que afectan la región de La Mojana. Informe del recorrido de la visita realizada a los sitios impactados por la ola invernal 2010 - 2011*. Sincelejo: Acuerdo para la Prosperidad.

Carreño, M.-L., Cardona, O. D., & Barbat, A. H. (2006). Urban seismic risk evaluation: a holistic approach. *Natural Hazards*, 40(1), 137–172.

CORPOICA. (2012). *Convenio para actualizar la información socioeconómica y climática, medir el impacto de la inundación en los sistemas de producción y establecer, a nivel de prefactibilidad, la viabilidad de sistemas de producción alternativos, adaptados a las condiciones socioeconómicas y agroecológicas y que contribuyan al desarrollo humano-sostenible de La Mojana*. Bogotá: Convenio de cooperación técnica entre CORPOICA y el Fondo Adaptación.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260. <http://doi.org/10.1038/387253a0>

DANE. (2005). *Censo general de población*. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE.

De la Ossa, J. (2002). *Informe final consultoría manejo de fauna silvestre tropical. Programa de Desarrollo Sostenible de la región de La Mojana*. Sincelejo: Departamento Nacional de Planeación DNP, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. Recuperado a partir de <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/Informedefaunasilvestretropical.pdf>

DNP. (2015). *Índice de Desempeño Fiscal de los municipios colombianos*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible y Grupo de Estudios Territoriales.

DNP, & FAO. (2003). *Programa de Desarrollo sostenible de la región de La Mojana*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación-DNP, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO. Recuperado a partir de <http://www.incoder.gov.co/documentos/Estrategia%20de%20Desarrollo%20Rural/Pertiles%20Territoriales/ADR%20MOJANA/Otros/Programa%20de%20Desarrollo%20Sostenible%20de%20la%20Mojana.pdf>

DNP, PNUD, & DPAD. (2008). *Plan de acciones regionales prioritarias para el desarrollo sustentable de la Mojana: articulación de iniciativas regionales para estructurar áreas de desarrollo territorial*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación-DNP, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD, Dirección de Prevención y Atención de Desastres-DPAD. Recuperado a partir de <http://www.pnud.org.co/sitio.shtml?apc=a-c-8--&x=56861#.VTICQ2YdX5V>

DNP, & UNAL. (2012). *Estudios, análisis y recomendaciones para el ordenamiento ambiental y el desarrollo territorial de la Mojana. Convenio Interadministrativo UN-DNP No. 336/2011*. Cartagena: Departamento Nacional de Planeación, Universidad Nacional de Colombia Sedes Bogotá y Medellín.

Equipo de Modelación Hidrodinámica. (2013). *Informe de procesamiento de la información secundaria*. Bogotá: Fondo Adaptación.

Equipo de Modelación Hidrodinámica. (2015a). *Análisis de socavación y depositación*. Bogotá: Fondo Adaptación.

Equipo de Modelación Hidrodinámica. (2015b). *Recomendaciones para la incorporación de variables ambientales en la formulación del Plan De Acción. Características socioeconómicas e impulsores de degradación ambiental en el núcleo de once municipios de la región de La Mojana*. Bogotá: Fondo Adaptación.

Equipo de Modelación Hidrodinámica. (2015c). *Recomendaciones para la incorporación de variables ambientales en la formulación del Plan De Acción. Caracterización de la conectividad hídrica y el pulso de inundación del sistema de humedales de la región de La Mojana e implicaciones ecológicas de su alteración*. Bogotá: Fondo Adaptación.

Equipo de Modelación Hidrodinámica. (2015d). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el núcleo de once municipios de la región de La Mojana*. Bogotá: Fondo Adaptación.

Evolution Services and Consulting. (2014). *Diagnóstico predial y de tenencia. Informe Final Contrato No. 287 de 2013*. Bogotá: Fondo Adaptación.

Fals-Borda, O. (2002). *Historia Doble de la Costa I. Mompos y Loba* (2. ed). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia : Banco de la República : Ancora Editores.

Geografía Urbana. (2014). *Diagnóstico de instrumentos de gestión territorial y ambiental. Contrato 081* (Informe de consultoría). Bogotá: Fondo Adaptación.

IDEAM. (2015). *Estudio Nacional de Agua 2014*. Bogotá: IDEAM.

Jaramillo, S., & Turbay, S. (s.f). Geografía humana de Colombia. Tomo IV. En *Los indígenas Zenúes* (Vol. III).

Recuperado a partir de <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/geoco4v3/zenues.htm>

Junk, W., Bayley, P., & Sparks, E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Proceedings of the International Large River Symposium*.

MADR. (2002). *Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia. Estrategias para su conservación y uso sostenible*. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos.

Mancera-Rodríguez, N. J., & Álvarez-León, R. (2006). Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 11(1), 3–23.

Marrugo, J., Lans, E., & Benítez, L. (2007). Hallazgo de Mercurio en peces de la Ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 12, 878–886.

Marrugo, J., Verbel, J. O., Ceballos, E. L., & Benitez, L. N. (2008). Total mercury and methylmercury concentrations in fish from the Mojana region of Colombia. *Environmental Geochemistry and Health*, 30(1), 21–30.

Misión de Observación Electoral. (2007). *Monografía Política Electoral. Departamento de Sucre, 1997 a 2007*. Bogotá. Recuperado a partir de [http://moe.org.co/home/doc/moe\\_mre/CD/PDF/sucre.pdf](http://moe.org.co/home/doc/moe_mre/CD/PDF/sucre.pdf)

Núñez, S. E. R., Negrete, J. L. M., Rios, J. E. A., Hadad, H., & Maine, M. A. (2011). Hg, Cu, Pb, Cd, and Zn Accumulation in Macrophytes Growing in Tropical Wetlands. *Water, Air, & Soil Pollution*, 216(1-4), 361–373. <http://doi.org/10.1007/s11270-010-0538-2>

Ojasti, J. (2000). *Manejo de fauna silvestre neotropical*. (F. Dallmeier, Ed.). Washington D.C: Smithsonian Institution/MAB Program.

Olivero, J., & Solano, B. (1998). Mercury in environmental samples from a waterbody contaminated by gold mining in Colombia, South America. *Science of the total Environment*, 217(1), 83–89.

Ortiz Guerrero, C. E., Pérez Martínez, M. E., & Muñoz Wilches, L. A. (2006). *Los cambios institucionales y el conflicto ambiental: el caso de los valles del río Sinú y San Jorge*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

Parsons, J. J. (1970). Los campos de cultivo prehispánicos del bajo San Jorge. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XII(48).

Plazas, C., & Falchetti, A. M. (1981). *Asentamientos prehispánicos en el bajo Río San Jorge*. Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la República.

Plazas, C., Falchetti, A. M., Sáenz Samper, J., & Archila, S. (1993). *La sociedad hidráulica Zenú: estudio arqueológico de 2000 años de historia en las llanuras del Caribe colombiano*. Bogotá: Banco de la República, Museo del Oro.

Ramírez Rojas, J. (2012). *Caracterización socio-demográfica del área de desarrollo rural de la Mojana*. Bogotá: INCODER. Recuperado a partir de <http://www.incoder.gov.co/documentos/Estrategia%20de%20Desarrollo%20Rural/Pertiles%20Territoriales/ADR%20MOJANA/Perfil%20Territorial/CARACTERIZACION%20SOCIO-DEMOGRAFICA%20LA%20MOJANA.pdf>

Ronderos, M. T. (Ed.). (2006). *La infancia, el agua y el saneamiento básico en los planes de desarrollo departamentales y municipales: la planeación local, una oportunidad para que los niños, las niñas y los adolescentes del país tengan un medio ambiente adecuado para su desarrollo*. Procuraduría General de la Nación, UNICEF.

Sedano-Cruz, R. K. (2012). *Gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: lake and river ecosystems* (3rd ed). San Diego: Academic Press.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (Eds.). (2003). *At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters* (2nd ed). London ; New York: Routledge.

## Anexos

### Anexo I. Fase de estructuración

#### a. Descripción

La intervención en La Mojana ha implicado la contratación de la elaboración de un modelo digital de terreno continuo sobre el cual se adelanta una modelación hidrodinámica bidimensional para 1.100.000 hectáreas, proyecto sin antecedentes en Colombia que permite proyectar probables escenarios de inundación teniendo en cuenta los hechos históricos analizados desde 1970 y unos supuestos probabilísticos de ocurrencia de eventos que en los próximos 100 años pueden presentarse en la región. La formulación del Plan de Acción, es decir, las iniciativas que incluyen medidas estructurales tales como obras de infraestructura, de protección a centros urbanos, saneamiento básico, entre otras, y medidas no estructurales relacionadas con acuerdos de gobernanza del agua, ordenamiento territorial desde la perspectiva del riesgo, reasentamiento de comunidades, reconocimiento, mejoramiento de los niveles de analfabetismo y delimitación de zonas de protección entre otras, se había proyectado para finales del primer semestre de 2015. Esta proyección de cronograma se fue calculando de manera progresiva con la información disponible de acuerdo con los resultados y productos entregados por los distintos consultores desde que inició la fase de estructuración en el año 2012. Es importante tener en cuenta que una iniciativa como esta no tiene antecedentes en Colombia y que la interacción de todos los consultores y la integración de por los menos 100 productos que se convertían en insumos para la obtención de productos que a su vez también se convirtieron en insumos para llegar al producto final de formulación de un plan de acción, no ha sido tarea fácil que hubiese permitido proyectar desde un principio con absoluta precisión una fecha exacta de formulación del plan. Para ilustrar en alguna medida la complejidad de este proyecto, a continuación presentamos un breve resumen de los productos e insumos más significativos que se han desarrollado durante la fase de estructuración:

Para la generación del modelo digital de terreno continuo fue necesario en cumplimiento del objeto del contrato No. 045 de 2013, reconstruir la red geodésica en 1.100.000 hectáreas, la cual se encontraba destruida por cuenta de las inundaciones. Esta nueva red, indispensable para realizar levantamientos topográficos, es de gran utilidad para el IGAC, las Corporaciones Autónomas Regionales y las entidades departamentales y municipales, así como las entidades del orden nacional que requieran levantamientos topográficos para adelantar obras de infraestructura. La red geodésica así como el diagnóstico predial adelantado por el Fondo sobre el área de estudio en La Mojana fue debidamente entregado al IGAC.

El levantamiento topográfico de 1.100.000 hectáreas se realizó utilizando tecnología avanzada para la captura de datos mediante vuelos con sensores LiDAR y toma de batimetrías con sensores multi haz en los cuerpos de agua, lo que garantiza no solo menor tiempo en la captura de datos, sino mayor precisión en la calidad de los mismos. Téngase presente que en La Mojana hay aproximadamente 130 cuerpos de agua dispersos en zonas de difícilísimo acceso por razones climáticas y de orden público. Bajo el contrato No. 045 de 2013 se obtuvo una cartografía temática con resolución de 20 cm superando los 5 metros con los cuales contaba el país. Esta cartografía, al igual que los datos topográficos y batimétricos capturados y procesados, el resultado del diagnóstico predial así como el diagnóstico en materia de instrumentos de gestión territorial y ambiental, han sido compartidos con las autoridades nacionales que tienen dentro de sus competencias la definición de políticas y proyectos que requieren de este tipo de productos. Finalmente se generó el modelo digital de terreno continuo con la participación del consultor del contrato

131 de 2014 el cual tuvo que completar el procesamiento de datos que no pudo concluir el consultor del contrato 045 referido, por causas imputables principalmente a él, sin perjuicio de reconocer que este complejísimo proyecto tuvo que enfrentar situaciones de clima y orden público que retrasaron el cronograma.

Como ya se mencionó, el FA tuvo que enfrentar las demoras en la entrega de los productos necesarios para la generación del modelo digital de terreno por parte del consultor del contrato No. 045 de 2013, uno de los contratos más importantes de este proyecto, cuyo valor representó aproximadamente el 45% del valor total de los contratos ejecutados en la fase de estructuración. Por lo anterior, la entidad tuvo que adoptar las medidas tendientes a garantizar que otro consultor asumiera las actividades y productos no entregados a tiempo, así como cobrar los mayores costos relacionados con los retrasos en lo imputable al consultor.

La multiplicidad de entradas de agua y la gran variedad de conectividades hidráulicas en número y tipología, hacen de la zona de estudio uno de los más complejos en el marco de la generación de escenarios de amenaza. Es por ello que el FA contrató un grupo de 12 profesionales colombianos con especializaciones en hidrología, meteorología, sistemas de información geográfica, hidráulica, geotecnia y otras disciplinas altamente especializadas así como el acompañamiento técnico del Instituto Deltares de Holanda, para desarrollar un artefacto de apoyo denominado "Modelo bidimensional hidrodinámico de la Región de la Mojana". A la fecha el modelo se encuentra construido y calibrado y en capacidad de generar escenarios hidrodinámicos ante diferentes condiciones de forzamiento hidrometeorológico y configuraciones de terreno. Por ejemplo en la labor de calibración se ha simulado el período 2009 - 2010 que ha sido la base para el proceso de afinamiento de las constantes que componen los modelos hidrológicos e hidráulicos que comprende el software "SOBEK" de la casa Deltares, el cual ha sido el seleccionado y empleado en este caso. Después del proceso de calibración con registros históricos el Equipo de Modelación de la Amenaza por Inundación (EMA) ha pasado a la etapa de construcción y simulación de escenarios, entendidos estos como diferentes alternativas de configuración del terreno (ejemplo con o sin dique marginal) y diferentes forzamientos hidrometeorológicos, estos últimos asociados a diferentes frecuencias de ocurrencia o recurrencia de excedencia para diferentes períodos de retorno. El EMA ha no solo ha avanzado en la generación de estos escenarios de amenaza, sino también en la definición de un "evento hidrológico" particularmente en la duración que éste debe tener en la construcción de escenarios y simulación hidrodinámicas, sino también en el post procesamiento de la información generada por el SOBEK. En cuanto a lo primero se ha identificado que por la condiciones de regulación de la zona y de forzamiento, el período de tiempo relevante asociado a una escala de tiempo característico se establece en un año, el cual será tenido en cuenta para el diseño de los forzamientos hidrometeorológicos. También en el marco del diseño de las configuraciones se está generando escenarios considerando presencia o ausencia de diques con el objeto de establecer condiciones de línea base. Para el segundo aspecto de post procesamiento, el EMA se ha centrado en el análisis de profundidades y velocidades para cada una de las celdas que componen la malla de simulación, dado el carácter distribuido de los mapas de amenaza por inundación. Tales análisis incluyen atributos estadísticos descriptivos tales como rangos, valores medios, mínimos, máximos y curvas de duración. En resumen las condiciones de amenaza de la zona incluyen información de profundidades de agua, velocidades y sobre todo la identificación de condiciones secas y húmedas. Esta información se cruza con información de uso de suelo y emplazamiento de construcciones y viviendas lo que permite inferir diferentes niveles de amenaza para la región. El EMA genero 167 escenarios de amenaza que combinan probabilidades de

rompimiento del diques, canales de entrada y lluvia directa, escenarios que fueron entregados al equipo de modelación del riesgo para avanzar en la evaluación del riesgo por inundación y el análisis costo beneficio. Esta información ha sido utilizada por el equipo de riesgo para generar escenarios de excedencia a 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9 y 2 metros de altura.

La modelación antes descrita es reconocida por el propio Instituto Deltares como una de las iniciativas internacionales más completas y sofisticadas en el manejo del recurso hídrico. En este sentido conviene mencionar que dicha modelación hidrodinámica constituye ya un producto considerado como la primera iniciativa del Centro Nacional de Modelación que se encuentra estructurando el IDEAM. En este punto conviene mencionar que mediante contrato de donación 215 de 2014, el Fondo Adaptación transfirió al Instituto los activos (hardware y software) adquiridos para realizar esta modelación y en la actualidad, los profesionales encargados de la misma, desarrollan sus actividades en la sede del IDEAM.

Es importante resaltar que esta iniciativa de modelación hidrodinámica del macroproyecto Mojana, permite migrar de una práctica común en Colombia para la formulación de políticas públicas basada solamente en información histórica de ocurrencia de eventos en un determinado periodo, a la utilización de una herramienta que permite modelar en el futuro probables escenarios de amenaza de inundación con sus respectivos impactos en toda la región. El caso de La Mojana es un claro ejemplo de esta situación. En efecto, con base en imágenes satelitales obtenidas en determinadas épocas del año, el IDEAM generó un mapa que contiene una mancha de inundación que representa la envolvente de las inundaciones más críticas ocurridas en La Mojana. Con base en esa mancha, que reiteramos es solo una recopilación de imágenes de inundaciones ocurridas en momentos puntuales, (que pueden haber dejado de lado situaciones críticas sobre las cuales por cualquier razón no se tienen imágenes) se han tomado las decisiones de construcción de infraestructura como ocurrió con el dique marginal entre Nechí y Achí que presentó fallas y rompimientos durante el fenómeno de la Niña. Por primera vez, y gracias a las acciones adelantadas por el Fondo, en La Mojana hoy día se trabaja con una herramienta que permite proyectar en el futuro escenarios de amenaza de inundación con probabilidades de ocurrencia de tal forma que de manera integral se puedan medir los impactos, las pérdidas y la reducción del riesgo de inundación producto de la combinación de diferentes tipos de intervención.

Si bien es cierto que la fase de estructuración de este ambicioso proyecto se viene adelantando desde septiembre de 2012, no es menos cierto que el mismo se ha adelantado con diligencia y celeridad, más aún si tenemos en cuenta que en el caso de Holanda, la fase de exploración del programa “Room for the River” tomó 5 años y la fase de análisis de alternativas y estimación detallada de costos así como análisis de aspectos ambientales y legales, tomo 5 años adicionales. Colombia está avanzando en el entendimiento de la importancia de planear las ejecuciones para garantizar obras sostenibles.

La planeación de las intervenciones en La Mojana no debe estar atada a los tradicionales análisis que solo tienen en cuenta la conectividad en la región por cuenta de la infraestructura vial, la cual es muy pobre. Sin perjuicio de evaluar la importancia de conectar la región con otras zonas del país, hoy día es incuestionable que el factor determinante para definir lineamientos de intervención debe estar sustentado en el comportamiento del recurso hídrico en la región.

La fase de intervención inició en el 2014 con la suscripción de 4 contratos por \$13.458 millones para el reasentamiento de la población de Doña Ana, su interventoría y las iniciativas de reactivación económica para dicha población. Adicionalmente se suscribió un contrato cuyo objeto es el acompañamiento social a los proyectos del Fondo en los 11 municipios de La Mojana. A la fecha, el valor comprometido del total

del cupo fiscal estimado para las intervenciones equivale al 2%, toda vez que es con base en el resultado del Plan de Acción que se formulará en febrero de 2016 que se definirán las intervenciones estructurales y no estructurales en La Mojana, las cuales se espera se ejecuten hasta el año 2018. La fase de estructuración se desarrollará en un tiempo que comprende tres años y seis meses, comprendido entre septiembre de 2012 a febrero de 2016. El tiempo estimado para la ejecución de las intervenciones suponiendo inversiones en infraestructura y algunos reasentamientos de poblaciones entre las medidas a implementar, se estima en tres años contados a partir de la fecha de aprobación del Plan de Acción. El peso porcentual del total del tiempo estimado de las fases 1 y 2 que corresponde a la fase 1, esto es a la de Estructuración es de 64%, mientras que la fase de Intervenciones le corresponde el 36%.

Como se observa, las actividades de recopilación de información y diagnóstico se encuentran terminadas, la evaluación de la amenaza con la modelación hidrodinámica bidimensional de La Mojana también se completaron en diciembre de 2015, en tanto que la culminación de las tareas para concretar la evaluación del riesgo y el análisis costo beneficio, así como la formulación del plan de acción, se produjeron en febrero de 2016 para dar paso al inicio de la fase de intervención.

De otro lado, el mes de abril de 2015 empezó a sesionar mensualmente el Comité Plan de Acción, creado por el FA como una instancia asesora y consultiva que formulará recomendaciones sobre asuntos relacionados con la definición del referido Plan, generando así mismo un espacio de intercambio para los distintos consultores involucrados en el proceso. Bajo el liderazgo de la Gerencia del Fondo, hemos invitado a hacer parte de este comité al DNP como entidad responsable de la postulación de este megaproyecto ante el FA, al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo, como actores claves en este proceso, así como a otras entidades como el ICANH y CORMAGDALENA, que por su vinculación e interés en la zona, pueden aportar a este proceso a partir de acciones conjuntas y coordinadas. Así mismo, los avances producidos en desarrollo de las acciones para la formulación del Plan de Acción son reportados en cada sesión del Consejo Directivo del FA.

La fase de estructuración a la cual hemos hecho referencia en detalle en este anexo, constituye en sí misma un proyecto capaz de generar, como en efecto lo ha hecho, productos cuya utilidad trasciende el ámbito mismo de la gestión misional del FA. Estos insumos no solo han sido suministrados a las gerencias sectoriales para orientar su trabajo en La Mojana, sino que han sido compartidos con otras entidades a nivel nacional. Es por ello que insistimos en la necesidad de evaluar la fase de estructuración como un todo, independientemente de los avances puntuales que se han verificado en la fase de intervención, toda vez que sin las herramientas con las que se cuenta actualmente, no sería posible formular una estrategia estructurada y sostenible.

Esta fase de estructuración durante la cual se han obtenido los insumos necesarios para entender las dinámicas hídricas de la región de La Mojana y los diferentes escenarios de amenaza de inundación, elementos expuestos y riesgo asociado a los mismos, es un trabajo pionero en Colombia y es absolutamente imprescindible en un proyecto de esta magnitud, pues se convierte en la única manera de asegurar el diseño de soluciones sostenibles y eficientes. Su estructuración ha sido el producto de una planeación progresiva y cuidadosa que ha permitido establecer metas y cronogramas en la medida en que se ha obtenido información resultado de los productos desarrollados por los diferentes consultores del Fondo. Una vez concluida, el país podrá contar con una herramienta única para la toma de decisiones y la generación de políticas en materia de gestión del riesgo. En el siguiente cuadro se relacionan los contratos, objetos, contratistas y valores que se contituyeron en insumos para esta fase.

b. Cuadro I. Contratos fase de estructuración

No. Contrato	Objeto	Contratista	Valor Actual Contrato
<b>2012-C-0102</b>	Coordinar técnicamente y apoyar la gestión y la supervisión de la estructuración e implementación del plan de acción del fondo adaptación enmarcado dentro del " Plan Integral para ordenamiento ambiental y el desarrollo territorial de la región de la Mojana "	PATIÑO OSORIO Y CIA S EN C.	935.600.722
<b>2012-C-0103</b>	Desarrollar tareas necesarias de apoyo en los procesos de documentación y planificación de los proyectos de vivienda en el sur del Atlántico, La Mojana, proyecto de restauración de ecosistemas en el canal del Dique, fortalecimiento de la red de alertas tempranas de origen hidrometeoro lógicas y el jarrillon de Cali	MATEO ARMANDO GIELDELMANN VALENCIA	6.687.025
<b>2012-C-0104</b>	Desarrollar tareas necesarias de apoyo en los procesos de documentación y planificación de los proyectos de vivienda en el sur del Atlántico, La Mojana, proyecto de restauración de ecosistemas en el canal del Dique, fortalecimiento de la red de alertas tempranas de origen hidrometeoro lógicas y el jarrillon de Cali	DIEGO FERNANDO ROMERO OBANDO	6.687.025
<b>2012-C-0113</b>	Prestar sus servicios profesionales para la asesoría técnica en el análisis de las variables hidrológicas, climatológicas e hidráulicas en el marco de la estructuración del Plan de Acción del Fondo Adaptación para la Mojana.	ANIBAL JOSE PEREZ GARCIA	729.278.759
<b>2012-C-0114</b>	Prestar sus servicios profesionales de apoyo jurídico en actividades de tipo operativo, administrativo y de gestión en el marco de la estructuración e implementación del Plan de Acción del Fondo Adaptación para La Mojana.	MONICA ANDREA LINARES	43.813.904
<b>2012-CV-0002</b>	Actualizar la información socioeconómica y climática de los estudios realizados por Corpoica en la Mojana entre 1995 Y 1999, base par ala zonificación ambiental, medir el impacto de la inundación en los sistemas de producción y determinar a nivel de prefactibilidad la viabilidad de establecer sistemas de producción alternativos, adaptados a las condiciones socioeconómicas y agroecológicas que contribuyan al desarrollo humano de la Mojana.	CORPOICA	695.000.000

<b>2012-CV-0089</b>	Aunar esfuerzos para llevar a cabo la organización del "Encuentro Técnico de la Mojana" perspectivas para una inversión integral" orientado a socializar la metodología de análisis para la intervención integral en la región de la Mojana en el marco de la reconstrucción de los daños generados por el fenómeno de la Niña 2010-2011.	OBSERVATORIO DEL CARIBE COLOMBIANO	40.056.100
<b>2013-C-0012</b>	Prestar sus servicios como especialista en geomática a la Subgerencia de Gestión del Riesgo, especialmente durante la estructuración y las etapas precontractual y contractual de los proyectos de interventoría y construcción del modelo digital de terreno a partir de los datos LiDAR y batimétricos en la región de la Mojana.	CARLOS ENRIQUE NIÑO BARRAGAN	504.301.684
<b>2013-C-0045</b>	Realizar el levantamiento y construcción de la red geodésica en el área de estudio, (ii) Realizar el levantamiento topográfico con tecnología Lidar, (iii) Realizar el levantamiento batimétrico, (iv) Realizar la toma de fotografías aéreas digitales (v) Realizar la elaboración de la cartografía base y construcción de una base de datos geográfica que permita identificar elementos expuestos, y (vi) Construcción de un modelo digital de terreno (DTM) a partir de los datos LiDAR y batimétricos, dentr	UNION TEMPORAL COLOMBO-CANADIENSE LA MOJANA	15.152.349.362
<b>2013-C-0055</b>	Realizar la interventoría integral para el Contrato de Consultoría N°045 de 2013 derivado de la Convocatoria N°FA-CA-043-2012, cuyo objeto es: Realizar los estudios de topografía y batimetría sobre el área de La Mojana los cuales incluyen: (i) Levantamiento y elaboración de la red geodésica en el área de estudio, (ii) Levantamiento topográfico con tecnología lidar, (iii) Levantamiento batimétrico, (iv) Toma de fotografías digitales aéreas (v) Elaboración de cartografía base y construcción de u	UNIÓN TEMPORAL M-I	5.246.651.499
<b>2013-C-0081</b>	EL CONSULTOR se compromete a realizar un diagnóstico de los instrumentos de planeación territorial y ambiental tales como planes departamentales, los planes de ordenamiento territorial, los planes de desarrollo, los planes municipales y departamentales de gestión del riesgo y los planes de gestión de las autoridades ambientales de los 11 municipios y de los cuatro departamentos del núcleo de la región de La Mojana, que permita armonizarlos con el Plan de Acción para la Intervención Integral sobr	GEOGRAFÍA URBANA	742.510.000

<b>2013-C-0126</b>	EL CONTRATISTA se compromete a proveer los recursos físicos necesarios para el desarrollo de las actividades de los profesionales encargados de desarrollar la modelación hidrodinámica de la región de La Mojana, de tal manera que se garantice que sus resultados brinden los insumos requeridos para poner en marcha el Plan de Acción de intervenciones en el marco de la evaluación de la amenaza y el riesgo para 11 municipios de la región	GESTION COMERCIAL S.A.S	397.573.064
<b>2013-C-0138</b>	EL CONTRATISTA se compromete a proveer, instalar y poner en operación los elementos tecnológicos para la modelación hidrodinámica de la región de La Mojana, de tal manera que esta plataforma sirva de apoyo técnico en la evaluación de la amenaza y el riesgo para los 11 municipios de la región de La Mojana, permitiéndole a EL FONDO poner en marcha el Plan de Acción de intervenciones así como la primera iniciativa de modelación del Centro Nacional de Modelación	COMPUTADORES SOLUCIONES CAD LTDA	Y 679.457.081
<b>2013-C-0141</b>	EL CONTRATISTA se compromete a realizar la gestión administrativa, financiera y logística del Convenio de Asociación N°012 de 2013, que incluye la supervisión legal, administrativa y financiera del equipo de modeladores y la supervisión integral del auxiliar administrativo	JULIA ENITH HERNANDEZ CARDENAS	10.000.000
<b>2013-C-0142</b>	EL CONTRATISTA se compromete a apoyar al Jefe Administrativo en la realización de la gestión administrativa, financiera y logística del Convenio Asociación N°012 de 2013	JOSE VICENTE ROMERO	48.623.333
<b>2013-C-0143</b>	EL CONSULTOR se compromete a dirigir, coordinar y articular el Equipo de Modelación y ejercer la supervisión técnica de los contratos del Equipo de Modeladores	NELSON OBREGON NEIRA	417.377.793
<b>2013-C-0144</b>	EL CONSULTOR se compromete a recopilar y analizar la información meteorológica y climatológica disponible y generar a partir de ella un modelo climatológico para la zona que contribuya a la modelación hidrodinámica y a la obtención de los productos del Convenio de Asociación N°012 de 2013	ANGELA TATIANA RODRIGUEZ TOVAR	117.312.000
<b>2013-C-0146</b>	EL CONSULTOR se compromete a desarrollar la modelación hidrodinámica revisando, articulando y validando los insumos que durante la ejecución de los	MIGUEL ANGEL VANEGAS RAMOS	143.000.000

contratos genere el Equipo Modelador, conforme a los productos establecidos en el Convenio de Asociación N°012 de 2013

<b>2013-C-0148</b>	EL CONSULTOR se compromete a estructurar una única base de datos geográfica con el fin de incorporarla a la modelación hidrodinámica de manera que contribuyan a la obtención de los productos del Convenio de Asociación N°012 de 2013	JOSE EDILBERTO SANCHEZ LOZANO	258.007.675
<b>2013-C-0155</b>	EL CONSULTOR se compromete a realizar la modelación hidrodinámica revisando, articulando y validando los insumos durante los contratos en ejecución del equipo modelador conforme a los productos establecidos en el Convenio de asociación 012 de 2013	CRISTIAN GILBERTO PLAZAS ROMERO	311.203.153
<b>2013-C-0157</b>	EL CONSULTOR se compromete a desarrollar un análisis geológico y geomorfológico del sistema de drenaje Cauca-San Jorge y su interacción con el río Magdalena que incluya que contribuya a la modelación hidrodinámica y obtención de los productos del Convenio de Asociación N°012 de 2013	CARLOS GUILLERMO MARTÍN NOVOA	167.600.000
<b>2013-C-0158</b>	EL CONSULTOR se compromete a definir los parámetros de análisis del comportamiento hidrológico de la cuenca de la región de La Mojana como respuesta a las variables meteorológicas que caracterizan el clima de la zona, conforme a los productos establecidos en el Convenio de Asociación N°012 de 2013	JAIME ANDRES MORENO MIRANDA	284.093.397
<b>2013-C-0166</b>	EL CONSULTOR se compromete a definir los parámetros de análisis del comportamiento hidrológico de la cuenca de la región de La Mojana como respuesta a las variables meteorológicas que caracterizan el clima de la zona, conforme a los productos establecidos en el Convenio de Asociación N°012 de 2013	MARINELA DEL CARMEN VALENCIA GIRALDO	173.777.333
<b>2013-C-0172</b>	LA CONTRATISTA se compromete a prestar asesoría y apoyo jurídico a la Subgerencia de Gestión del Riesgo del Fondo y a la Coordinación Técnica en la estructuración de los procesos contractuales, en los contratos celebrados, y en los demás proyectos necesarios para la formulación e implementación del Plan de Acción de La Mojana	MONICA ANDREA LINARES GIRALDO	311.508.003

<b>2013-C-0173</b>	El consultor se compromete a desarrollar la modelación hidrodinámica revisando, articulando y validando los insumos que durante la ejecución de los contratos genere el Equipo Modelador, conforme a los productos establecidos en el Convenio de Asociación N°012 de 2013.	JUAN PABLO MACIAS ACEVEDO	297.046.299
<b>2013-C-0175</b>	EL CONSULTOR se compromete a desarrollar el análisis de las dinámicas hidráulicas del sistema de drenaje incluido en el área de estudio teniendo en cuenta las estructuras hidráulicas existentes y las propuestas, así como la incorporación de estas dinámicas en la modelación hidrodinámica de la región de La Mojana, de tal manera que estas variables contribuyan a la obtención de los productos establecidos en el Convenio de Asociación N°012 de 2013	MIGUEL ANGEL HERNANDEZ	220.896.346
<b>2013-C-0201</b>	El CONTRATISTA se compromete con EL FONDO, a prestar el servicio de transporte aéreo para realizar un sobrevuelo sobre la región de La Mojana en desarrollo del Convenio de Asociación No. 012 de 2013, como parte del análisis de las variables hidráulicas en el terreno en el marco de la modelación hidrodinámica bidimensional	DIEGO ALBERTO VELASQUEZ	22.330.000
<b>2013-C-0240</b>	EL CONTRATISTA se compromete a realizar la gestión administrativa, financiera y logística del Convenio de Asociación N°012 de 2013, que incluye la supervisión legal, administrativa y financiera del equipo de modeladores y la supervisión integral del auxiliar administrativo	CARLOS ANDRÉS SALAZAR CAMPO	70.000.000
<b>2013-C-0244</b>	El consultor se compromete a prestar la asistencia técnica al equipo modelador contratado por el FONDO para realizar la modelación hidrodinámica en la región de la Mojana	STICHTING DELTARES	1.000.000.000
<b>2013-C-0286</b>	EL CONSULTOR se compromete a recopilar, analizar y desarrollar una caracterización hidrogeológica conceptual de la región, que comprenda un análisis de las interacciones de los cuerpos de agua superficial y subsuperficial de tal manera que estas variables contribuyan a la obtención de los productos establecidos en el Convenio de Asociación N°012 de 2013	HIDROCERON LTDA	161.266.556
<b>2013-C-0287</b>	EL CONSULTOR se compromete a realizar el diagnóstico predial y de tenencia de la tierra para once (11) municipios de la región de la Mojana, así como una	EVOLUTION SERVICES & CONSULTING S.A.S	1.801.128.984

actualización de los valores comerciales de los predios con las zonas geoeconómicas en esos municipios

<b>2013-CV-0012</b>	Aportar los recursos humanos, físicos y financieros en el marco de las competencias de cada Entidad, para evaluar la amenaza y el riesgo para 11 municipios de la región de la Mojana, que le permitirá al FA poner en marcha el plan de acción de las intervenciones así como la primera iniciativa de modelación del centro nacional de modelación.	MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Y OTROS		
<b>2014-C-0003</b>	EL CONSULTOR se compromete a recopilar y analizar la información disponible sobre calidad de agua y de servicios ecosistémicos de humedales, con el fin de incorporarlos a la modelación hidrodinámica de tal manera que contribuyan a la obtención de los productos establecidos en el Convenio de Asociación N°012 de 2013	LEONARDO JARAMILLO	GARCIA	184.985.747
<b>2014-C-0016</b>	EL CONSULTOR se compromete a realizar las siguientes actividades: i) seguimiento y acompañamiento al FONDO y a su equipo técnico y de modelación para La Mojana, en la identificación de alternativas de intervención para la reducción del riesgo de inundación; ii) realizar la modelación de vulnerabilidad de inundación y la modelación probabilística del riesgo para caracterización de pérdidas, en situación	OMAR DARIO ARBOLEDA	CARDONA	3.312.960.000
<b>2014-C-0037</b>	El CONTRATISTA se compromete a prestar el servicio de transporte aéreo para la realización de un sobrevuelo sobre la región de La Mojana como parte del análisis de las variables hidráulicas en el terreno en desarrollo de la modelación hidrodinámica bidimensional, en el marco del Convenio de Asociación No. 012 de 2013	DIEGO ALBERTO VELASQUEZ		31.262.000
<b>2014-C-0045</b>	EL CONTRATISTA se compromete a realizar la construcción de las obras complementarias en el reasentamiento definitivo de San José de Doña Ana ¿ municipio de San Benito Abad ¿ Departamento de Sucre	JOSE LIBARDO DIAZ	HOLGUIN	7.244.830.938

<b>2014-C-0046</b>	EL INTERVENTOR se compromete con EL FONDO a realizar la interventoría Integral a la construcción de las obras complementarias en el reasentamiento definitivo de San José de Doña Ana ¿ Municipio de San Benito Abad ¿ Departamento de Sucre	JUAN AMAURY SANCHEZ	644.604.728
<b>2014-C-0131</b>	EL CONSULTOR se compromete a generar un modelo digital de terreno continuo para la modelación hidrodinámica de 1.100 000 hectáreas en la región de La Mojana	UNION TEMPORAL DTM LA MOJANA 2014	6.874.244.540
<b>2014-C-0192</b>	LA CONTRATISTA se compromete a prestar asistencia técnica para la gestión, análisis, consolidación e integración de la información espacial de las intervenciones del Fondo, de conformidad con los estudios previos y los documentos que los conforman, los cuales, junto con la propuesta de LA CONTRATISTA forman parte integral de este contrato y prevalecen, para todos los efectos, sobre esta última.	GIOVANNA PORTILLO MERCEDES	1.221.817
<b>2014-C-0200</b>	El CONSULTOR se compromete a realizar la evaluación geotécnica y estructural de 28 obras de protección hidráulica localizadas en los once (11) municipios que conforman el núcleo de la región de la Mojana, que permita obtener un diagnóstico detallado de las condiciones actuales de las citadas estructuras para: (i) conocer su vida útil remanente, (ii) su capacidad de regulación hídrica en su estado actual, (iii) el tipo y el costo de las intervenciones requeridas a nivel de diseño básico, tanto pa	SUELOS INGENIERIA SAS	2.734.719.994
<b>2014-C-0202</b>	EL CONTRATISTA se compromete a socializar, comunicar y divulgar con actores institucionales y gremiales, el objetivo y alcance del Plan de Acción para La Mojana y su estado de avance a partir de la información suministrada por el Fondo a través de la Subgerencia de Regiones y la Coordinación Técnica para La Mojana.	CARLOS MARTINEZ S. EDUARDO	202.016.642

<b>2014-C-0211</b>	EL INTERVENTOR se compromete realizar la interventoría integral que incluye pero no se limita a la interventoría técnica, administrativa, financiera, ambiental y de seguridad el contrato de consultoría cuyo objeto es realizar la evaluación geotécnica y estructural de 28 obras de protección hidráulica localizadas en los once (11) municipios que conforman el núcleo de la región de La Mojana, que permita obtener un diagnóstico detallado de las condiciones actuales de las citadas estructuras para	INGENIERIA Y GEOTECNIA Y RIESGOS LTDA - INGERCIVIL	243.424.878
<b>2014-C-0213</b>	LA CONTRATISTA se compromete a realizar la gestión administrativa, financiera y logística del Convenio de Asociación 012 de 2013, la gestión administrativa, financiera y logística de la Coordinación Técnica de La Mojana y realizar la supervisión y seguimiento de aquellos contratos que se le asignen en desarrollo de la formulación del plan de acción para la prevención del riesgo de inundación en La Mojana	ADRIANA PAOLA LONDOÑO QUINTERO	117.597.452
<b>2014-C-0215</b>	Transferir al IDEAM a título de donación los activos a los que hace referencia el Anexo No.2 del presente contrato, lo anterior en el marco de las de las finalidades y compromisos adquiridos en virtud del convenio de Asociación 012 de 2013.	IDEAM	
<b>2014-C-0235</b>	El contratista se compromete a proveer, instalar y asegurar la actualización de las licencias del software necesario para desarrollar la modelación hidrodinámica de la región de La Mojana que incluye ArcGIS con sus respectivas extensiones 3D Analyst, Data Interoperability y Spatial Analyst.	ESRI COLOMBIA	18.735.859
<b>2014-C-0280</b>	EL CONSULTOR se compromete a realizar la consultoría para la implementación de las estrategias de prospectiva social requeridas durante la etapa de estructuración del plan de acción para la intervención integral en La Mojana con el propósito de involucrar a los actores locales en el proceso de diseño de alternativas que articulen el componente social dentro de los temas ambientales y técnicos, en el marco de una gobernanza del agua para la región.	FUNDACION AMBIENTAL HERENCIA CARIBE	1.015.442.838

<b>2014-C-0299</b>	EL CONSULTOR se compromete realizar la consultoría para implementar en la comunidad del corregimiento de Doña Ana (Sucre) un modelo metodológico y técnico que permita desarrollar actividades que generen nuevos ingresos a través de soluciones de empleabilidad y emprendimiento para mínimo 90 de las familias involucradas en el proyecto.	EMPRENDE YA SAS	477.350.319
<b>2014-C-0299-14-56042</b>	CONSTITUCION DE UN PATRIMONIO AUTÓNOMO DE ADMINISTRACIÓN Y PAGOS, CON LOS ACTIVOS TRANSFERIDOS POR EL FONDO ADAPTACIÓN DERIVADOS DEL CONTRATO 299/2014, CELEBRADO ENTRE EL FIDEICOMITENTE Y EL FONDO ADAPTACIÓN CONSISTENTES EN RECURSOS LÍQUIDOS CON EL FIN DE EFECTUAR EN CALIDAD DE VOCERA Y ADMINISTRADORA DEL PATRIMONIO AUTÓNOMO LOS PAGOS QUE SE REQUIERAN EN FAVOR DE LOS BENEFICIARIOS DE PAGOS SEÑALADOS POR EL FIDEICOMITENTE Y PREVIAMENTE APROBADO POR EL FONDO ADAPTACIÓN EN LOS VALORES QUE SE INDIQU	EMPRENDE YA SAS	406.569.668
<b>2014-C-0301</b>	EL CONTRATISTA se compromete a proveer, instalar y asegurar la actualización de las licencias del software necesario para desarrollar la modelación hidrodinámica de la región de La Mojana que incluye Autodesk infrastructure Design Suite Premium 2014, LiDAR MARS Versión 7, PCI Geomática Core 2013 Versión Offline Full y el Antivirus ESET NOD32.	CS CAD LTDA	28.489.600
<b>2014-CV-0005</b>	EL IDEAM se compromete con EL FONDO a desarrollar sobre las estaciones hidrológicas del IDEAM, ubicadas en los 11 municipios que integran el núcleo de La Mojana, las actividades de georreferenciación, nivelación y complementarias que permitan garantizar que la precisión de los datos obtenidos en dichas estaciones corresponde con la precisión de la red geodésica levantada en desarrollo del contrato N°045 de 2013 celebrado por el FONDO	IDEAM	153.002.724

<b>2014-CV-0042</b>	LA PASTORAL se compromete a realizar el acompañamiento social a los proyectos que ejecuta el Fondo Adaptación en la zona de influencia de la Región de la Mojana: 11 Municipios de los departamentos de Bolívar (Magangue, Achí y San Jacinto del Cauca), Sucre (San Benito Abad, Caimito, San Marcos, Sucre-Sucre, Majagual y Guaranda), Córdoba (Ayapel) y Antioquia (Nechí), de acuerdo con los lineamientos dados por el Fondo.	SECRETARIADO DIOCESANO DE PASTORIAL SOCIAL DE MAGANGUÉ	5.117.094.480
<b>2015-C-0018</b>	EL CONTRATISTA se compromete a prestar los servicios profesionales y de apoyo a la gestión administrativa y logística de las actividades de los profesionales que integran el equipo de modelación de la amenaza de inundación en La Mojana hasta la formulación de escenarios de intervención, en desarrollo de las acciones que realizan para formulación del plan de acción para la reducción del riesgo de inundación en la región.	JOSE VICENTE ROMERO	39.622.030
<b>2015-C-0036</b>	La CONTRATISTA se compromete a ejercer la supervisión, control y seguimiento a los contratos relacionados con los proyectos de Gramalote y Mojana, que le sean asignados por la Subgerencia de gestión del Riesgo.	LESLI TATIANA ARANGUREN TOVAR	93.930.189
<b>2015-C-0047</b>	EL CONTRATISTA se compromete a prestar los servicios profesionales en sistemas de información geográfica para administrar la geodatabase del Fondo Adaptación y apoyar la supervisión de convenios o contratos asignados por el sector de Jarillón de Cali de la Subgerencia de Gestión del Riesgo.	PORTILLO RODRIGUEZ GIOVANNA MERCEDES	4.030.435
<b>2015-C-0049</b>	EL CONSULTOR se compromete a elaborar el documento final de formulación del Plan de Acción para la Mojana a partir de la revisión, consolidación e integración de los diferentes productos contratados por el Fondo durante la fase de estructuración del proyecto, que contenga la priorización de intervenciones que se implementaran en la región para la reducción del riesgo de inundaciones y la adaptación al cambio climático enmarcadas en una estrategia del manejo del recurso hídrico	JOSE LEIBOVICH GOLDENBERG	256.360.000

<b>2015-C-0061</b>	LA CONTRATISTA se compromete a prestar los servicios profesionales para apoyar al consultor a cargo de la elaboración del documento final de formulación del plan de acción para La Mojana en los temas relacionados con aspectos de patrimonio cultural de la región.	PAULA KAMILA GUERRERO GARCÍA	51.918.049
<b>2015-C-0062</b>	LA CONTRATISTA se compromete a prestar los servicios profesionales para apoyar al consultor a cargo de la elaboración del documento final de formulación del plan de acción para La Mojana en los temas relacionados con análisis e interpretación de la información ambiental a partir de los productos obtenidos por el Fondo durante la fase de estructuración del plan de acción y de la información disponible sobre la región.	ANDRES RICARDO MORALES DUQUE	62.196.000
<b>2015-C-0063</b>	EL CONTRATISTA se compromete a prestar los servicios profesionales para apoyar al consultor a cargo de la elaboración del documento final de formulación del plan de acción para La Mojana en los temas relacionados desarrollo rural, desarrollo económico y ordenamiento territorial.	GUILLERMO LLINAS ROCHA	85.554.540
<b>2015-C-0065</b>	LA CONTRATISTA se compromete a prestar los servicios profesionales para apoyar al consultor a cargo de la elaboración del documento final de formulación del plan de acción para La Mojana en los temas relacionados con información socio-ecológica y de prospectiva social.	MARIA FERNANDA PEREIRA SOTELO	51.918.049
<b>2015-C-0090</b>	LA CONTRATISTA se compromete a prestar los profesionales para apoyar a la Gerencia del Fondo Adaptación en la revisión, clasificación y análisis de la información existente sobre los procesos misionales de la entidad, los mecanismos para su gestión, la identificación de sus activos de conocimiento y su estrategia de comunicaciones, con el fin de obtener los insumos necesarios para definir el alcance que tendrá el proceso de gestión de conocimiento.	SIDE SOLUCIONES E IDEAS PARA EL CAMBIO S.A.S.	83.949.200

---

<b>2015-C-0160</b>	EL CONTRATISTA se compromete a prestar los servicios profesionales y de apoyo a la gestión al efectuar la estructuración administrativa y financiera de las intervenciones que se vayan identificando y aprobando por el Consejo Directivo del FONDO y que harán parte del Plan de Acción para la reducción del riesgo de inundación y la adaptación al cambio climático en La Mojana.	ELIANA ANDREA PEDRAZA SABOGAL	31.098.000
--------------------	--	----------------------------------	------------

---

## Anexo II. Fichas de proyectos

(Archivo adjunto)