

Proyecto de Restauración del Sistema Canal del Dique

FOROS EL ESPECTADOR

AVANCE DEL PROYECTO

Cartagena de Indias
12 de Agosto 2014

Índice de la presentación

1. Objetivos
2. Área del Proyecto
3. Enfoque integral
4. Avance General del Proyecto (Caracterización del Sistema)
5. Modelación matemática
6. Obras preventivas producto 1.1
 - Componente Ambiental
 - Componente Social
 - Catalogo de Alternativas y metodología de evaluación

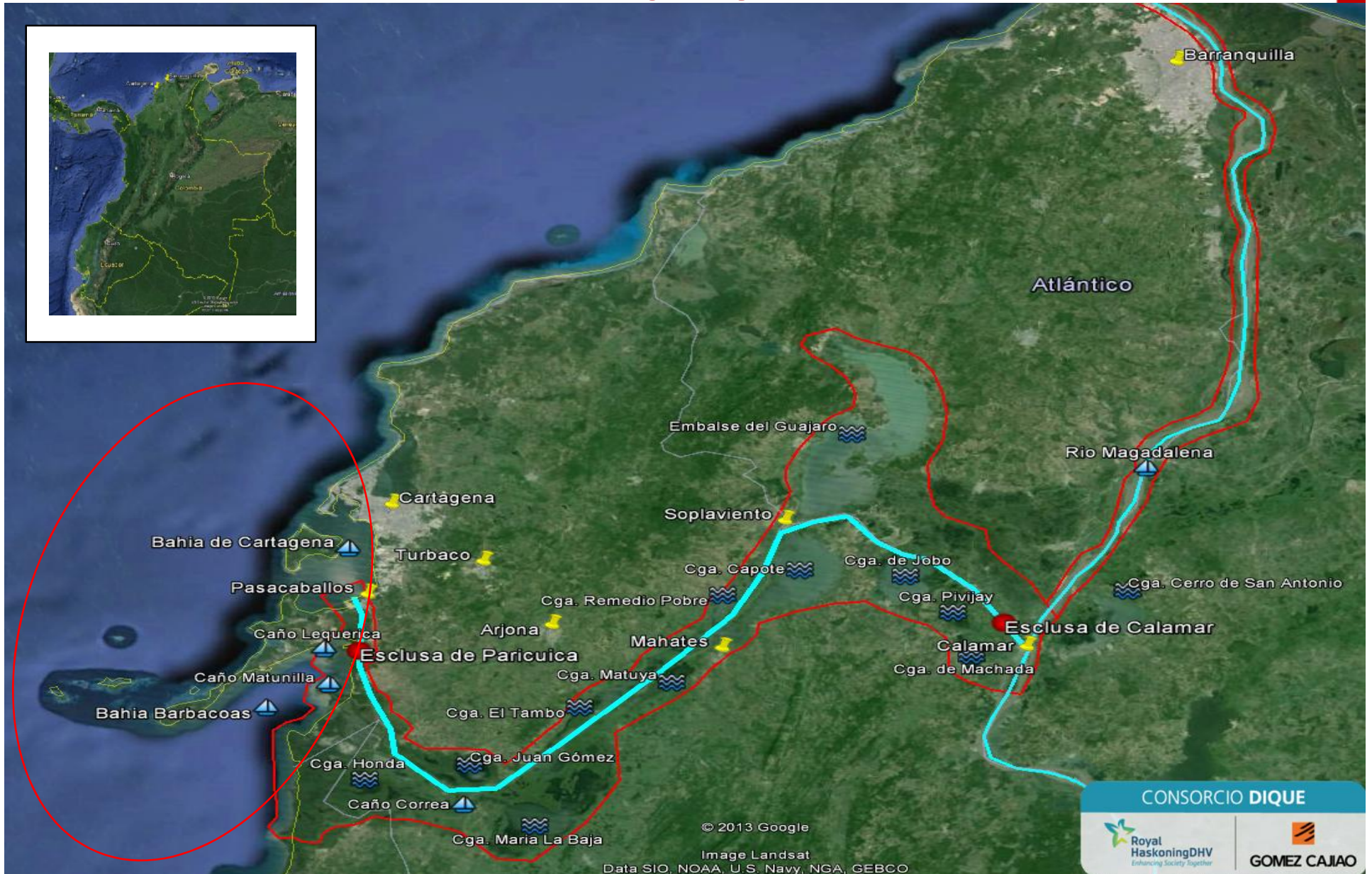
Objetivos (1)

- i. Regulación activa del ingreso de caudales al sistema del Canal del dique.
- ii. Control de tránsito de sedimentos entre el canal y las bahías de Cartagena y Barbacoas,
- iii. Control de inundaciones y control de niveles de agua en el canal,
- iv. Control de la intrusión salina,
- v. Escenarios para la adaptación al cambio climático,
- vi. Mejoramiento de las conexiones ciénaga - ciénaga y ciénaga – canal

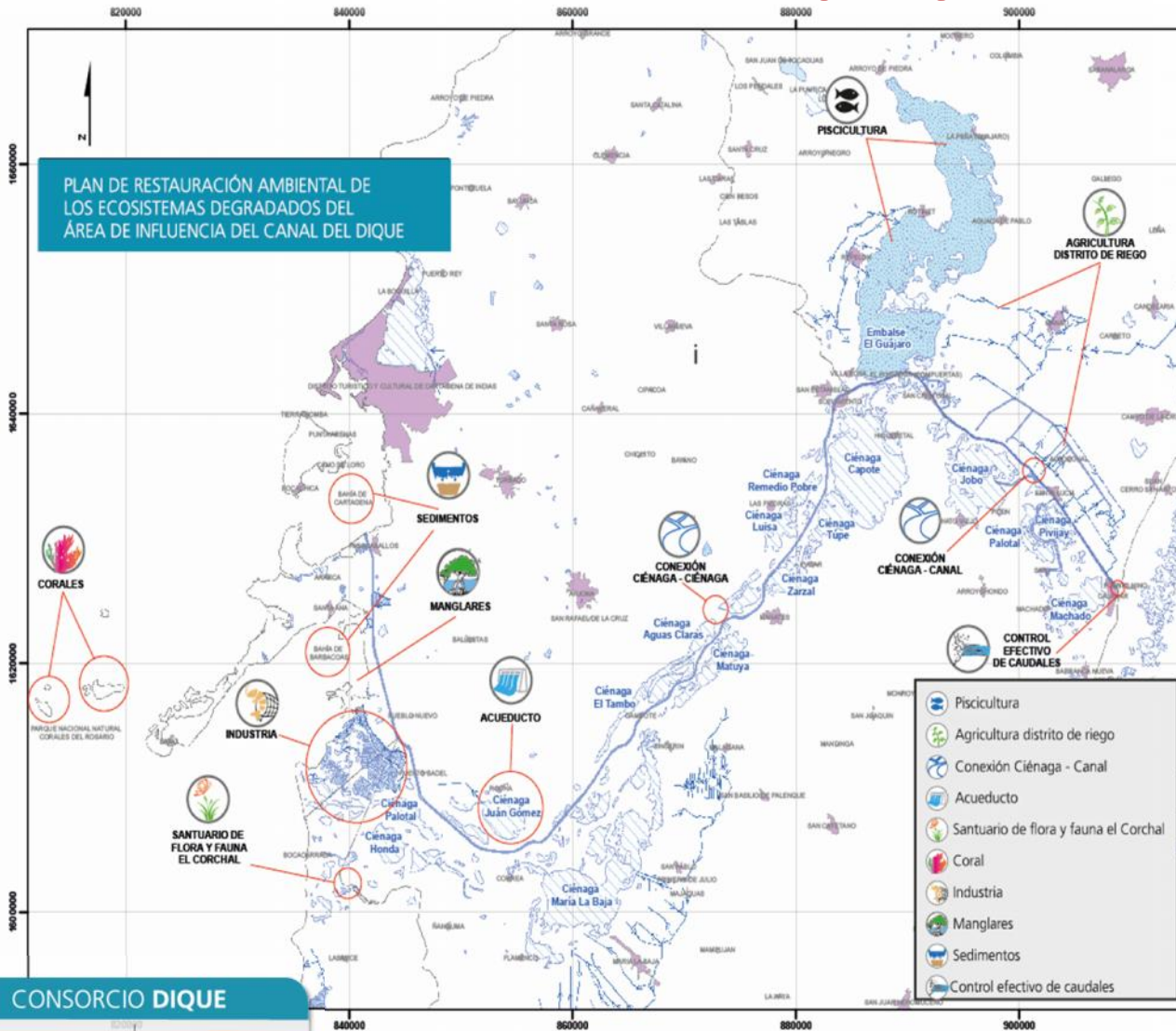
Objetivos (2)

- vi. Restauración de los ecosistemas PNNCR y San Bernardo y SFF Corchal Mono Hernandez
- vii. Restauración de rondas de ciénagas, caños y canal del dique,
- viii. Aseguramiento del recurso hídrico del canal para agua potable, riego, ganadería, pesca y otros servicios,
- ix. Optimización de la navegación fluvial,

Área de proyecto

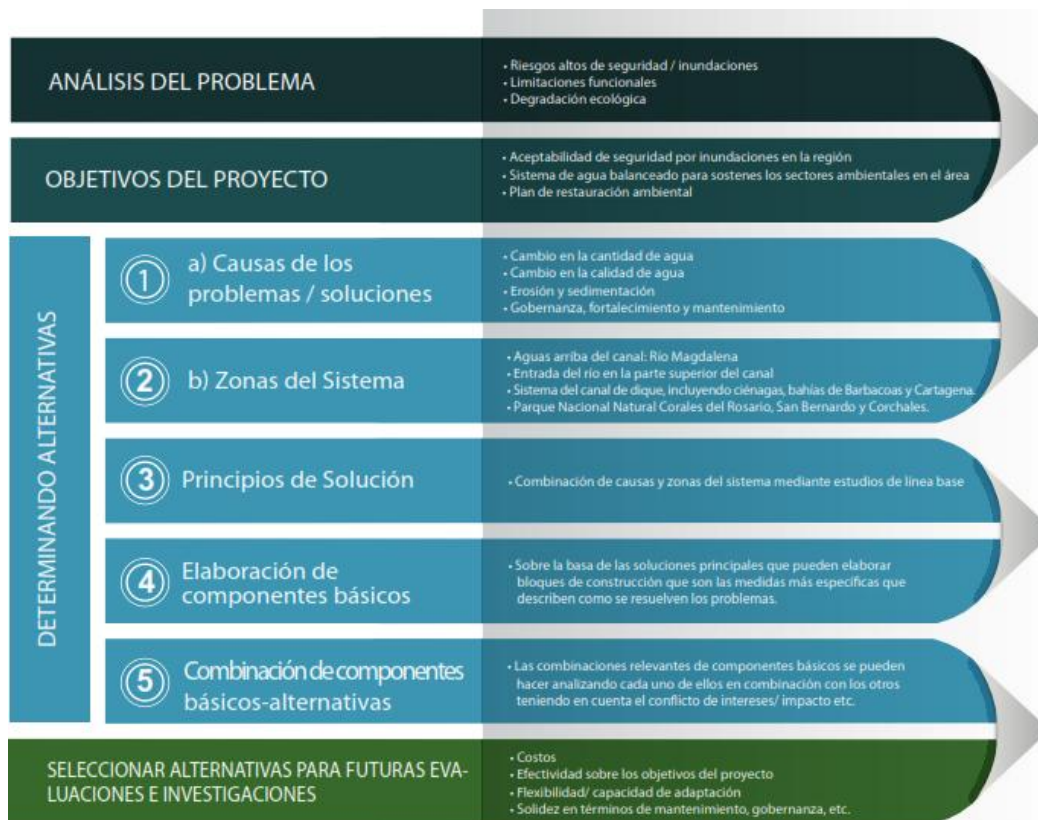


Avance del proyecto

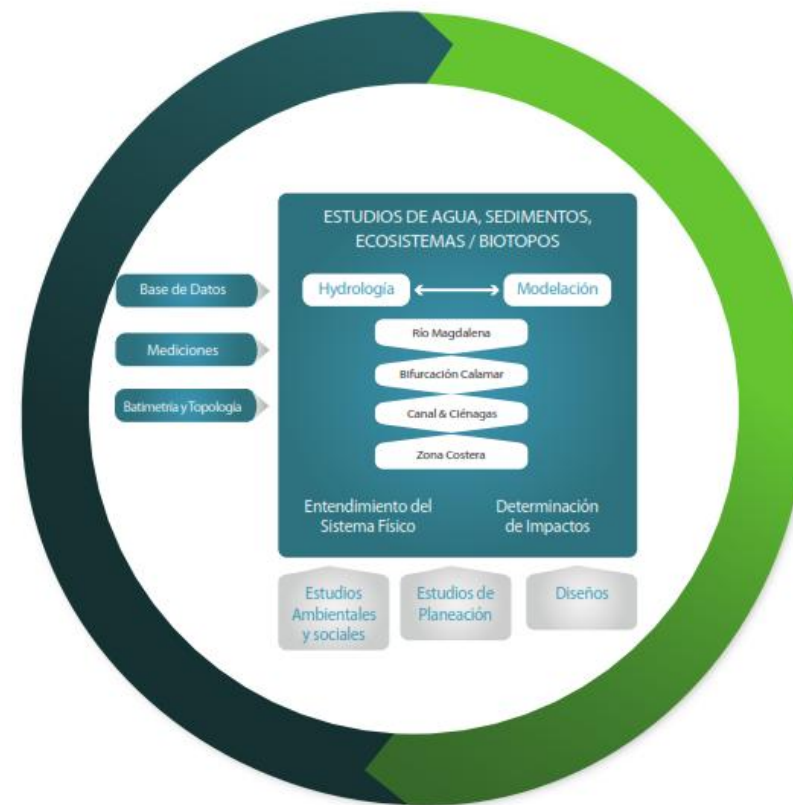


- ✓ Inicio: 12 de agosto del 2013
- ✓ Duración Total: 49 meses en 2 Fases
- ✓ Duración Fase 1 Etapas 1,2 y 3: 25 Meses
- ✓ Duración Fase 2 Etapa 4: 24 meses
- ✓ Porcentaje avance ponderado: (de las etapas 1 a 4): 28%.

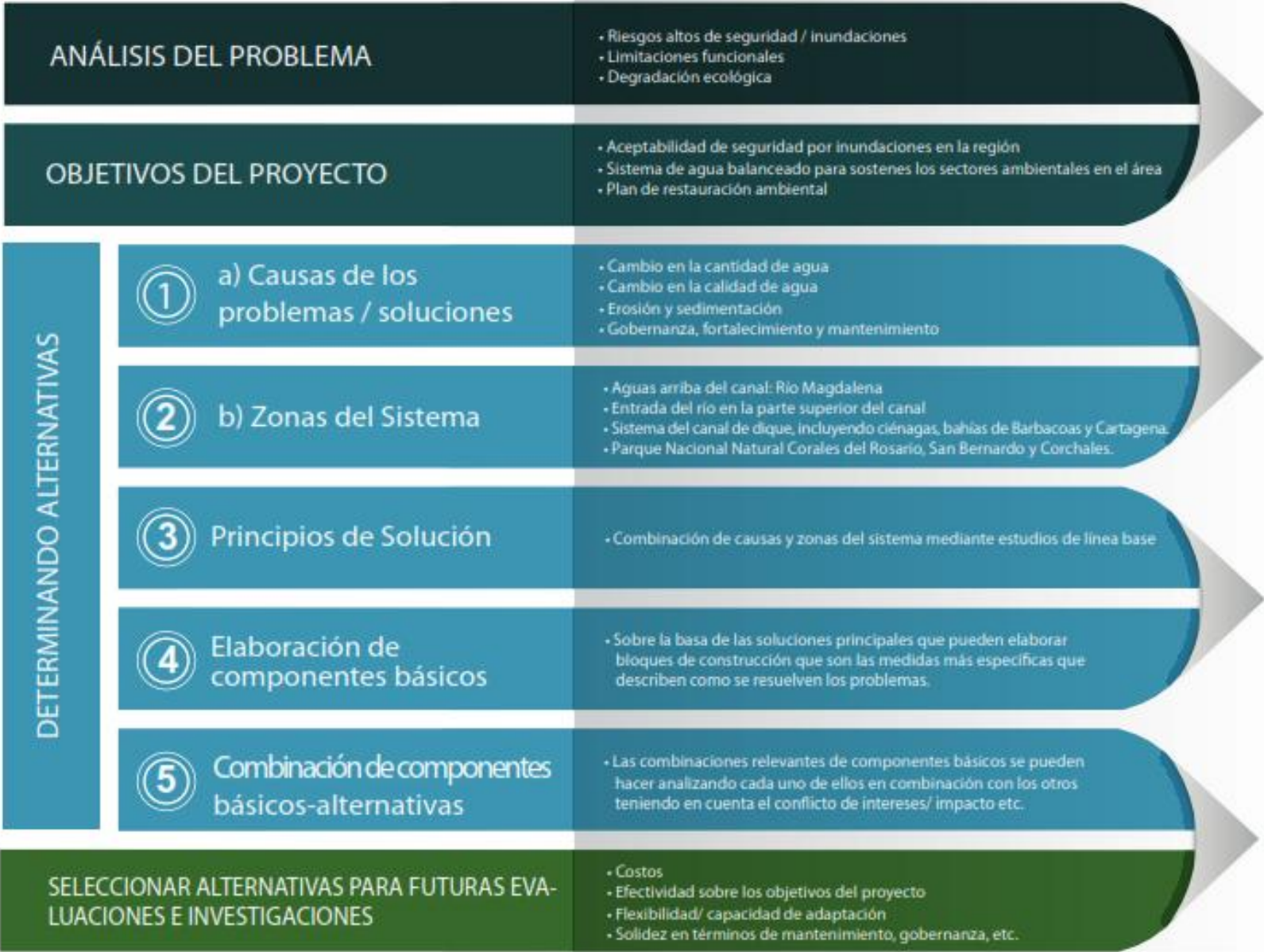
Desarrollo de soluciones con Enfoque integral



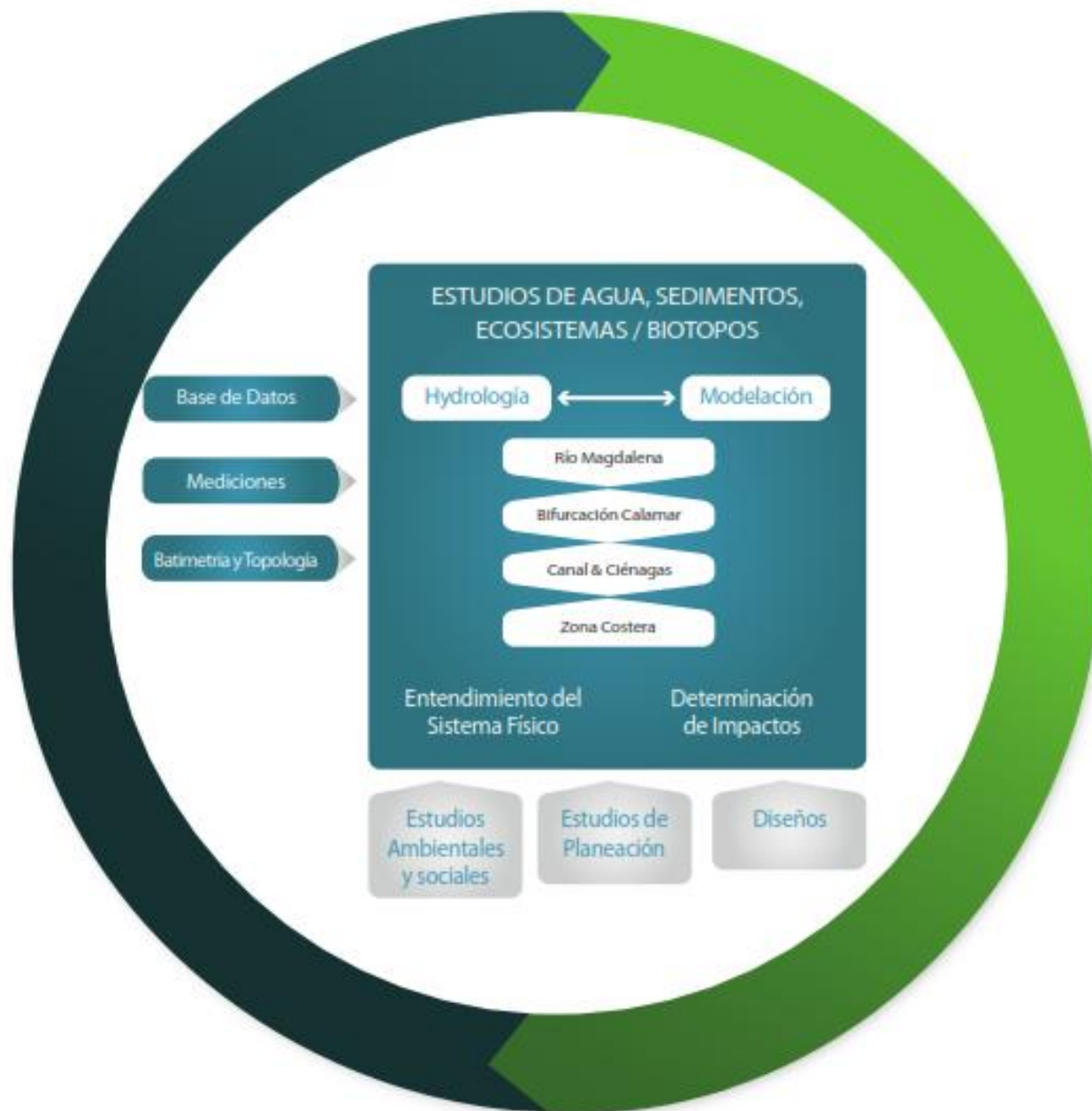
MODELACIÓN MATEMÁTICA DE ALTERNATIVAS



Desarrollo de soluciones con Enfoque integral



MODELACIÓN MATEMÁTICA DE ALTERNATIVAS



Avance de los estudios:

- ETAPA 1, PRODUCTO 0.0 OBRAS PREVENTIVAS
 - Diseño básico terminado el 12 de Diciembre 2013
- ETAPA 1, PRODUCTO 1.1 DISEÑO DETALLADO DE LAS OBRAS PREVENTIVAS Y PLIEGOS
 - En ejecución, terminada la ingeniería de detalle en Junio 2014. Pliegos para licitación terminados en Julio 2014.
 - Tramo Calamar-Santa Lucia, adjudicado a la firma Latinco SA. Contrato firmado en la primera semana de Agosto.
 - Programado finalizar actividades de Predial para empezar compra de predios en Octubre 2014.

Avance estudios básicos:

1. Topografía convencional Producto 0.0
2. Topografía aerotransportada LIDAR:
 - Área total 1930 km²
 - Red Geodésica establecida para toda el área y referenciada al sistema Magna-Sirgas del IGAC
 - Toda la información capturada, procesada y con edición de planos para impresión en escalas 1:1000 y 1:10000
 - Terminados los modelos DTM sin vegetación y DSM con vegetación.
 - Terminada la fotografía infrarroja para producir mapa diacrónicos de biotopos, Escala 1:25000

(El 12 de Mayo se recibió todo el trabajo del sub-contratista TERRA Remote Sensing Canada-Colombia)

Avance estudios básicos:

- Batimetrías:
 - Ciénagas y Caños: En total 1292 km
 - Bahía de Barbacoas: 335 km
 - Bahía de Cartagena: (Delta salida del Canal en Pasacaballos): En total 101 km

(Todo el trabajo de campo esta procesado y terminado el 30 Abril 2014)

Avance estudios básicos:

- Estudios geotécnicos iniciales:
 - Empezados en la Etapa 1, Producto 0.0 el 28 de Octubre 2013 y terminados el 12 de Diciembre 2013
- Estudios geotécnicos para diseño detallado del Producto 1.1 Obras Preventivas, iniciado el 18 de Enero 2014 con duración de 2 meses.
- Estudios geotécnicos para geología y geomorfología, 21 de Enero hasta 18 de Abril 2014

En este momento no se esta ejecutando trabajo de exploración geotécnica. Esta actividad se reiniciara una vez se apruebe por parte del Fondo Adaptación la alternativa para diseño detallado.

SECTOR	DISEÑOS BASICOS		DISEÑOS DETALLADOS	
	# PERFORACIONES	METROS PERFORADOS	# PERFORACIONES	METROS PERFORADOS
CALAMAR	10	98	5	75
CALAMAR - SAN CRISTOBAL	3	40	3	45
CALAMAR - SANTA LUCIA	13	121	31	468
EL PORVENIR - CUATRO BOCAS	4	60	4	60
EL PORVENIR - VILLA ROSA	4	42	31	465
EVITAR	2	5	6	34
GAMBOTE	5	89	0	0
GAMERO	2	29	0	0
HATO VIEJO	1	9	4	27
HIGUERETAL	1	15	4	41
LAS PIEDRAS	1	15	0	0
MACHADO	1	10	0	0
MAHATES	2	17	4	50
PILÓN	2	8	3	30
REPELÓN	1	18	0	0
SAN CRISTOBAL	9	65	5	50
SAN CRISTOBAL - SOPLAVIENTO	3	26	0	0
SAN ESTANISLAO	3	22	3	45
SAN ESTANISLAO - VILLA ROSA	2	35	0	0
SANTA LUCIA	9	76	6	61
SANTA LUCIA - EL PORVENIR	17	154	74	1106
SATO	1	14	0	0
SINCERIN	4	38	2	30
SOPLAVIENTO	10	83	2	30
VILLA ROSA	2	18	2	20
TOTAL	112	1107	189	2637
TOTAL PERFORACIONES DISEÑOS	301	TOTAL MTS PERFORADOS	3744	
GEOMORFOLOGIA	0	0	14	651
TOTAL PERFORACIONES GEOMORFOLOGÍA	14	TOTAL MTS PERFORADOS	651	

GEOTECNIA – ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYOS	CANTIDAD	
	BASICOS	DETALLADOS
Limites de Atterberg	468	1026
Peso Especifico	1	1
Peso Unitario	4	18
Humedad Natural	729	1313
Granulometría	167	646
Pasa Tamiz 200	332	505
Granulometría por Hidrómetro	2	1
Corte Directo	4	14
Compresión Inconfinada	58	46
Consolidación Lenta	0	0
Consolidación Rápida	0	0
Permeabilidad	0	0
Contenido de Materia Orgánica	1	4
TOTAL	1766	3574
TOTAL ENSAYOS	5340	

Avance estudios básicos:

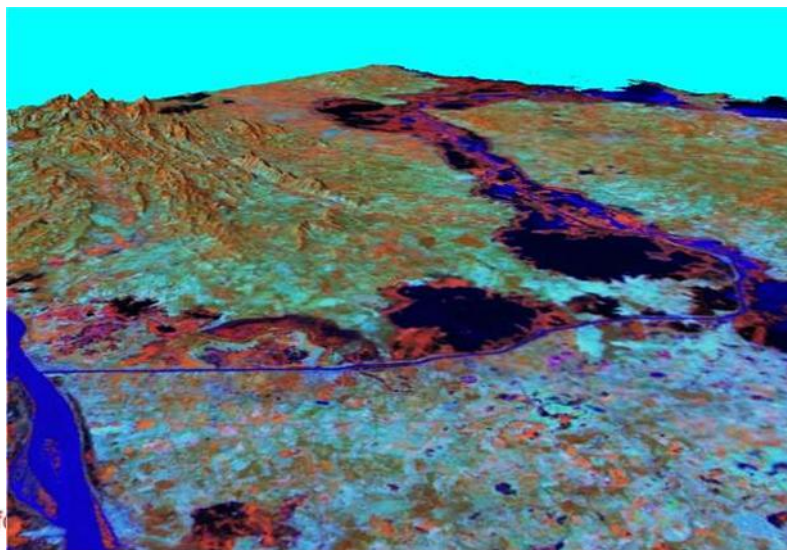
- Geología y Geomorfología:
 - El estudio se inicio en Noviembre 2013,

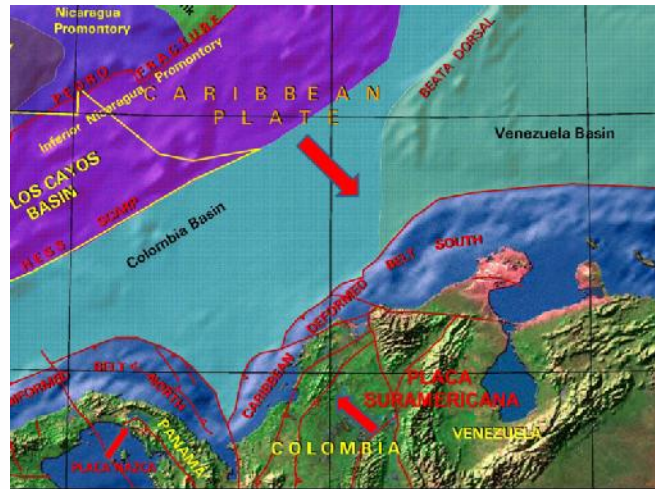
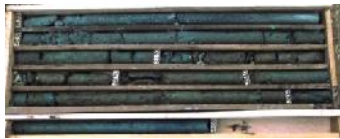
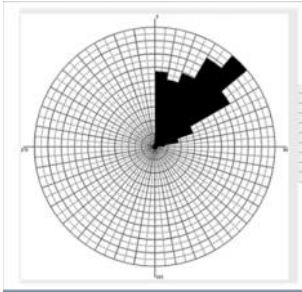
Este estudio se finalizo en Junio de 2014

SENSORES REMOTOS

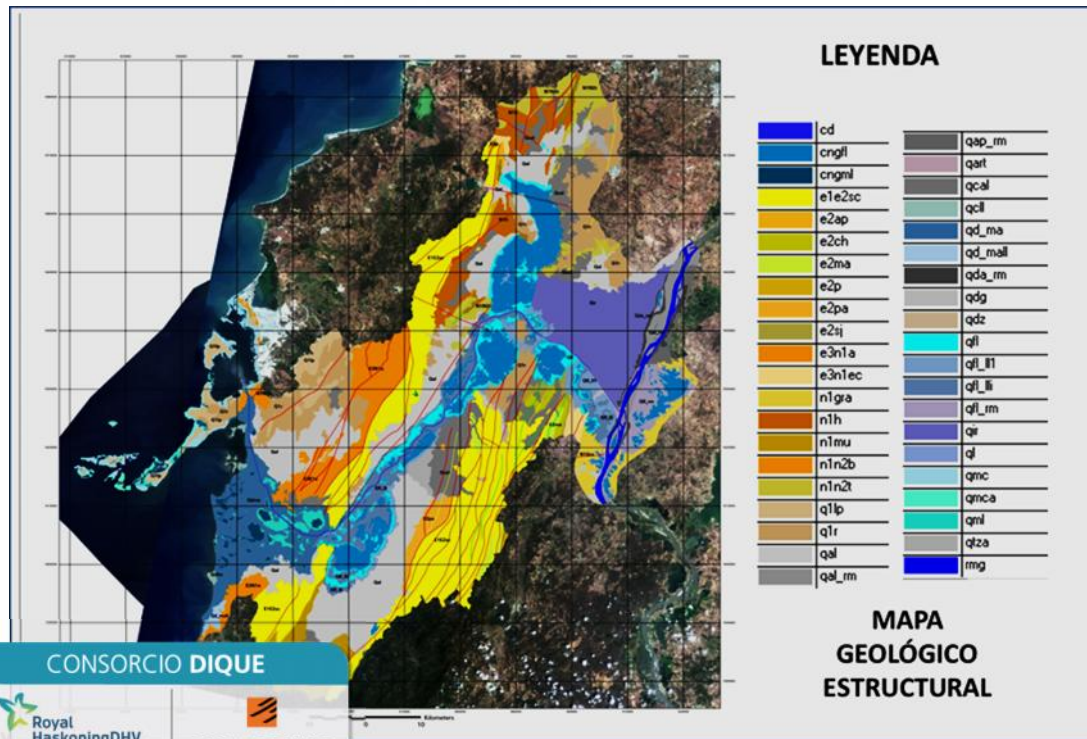


1. Identificación, selección e importación de 34 escenas Landsat MSS, TM, ETM y LDCM entre 1973 y Abril de 2014
2. Adquisición de 19 subescenas de imágenes RapidEye de 5 metros/píxel del 2013.
3. Ortofotomosaico Lidar de 30 cm/píxel
4. Modelo digital de terreno Aster – NASA
5. Modelo digital de terreno Lidar
6. Procesamiento digital de imágenes
7. Interpretación de imágenes

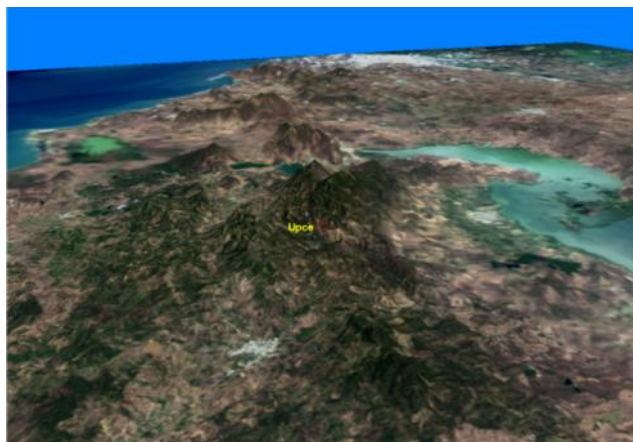




1. Compilación y análisis de información
2. Interpretación geológica estructural con sensores remotos
3. Trabajo de campo (2)
4. Tectónica regional
5. Geología del área de influencia (cuenca)
6. Geología del área inundable
7. Geología del río Magdalena
8. Geología del la zona costera
9. Geología estructural
10. Resistencia de los materiales a la erosión costera
11. Resistencia de los materiales a la erosión costera
12. Exploración del subsuelo llanura de inundación
- 14 perforaciones 50m prof.
13. Secciones litoestratigráficas (7) de la llanura de inundación
14. Análisis geoquímico por fluorescencia de Rayos X.



GEOMORFOLOGÍA

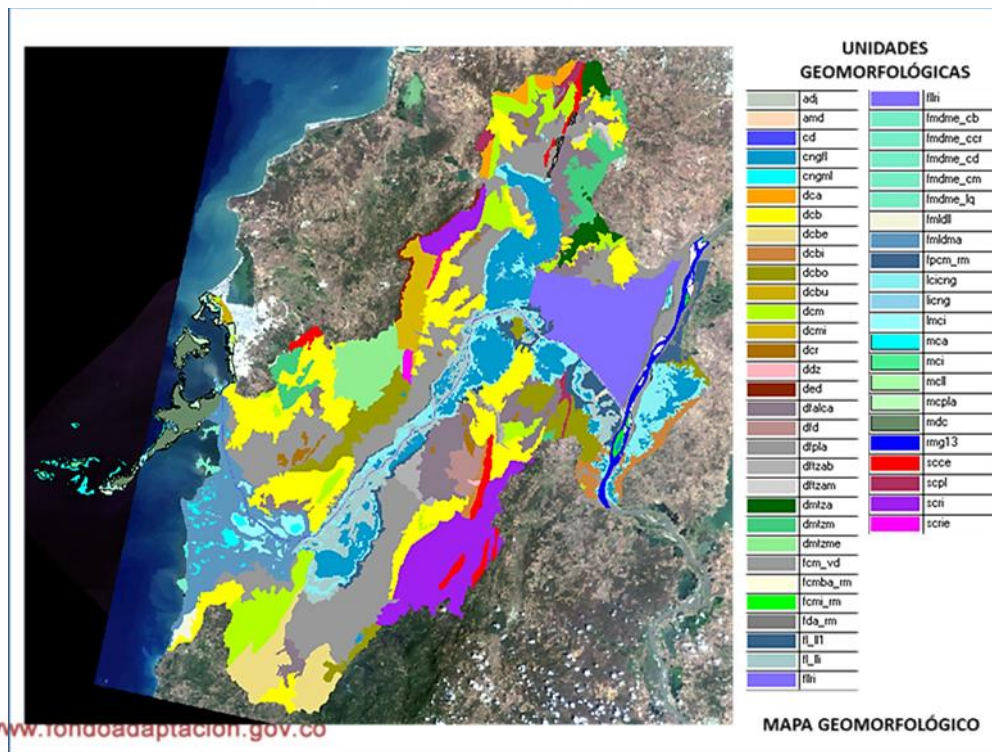


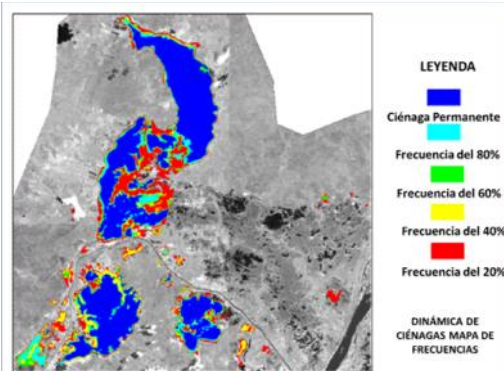
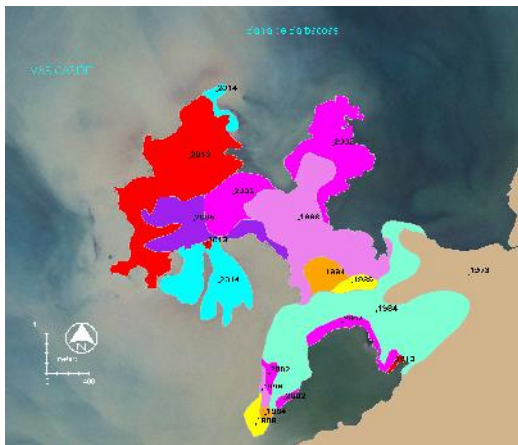
MORFOLOGÍA

1. Zonas Geo-estructurales
 2. Provincias Geomorfológicas
 3. Unidades de Paisaje
 4. Unidades Morfogenéticas
- Unidades Geomorfológicas

MORFOMETRIA

1. Altitud Relativa
2. Pendientes
3. Aspecto

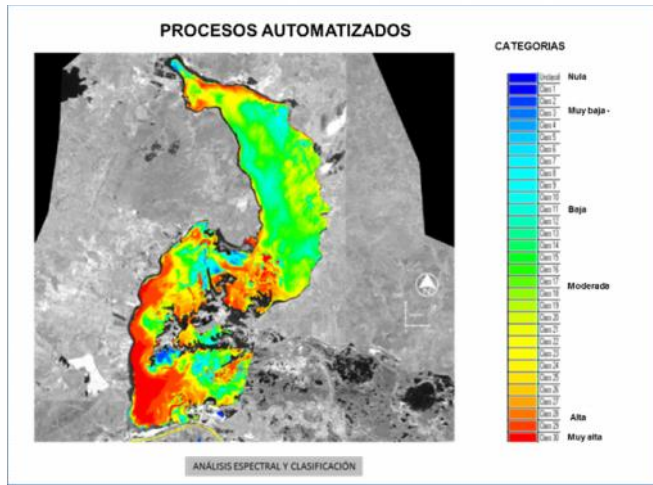




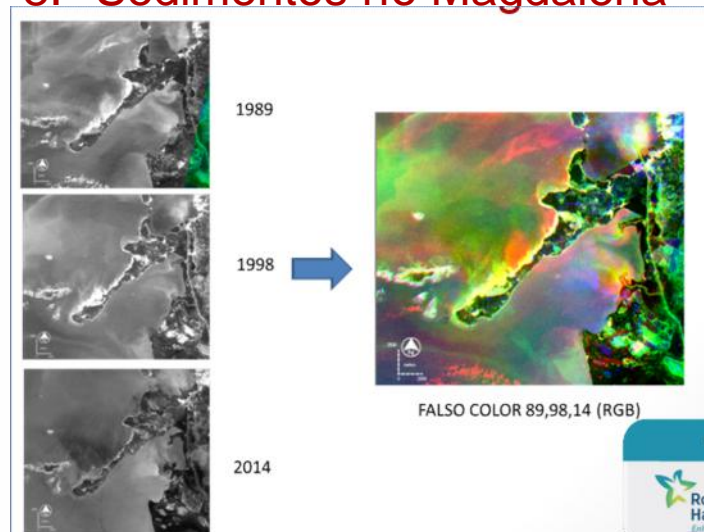
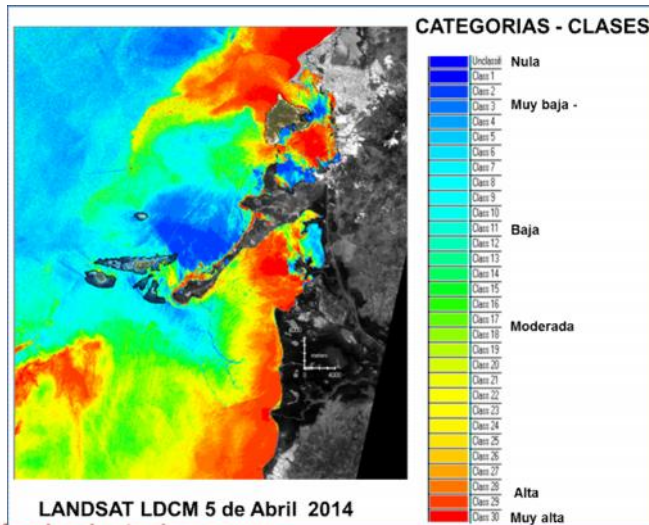
MORFODINÁMICA

1. Paleogeografía del Canal del Dique
2. Variaciones antrópicas del Canal del Dique
3. Dinámica fluvial del río Magdalena
4. Dinámica de Ciénagas
5. Dinámica de la línea de costa
6. Erosión y sedimentación de la línea de costa
7. Dinámica de la Isla de Tierra Bomba e Islas del Rosario
8. Dinámica de deltas menores

CONCENTRACIÓN RELATIVA DE SEDIMENTOS EN CUERPOS DE AGUA

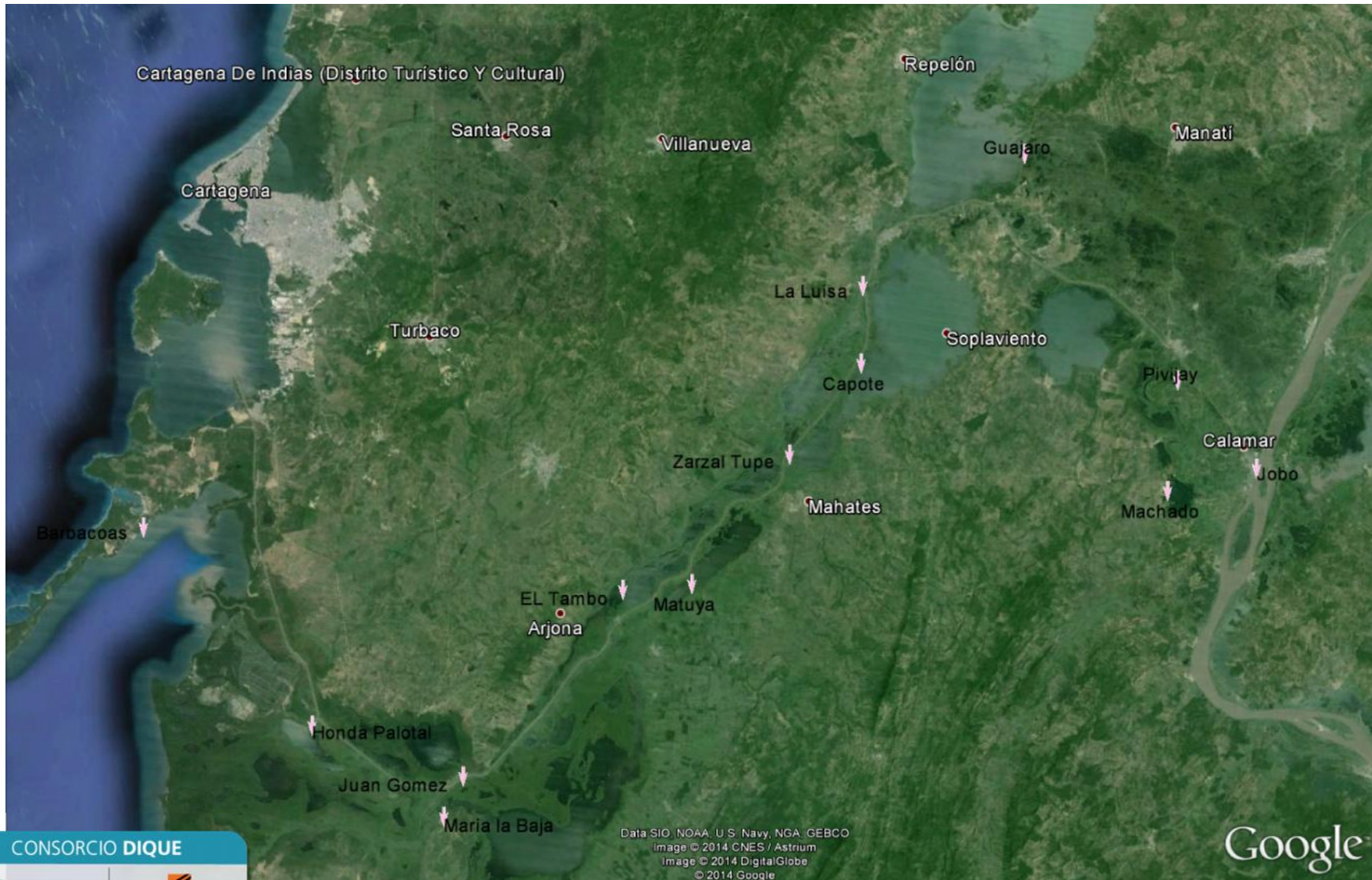


1. Modelo espectral y radiométrico
2. Control de campo
3. Sedimentos en zona costera regional
4. Sedimentos en zona costera del canal del Dique
5. Sedimentos en deltas menores
6. Sedimentos en ciénagas
7. Sedimentos Canal del Dique
8. Sedimentos río Magdalena

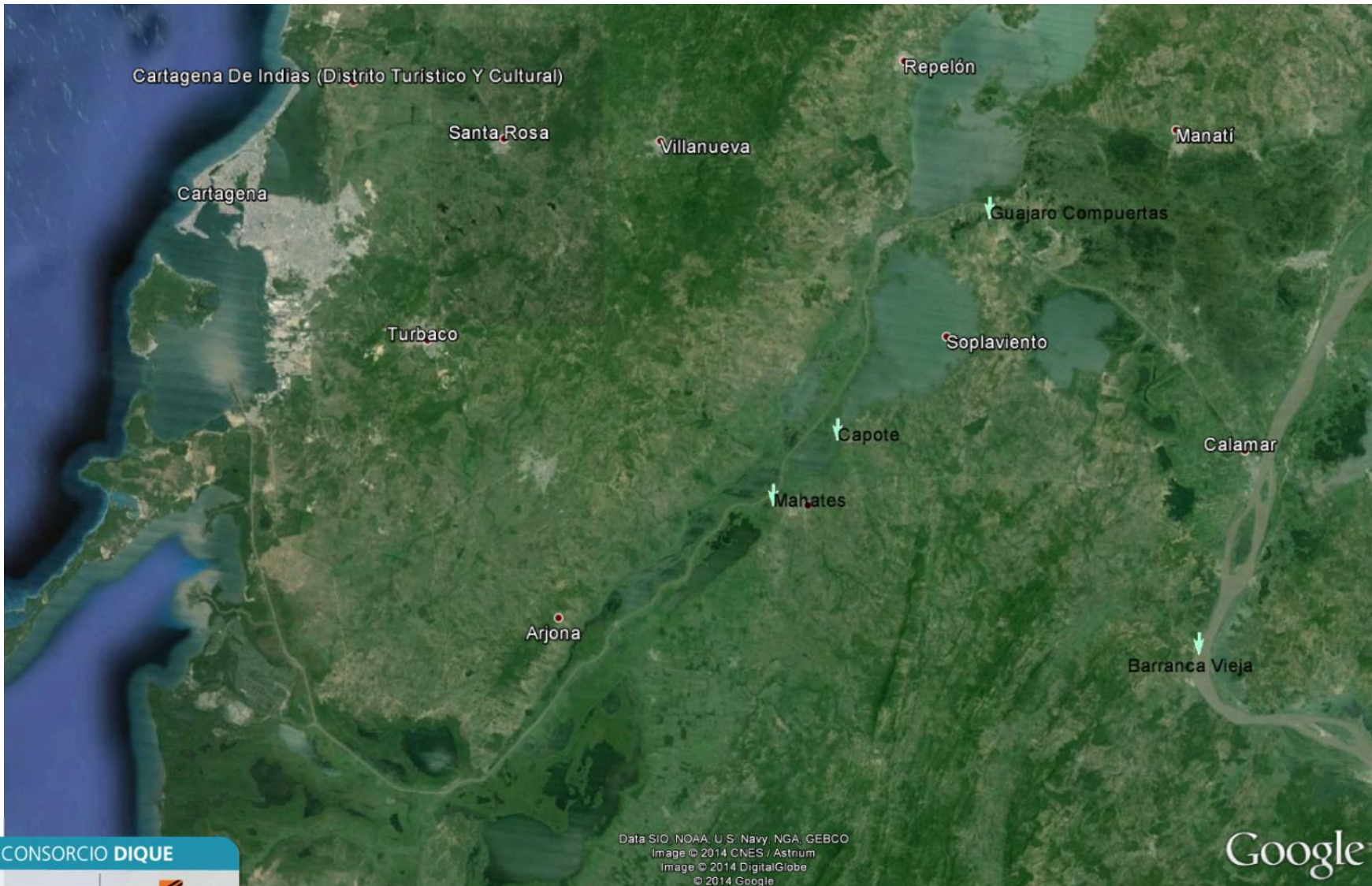


Avance estudios básicos:

- Mediciones de niveles de agua en el canal, ciénagas y bahías:
 - 13 Miras temporales en ciénagas
 - Miras existentes en Canal del Dique y río Magdalena (IDEAM)
 - Adquisición, Instalación y puesta en Operación de 16 miras permanentes de transmisión automática (radar), para Automatización del sistema y red de alerta temprana





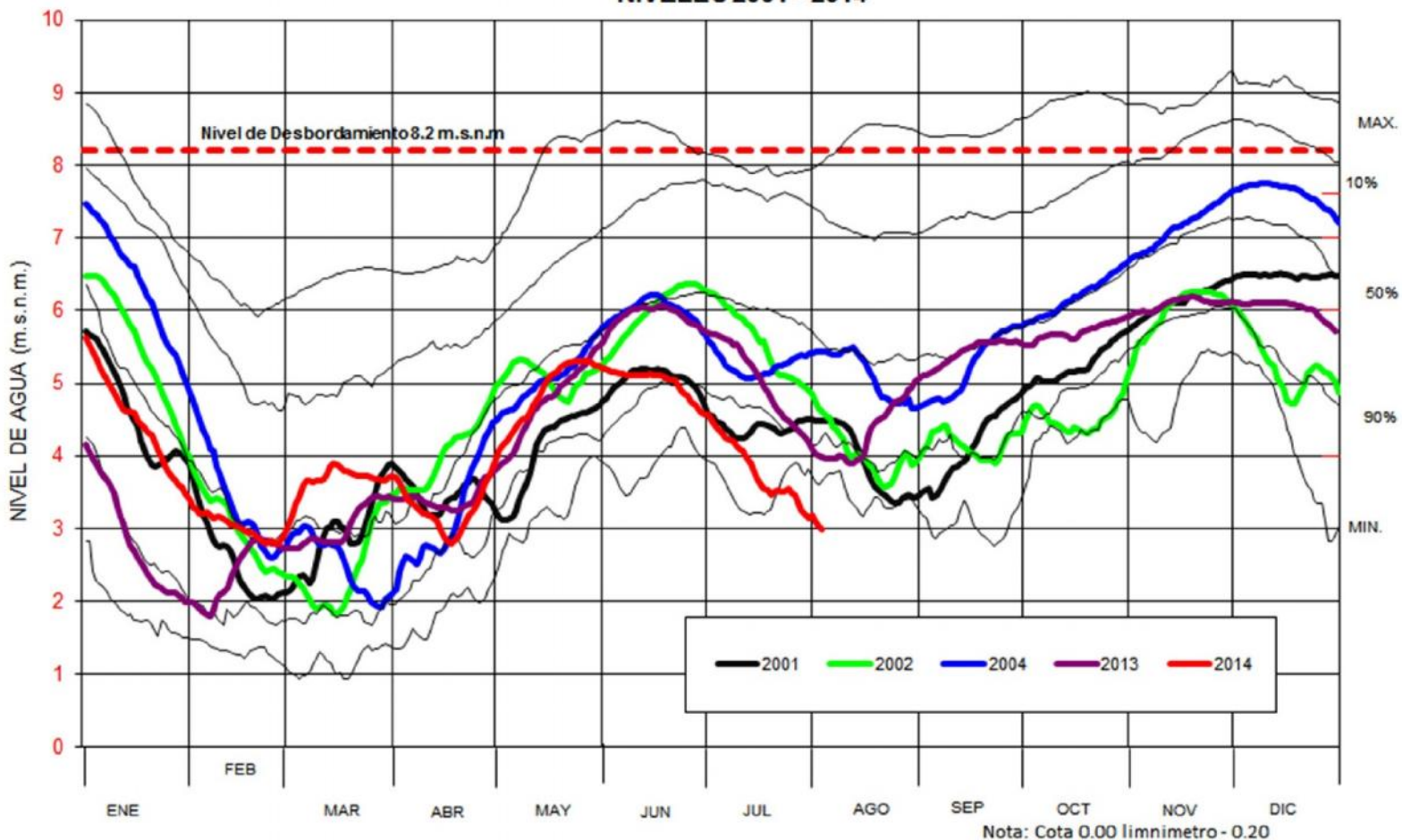


Avance estudios básicos:

- Mediciones de caudales y sedimentos en río Magdalena, Canal del Dique, Caños y Bahías de Barbacoas, Cartagena y alrededor de las islas del Rosario.
- Primera Campaña en Marzo 2014
- Segunda Campaña en Mayo 2014
- Tercera Campaña programada en la primera mitad de Julio 2014 (cancelada por niveles bajos en río Magdalena).

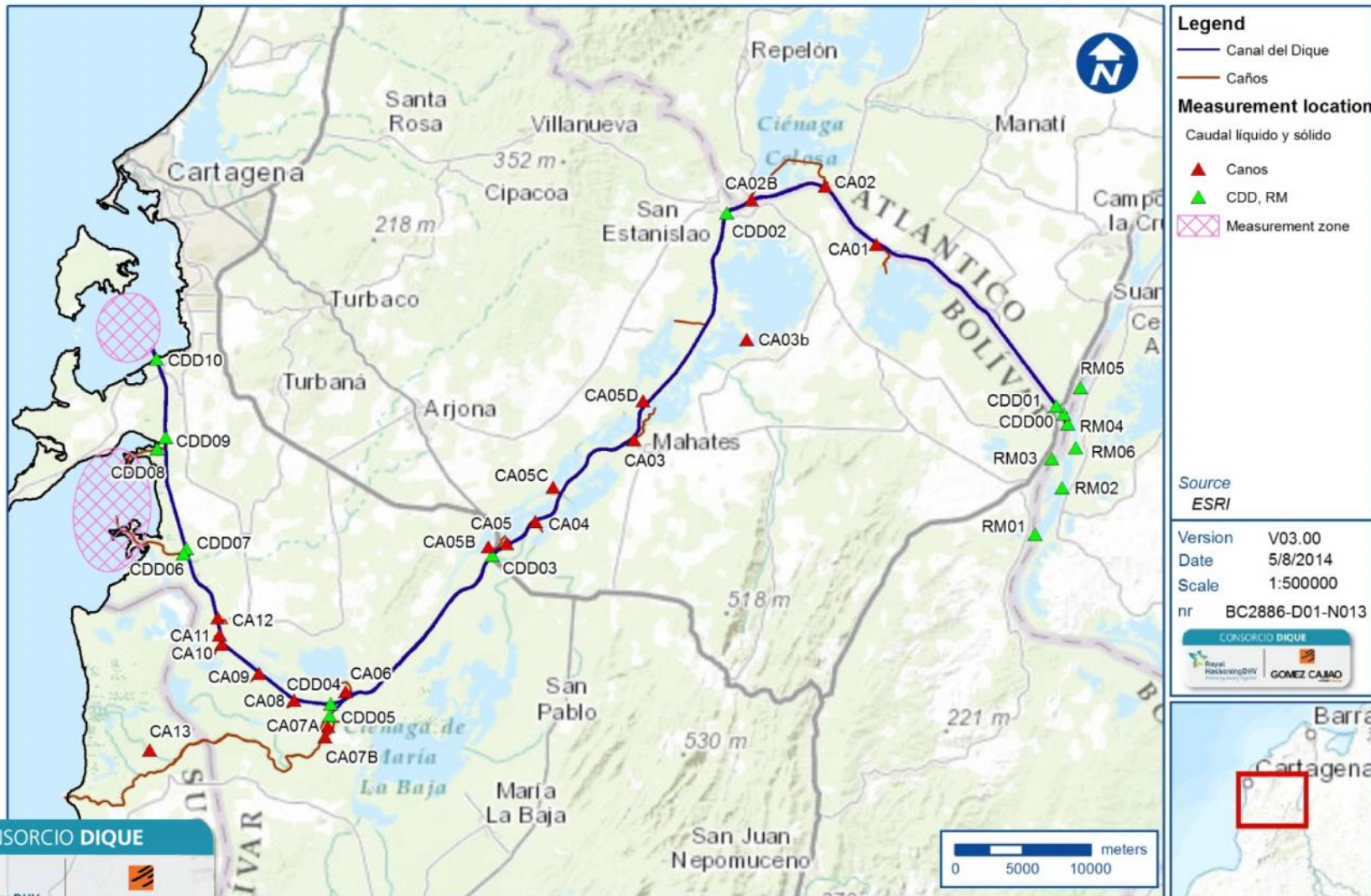


RIO MAGDALENA - IDEAM - ESTACION CALAMAR
 FRECUENCIA DE NIVELES EXCEDIDOS 1967-2013
 NIVELES 2001 - 2014



Estaciones de Medición :

Measurement locations



Legend

- Canal del Dique
- Caños

Measurement location

- Caudal líquido y sólido
- Canos
- CDD, RM
- Measurement zone

Source
ESRI

Version V03.00
Date 5/8/2014
Scale 1:500000
nr BC2886-D01-N013

CONSORCIO DIQUE

Royal HaskoningDHV
GOMEZ CAJIAO

CONSORCIO DIQUE

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

GOMEZ CAJIAO

Campaña de mediciones



Campaña de mediciones

- Periodo de caudales bajos Rio Magdalena
- Periodo de caudales medios Rio Magdalena
- Periodo of caudales altos Rio Magdalena

- Caudales líquidos y solidos, perfiles de velocidad de corriente medidos por medio de ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) a lo largo de secciones transversales fijas.

- Equipos usados:
 - Rio Grande, (600 kHz ADCP);
 - WH Sentinel (600 kHz ADCP);
 - StreamPro (2000 kHz ADCP).

Campaña de mediciones

- En las bahías:
 - Velocidades y perfiles verticales;
 - Profundidad de agua;
 - Temperatura y salinidad - perfil vertical;
 - Perfil de concentración de sedimentos
- **OBS – Sonda multi-parametrica**
 - Incluye **Optical BackScatter** sensor para medir turbiedad (NTU). También sirve para medir en un punto: conductividad, Turbiedad, Temperatura and profundidad (**CTD**).

Estudios de navegación

- Actualización de estudios de Navegación:
 - Estudio mas reciente de actualización Steer Davis & Glee (Febrero 2014) ejecutado por Cormagdalena para actualizar estudio del 2003.
 - Análisis y revisión del estudio de transporte de Cormagdalena Febrero 2014, iniciado en Febrero 2014.
 - En revisión el informe de la demanda de cargas y dimensiones del convoy por el rio Magdalena y Canal del Dique para dimensionamiento de las esclusas.

El estudio inicial de cargas para dimensionamiento del convoy de navegación se finalizo en Julio 2014.

Tabla 5.3 Pronóstico de Cargas en el Canal del Dique – Media Captación

Año	Hidrocarburos	Carbón	Carga General	Contenedores	TOTAL
2014	1,470,070	-	94,640	330,809	1,895,520
2015	1,532,553	-	103,630	382,778	2,018,961
2016	1,598,271	240,000	113,588	438,365	2,390,225
2017	1,677,437	480,000	124,625	516,263	2,798,326
2018	1,767,388	960,000	136,863	584,741	3,448,992
2019	1,987,362	1,920,000	150,441	659,026	4,716,829
2020	1,444,170	2,112,000	165,510	655,262	4,376,942
2021	1,540,655	2,323,200	182,243	727,608	4,773,705
2022	1,680,323	2,555,520	200,829	881,233	5,317,905
2023	1,884,258	2,811,072	221,483	969,688	5,886,500
2024	2,184,038	3,092,179	244,442	1,062,463	6,583,122
2025	2,245,000	3,401,397	269,971	1,159,310	7,075,679
2026	2,309,937	3,741,537	298,369	1,257,583	7,607,425
2027	2,379,139	4,115,691	329,965	1,362,212	8,187,006
2028	2,452,921	4,527,260	365,131	1,473,564	8,818,876
2029	2,531,626	4,979,986	404,280	1,592,026	9,507,917
2030	2,615,621	5,477,984	447,873	1,718,005	10,259,484

Fuente: RHDHV

Estudios de navegación

- El tamaño del convoy, que se expresa geoméricamente como eslora por manga, en una formación definida como por ejemplo R-2B-2B-2B (donde R significa remolcador y B bote), con un calado determinado, como 6 pies. Estas dimensiones y este calado son las que definió Cormagdalena para la adecuación del cauce del río Magdalena hasta Puerto Salgar, 800 km aguas arriba de Calamar.

Estudios de navegación

- Teniendo en cuenta que el promedio de tránsitos por la esclusa sería de solamente 2 conyoes/día (carga definida por Steer Davies Gleave), las pocas operaciones diarias permiten que los convoyes puedan ser fraccionados subiendo y bajando, sin que se genere congestión de tráfico en la esclusa; por lo tanto se propone un convoy R-B-B-B de 220m de eslora y 16m de manga, **con lo cual la esclusa sería de 225m x 19m aproximadamente**, y aunque implica fraccionamiento de convoyes a lo ancho, no se le restringe el paso a ninguna naviera.

Estudios de navegación

- En el escenario de transporte año 2030 con 10,3 MTA (captación media), con convoyes de la misma capacidad (5330 ton), se tendrían 5 pasos diarios, que permitirían un tiempo entre paso y paso de 4.6 horas, que es suficiente para las maniobras de fraccionamiento y re-acoplamiento del convoy. Si los convoyes llevaran la carga nominal de 7200 ton, el número de pasos sería de 4/día y el tiempo disponible entre pasos aumentaría a más de 6 horas.
- Para 20 MTA (captación alta) en el año 2043 con convoyes de la misma capacidad (5330 ton), se tendrían 8 pasos diarios, que permitirían un tiempo entre paso y paso de 2.3 horas, que es suficiente para las maniobras de fraccionamiento y re-acoplamiento del convoy.
- Se concluye que con el monto de carga prevista por el Canal del Dique rumbo a/o desde Cartagena, no se justificaria tener una esclusa de mayor anchura.

Modelación Matemática

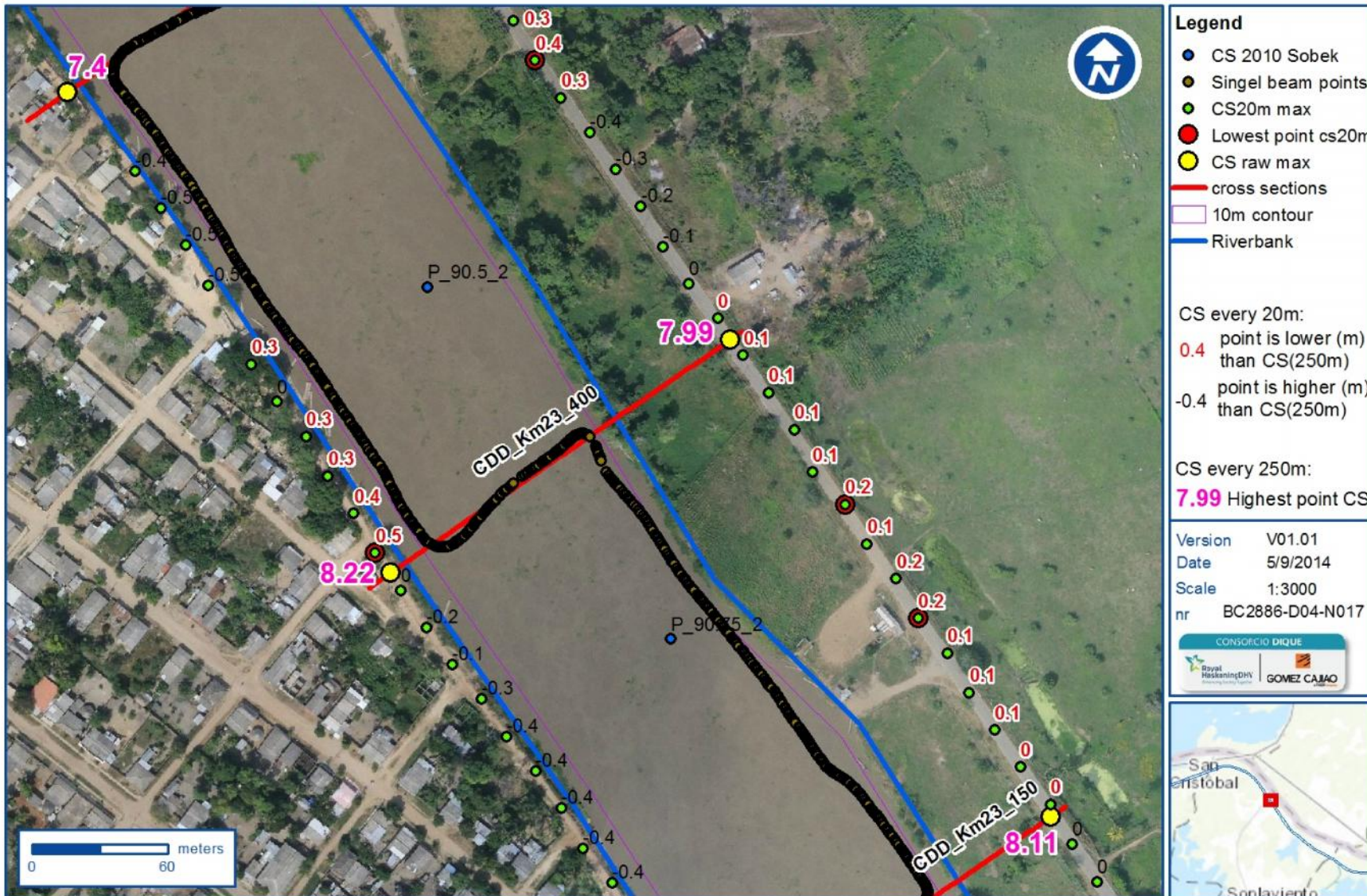
- Objetivo de los modelos:
 - Esquematizar modelos que sirvan de base para modelación del transporte de sedimentos, calidad de agua y la intrusión salina en el canal, ciénagas y comportamiento zona costera.
 - Simular las condiciones hidráulicas actuales y poder simular las características y procesos hidráulicos y sedimentológicos en el sistema;
 - Evaluar el impacto de los cambios producidos por las alternativas en los caudales y transporte de sedimentos en el Sistema del Canal y el río;

Modelación Matemática

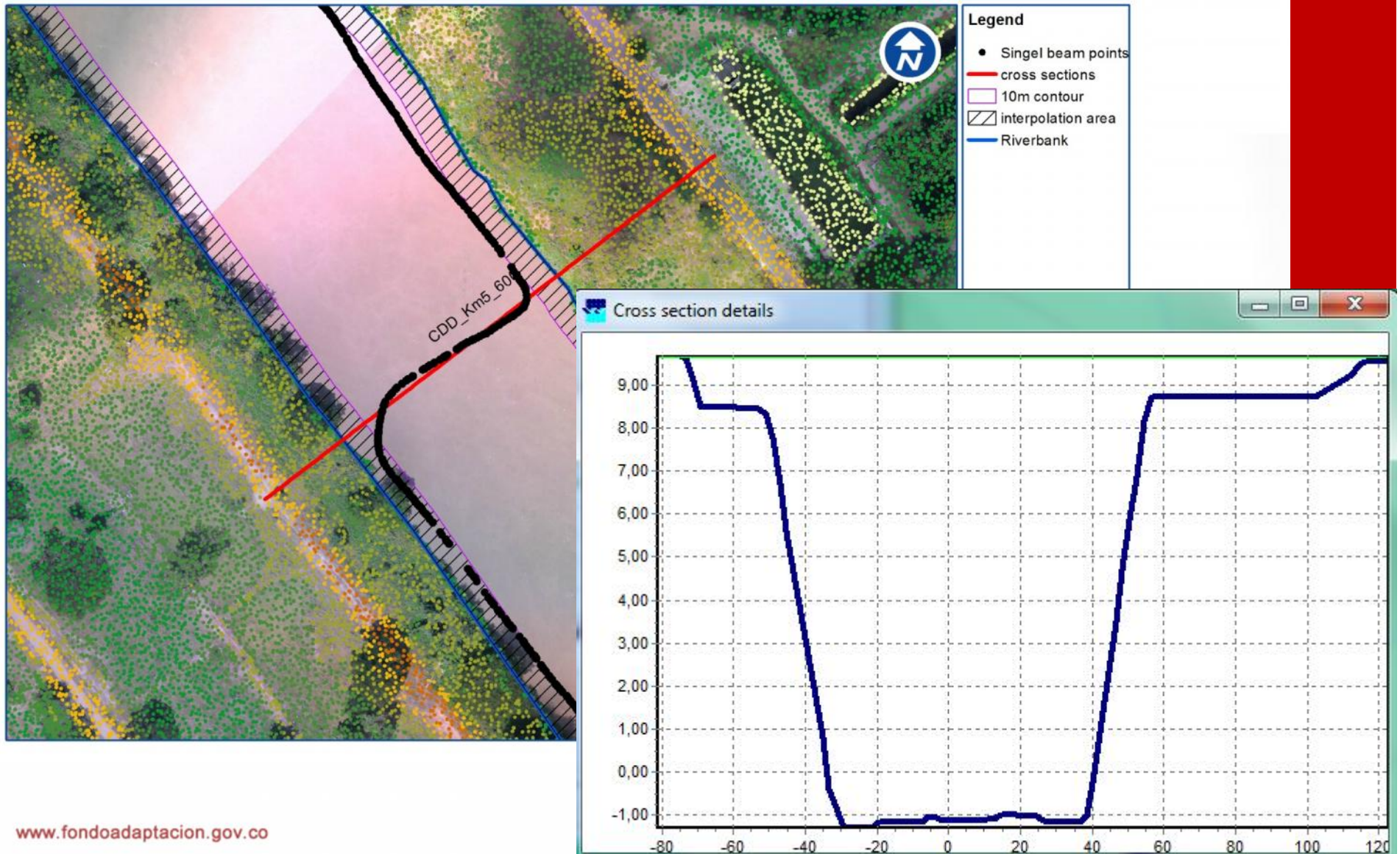
1. SOBEK 1D2D Canal del Dique (hidráulica, inundaciones, salinidad, transporte de sedimentos)
2. SOBEK 1D Rio Magdalena (hidráulica, niveles de agua)
3. Modelo SOBEK acoplado del Canal del Dique y Rio Magdalena (1D/1D2D)
4. DELFT3D modelo de zona costera (hidráulica, salinidad, transporte de sedimento)
5. DELFT3D modelo de la bifurcación (hidráulica y transporte de sedimentos)



Determine lowest point for the cross sections every 20 meters



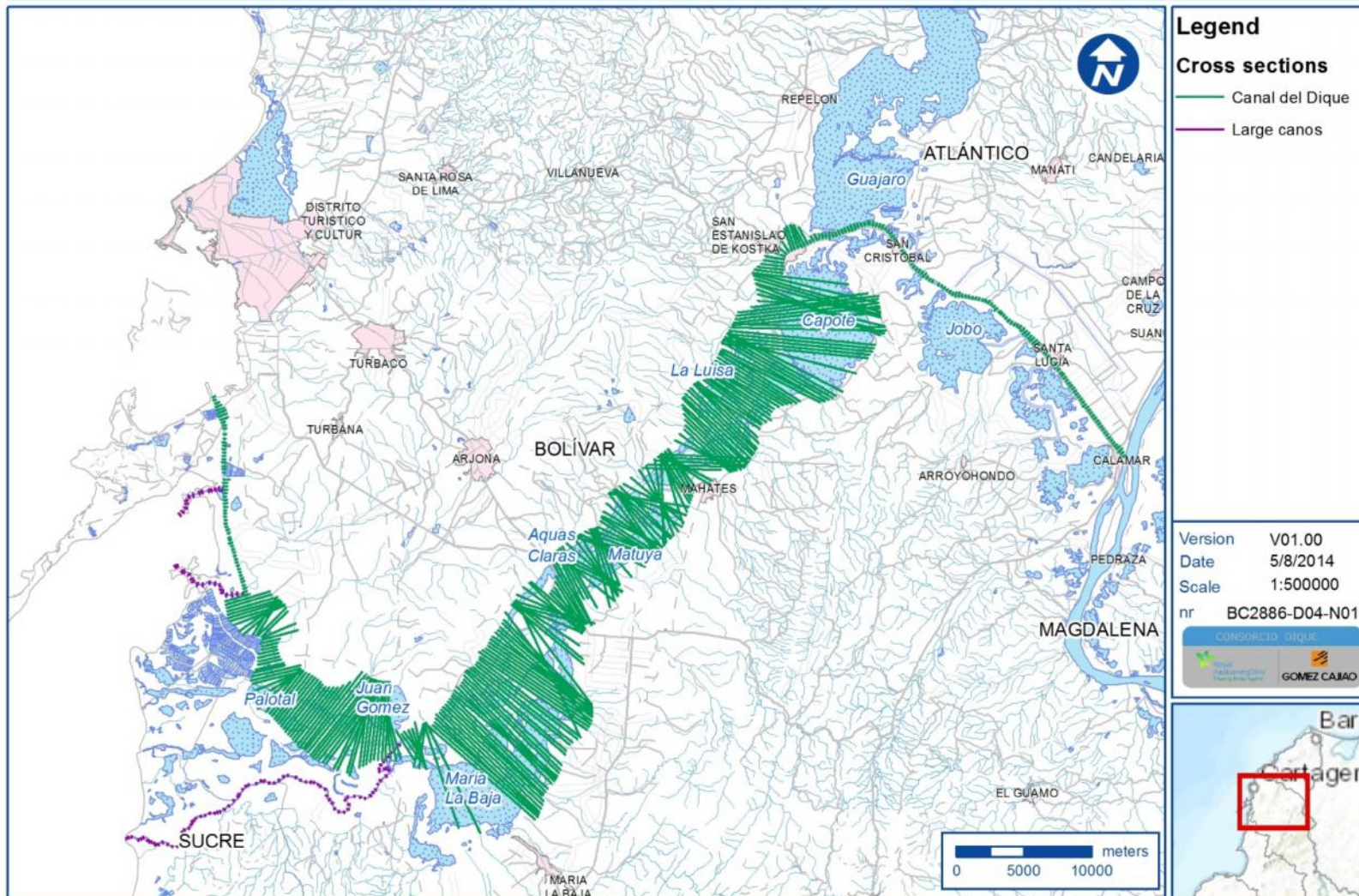
Cross sections interpolation area between Lidar and singel beam



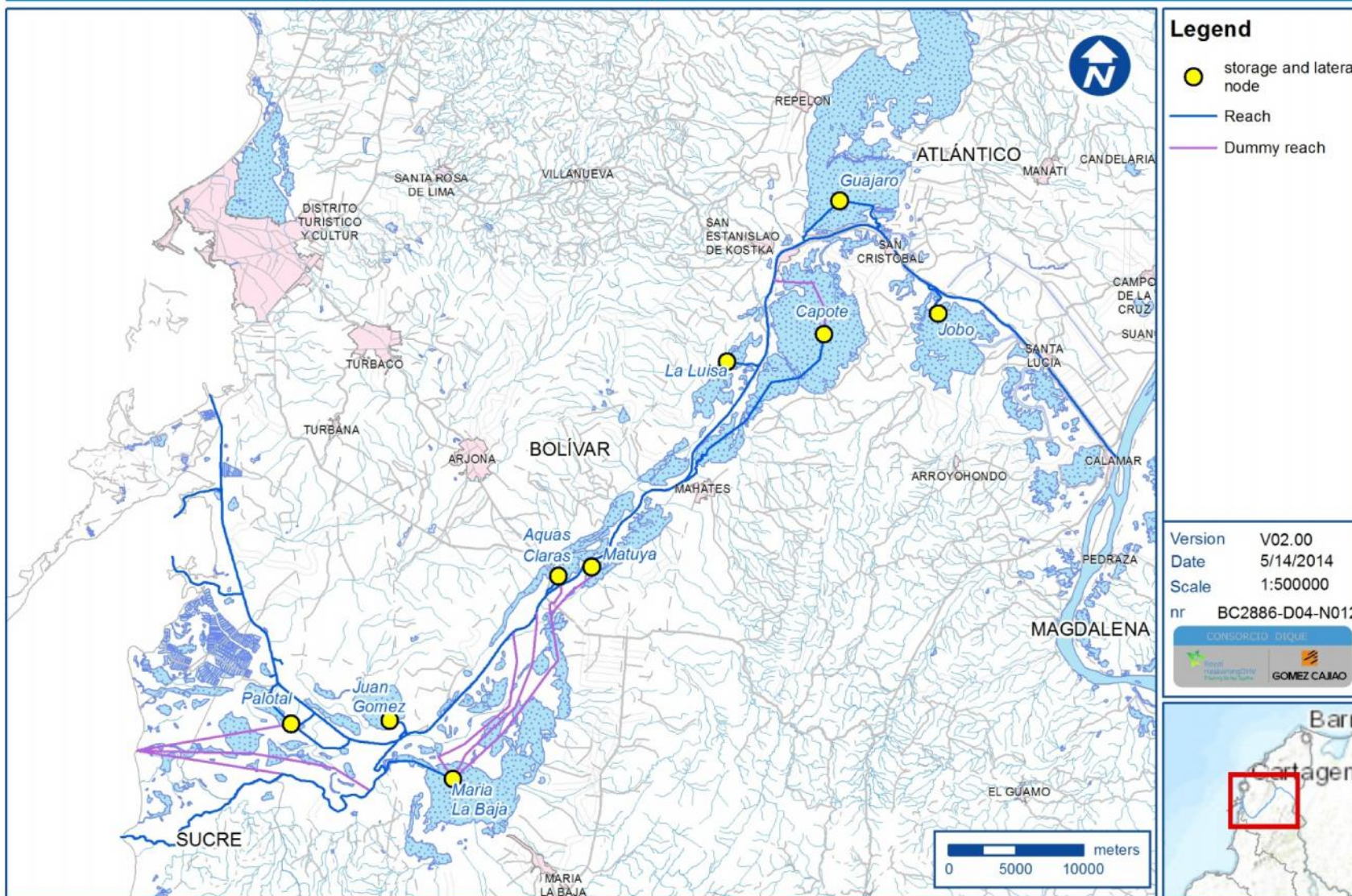
Bathymetry measurements and locations of cross sections in cano Correa



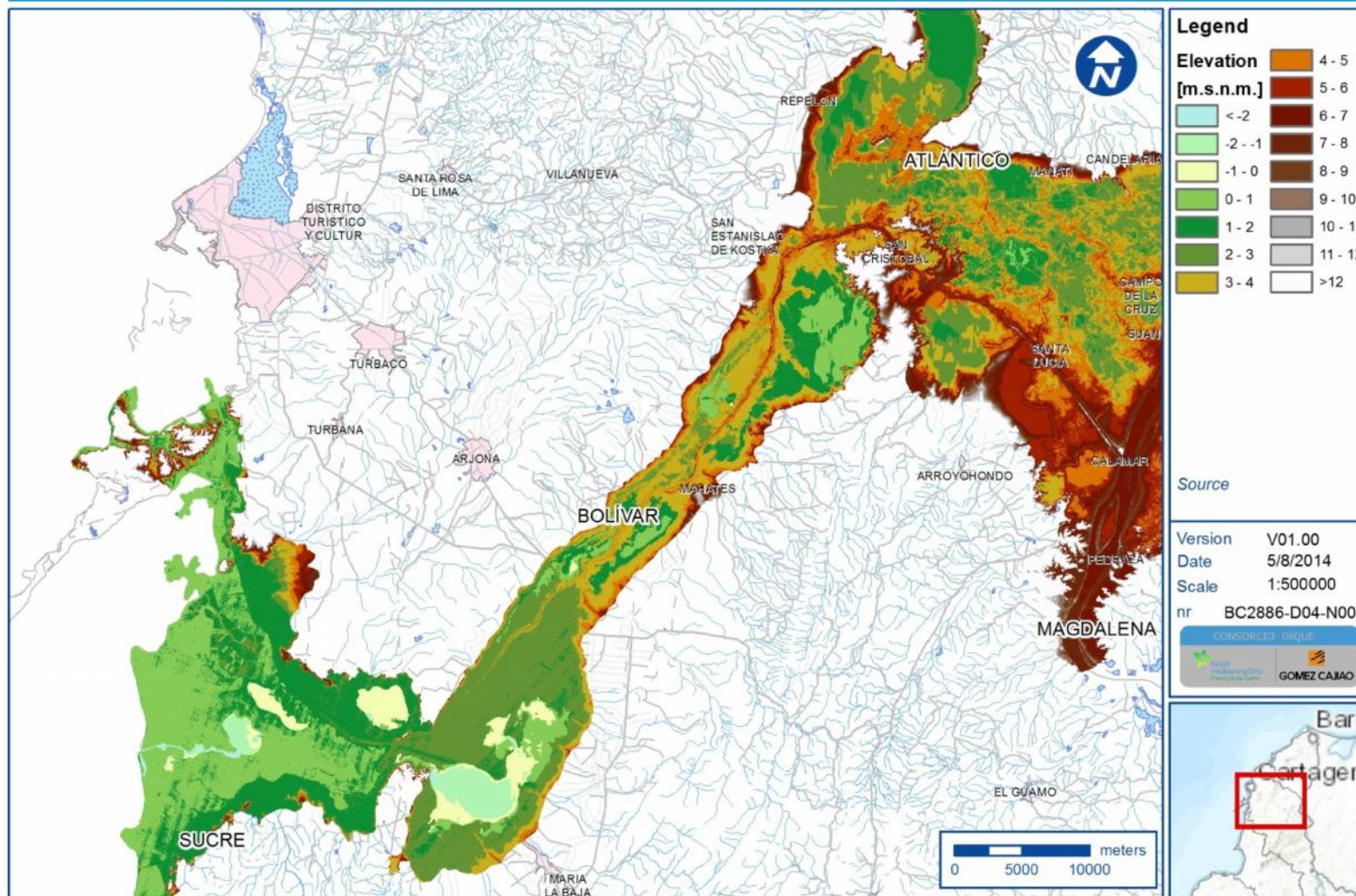
Locations cross sections 1D SOBEK model



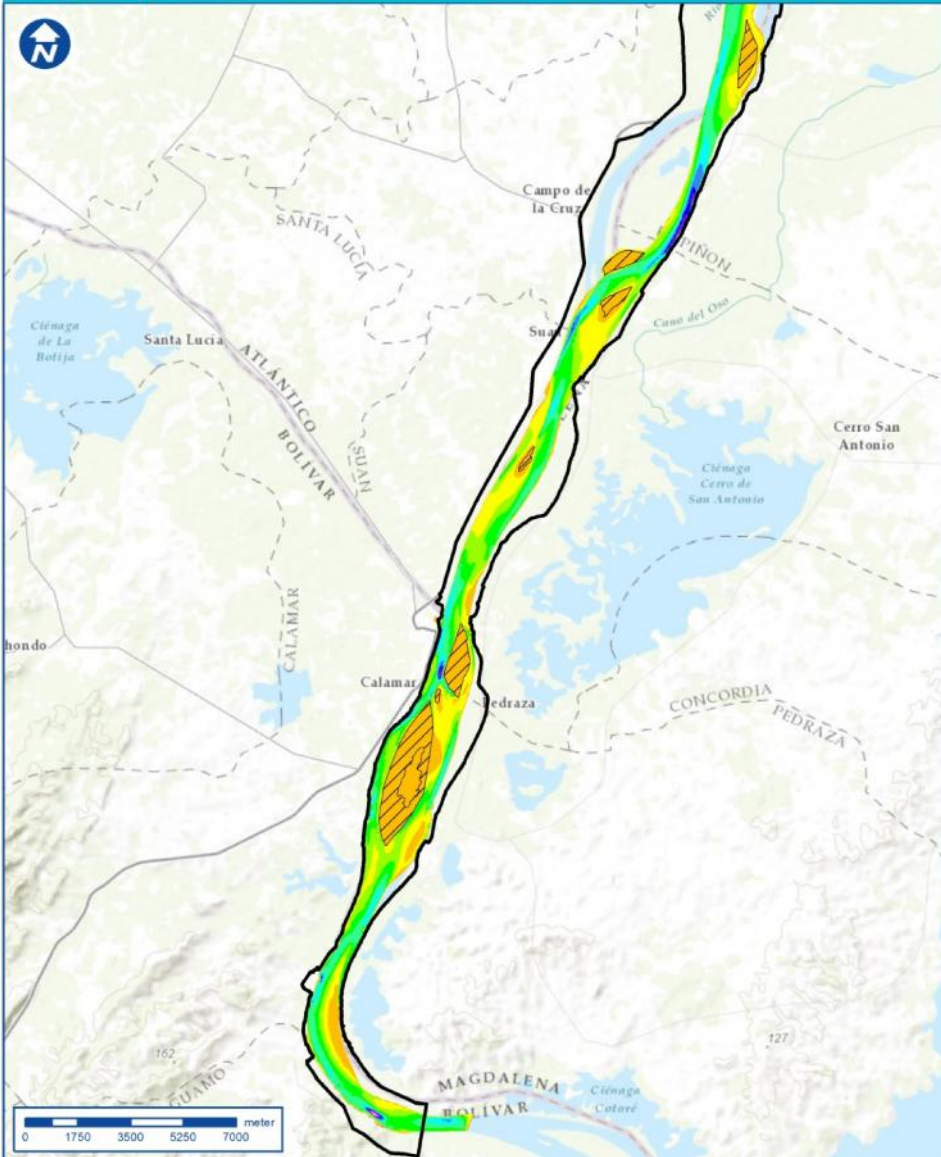
Locations of storage and lateral discharges



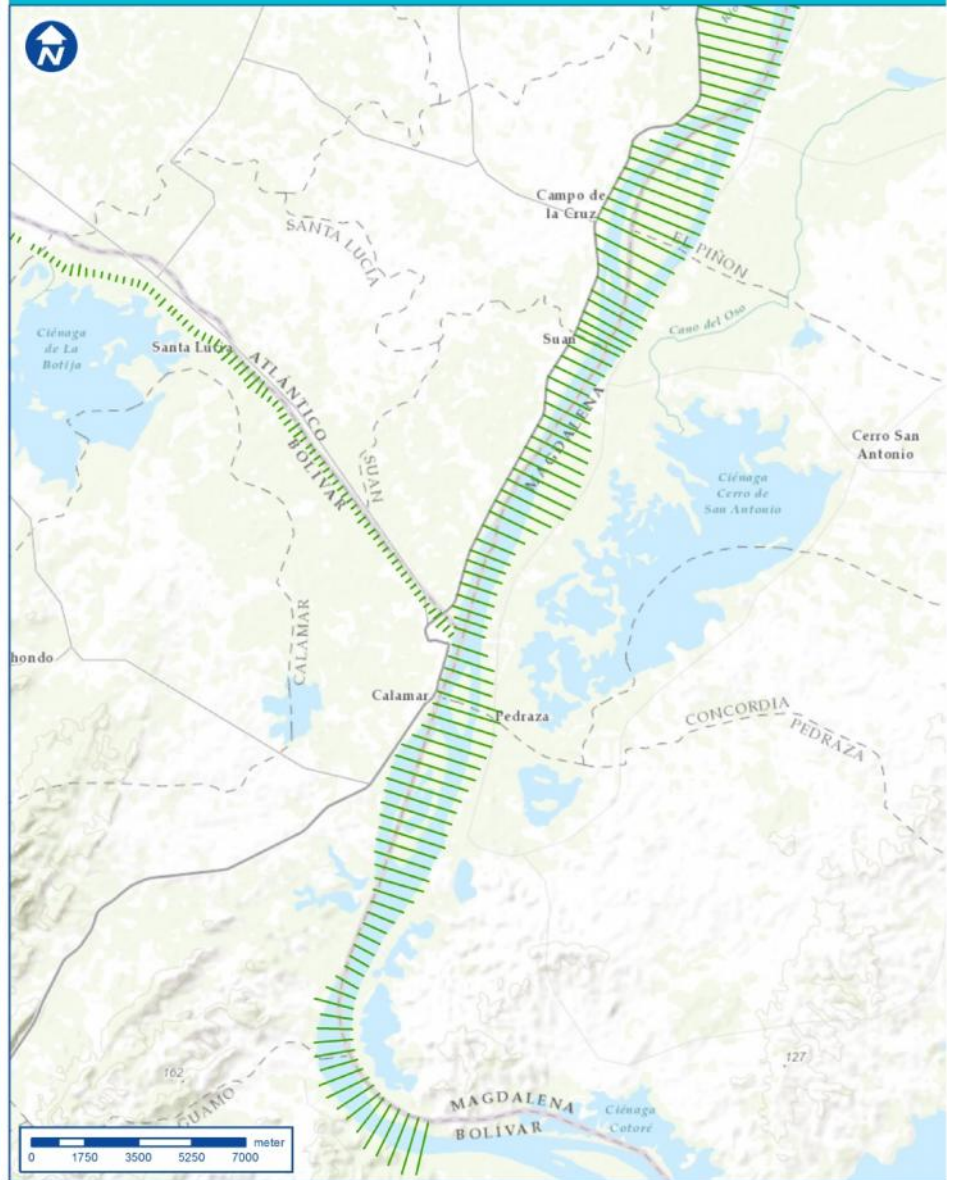
Final DEM



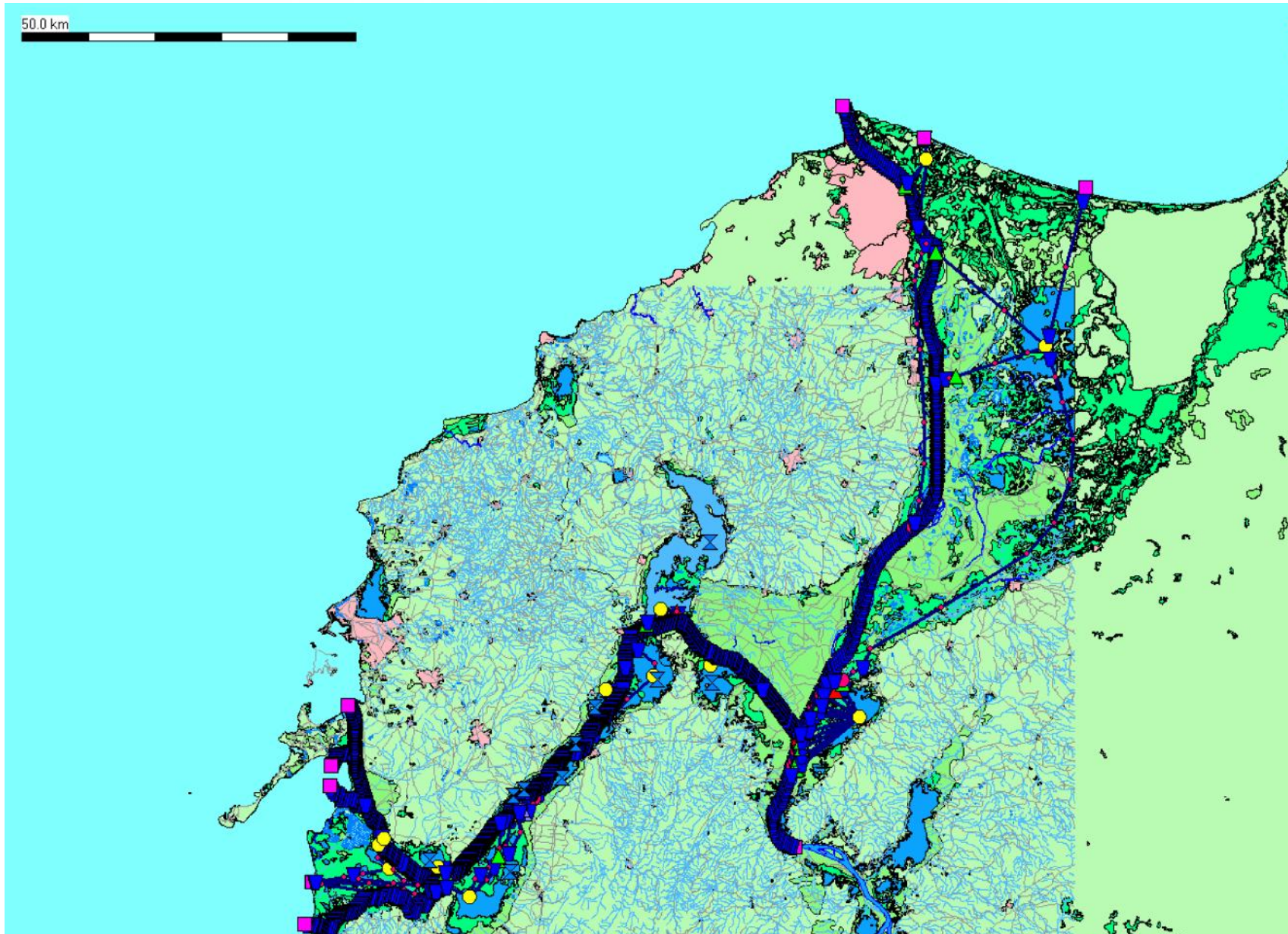
Bathymetry



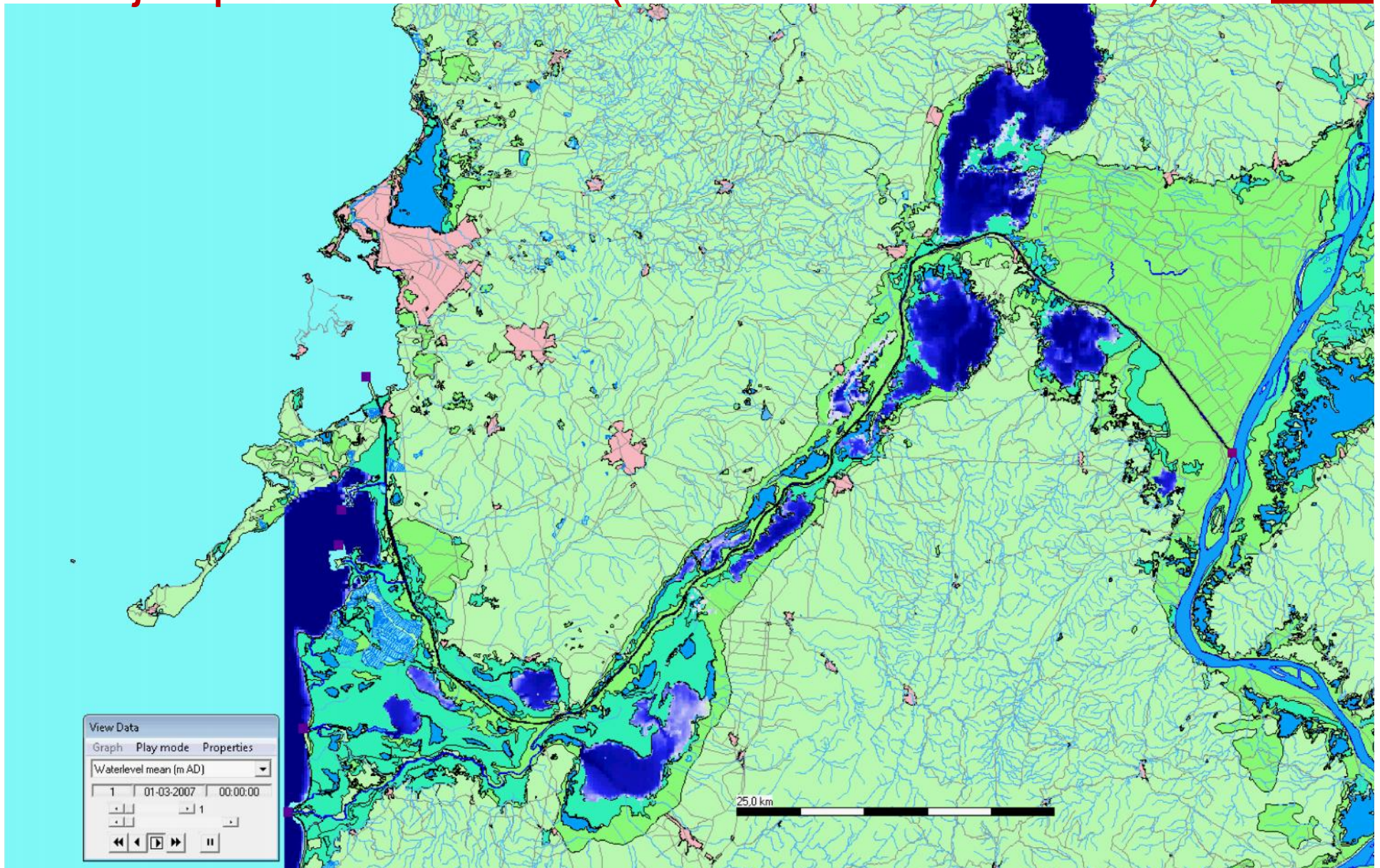
Locations Cross Sections 1D SOBEK Model



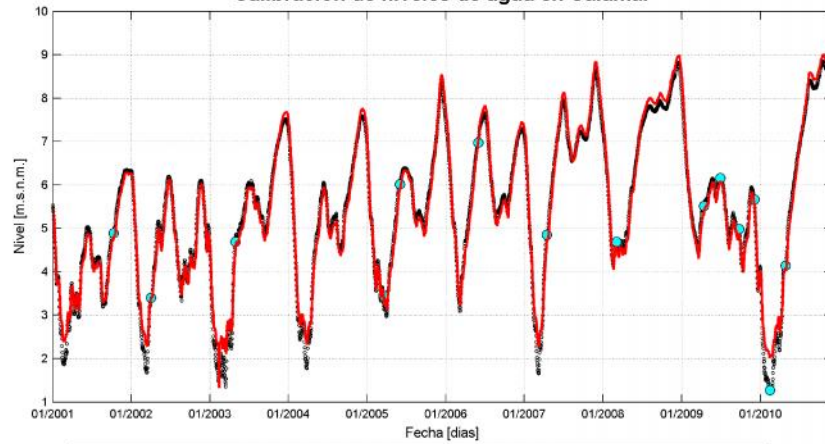
Acople modelos 1D CDD and 1D Rio Magdalena



Ejemplo de simulación (1 Marzo – 30 Julio 2007)

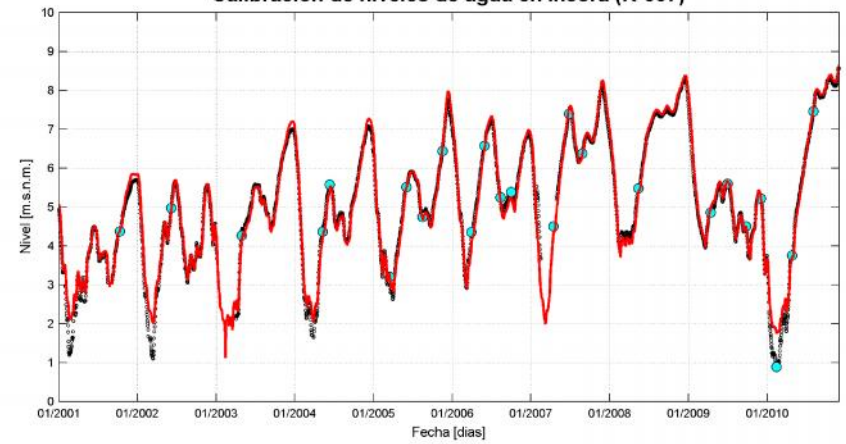


Calibración de niveles de agua en Calamar



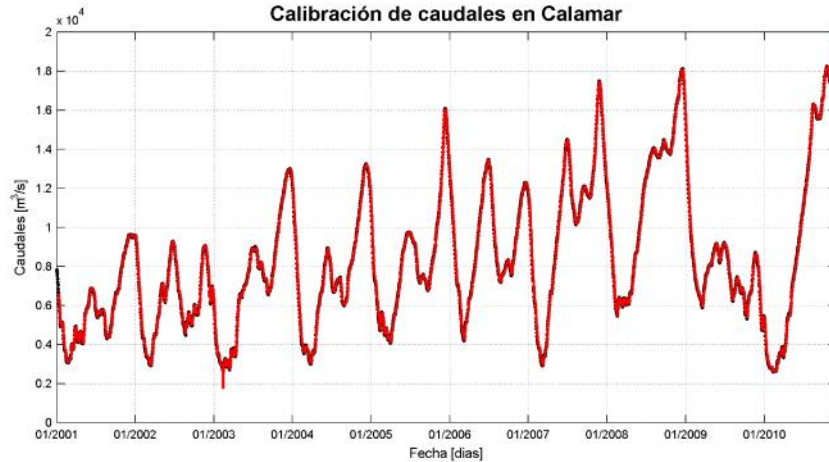
* Niveles de agua medidos (IDEAM, 1985-2013)
 • Niveles de agua medidos (IDEAM, 1985-2013)
 — RM_CDD_RC2014 - Resultaat calibratie met onttrekkingen (RC2014 caudales) (RMSE=0.21, R²=0.99)

Calibración de niveles de agua en Incora (K-007)



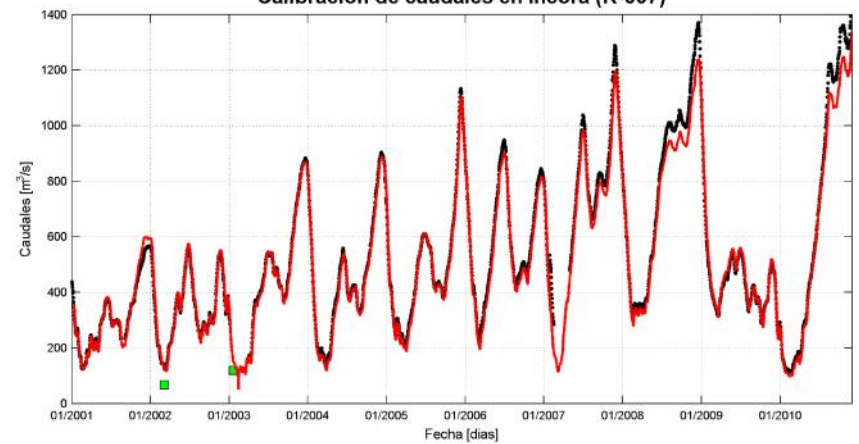
* Niveles de agua medidos (IDEAM, 1985-2013)
 • Niveles de agua medidos (IDEAM, 1985-2013)
 — RM_CDD_RC2014 - Resultaat calibratie met onttrekkingen (RC2014 caudales) (RMSE=0.21, R²=0.98)

Calibración de caudales en Calamar



• Caudales derivados de los niveles de agua medidos (IDEAM & Consorcio Dique, 1985-2013)
 — RM_CDD_RC2014 - Resultaat calibratie met onttrekkingen (RC2014 caudales)

Calibración de caudales en Incora (K-007)



• Caudales derivados de los niveles de agua medidos (IDEAM & Consorcio Dique, 1985-2013)
 ■ Caudales medidos (UniNorte, 1985-2013)
 — RM_CDD_RC2014 - Resultaat calibratie met onttrekkingen (RC2014 caudales)

Calamar: Comparación de caudales y niveles de agua simulados y medidos

Calibración de modelo 1D: combinación de Río Magdalena y Canal Del Dique (2014)



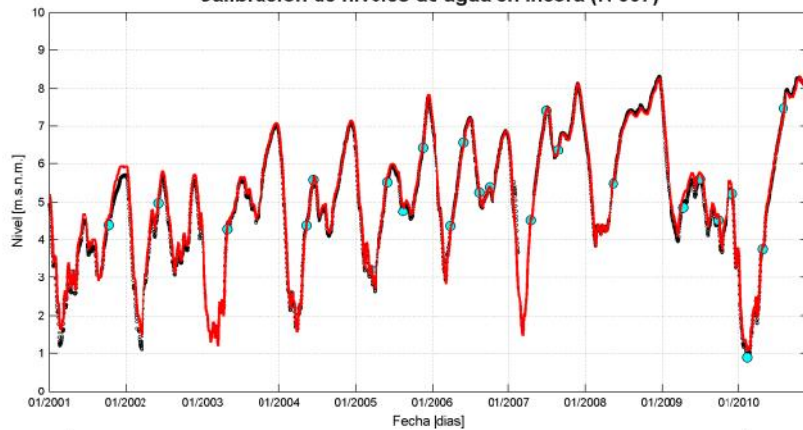
Incora (K-007): Comparación de caudales y niveles de agua simulados y medidos

Calibración de modelo 1D: combinación de Río Magdalena y Canal Del Dique (2014)



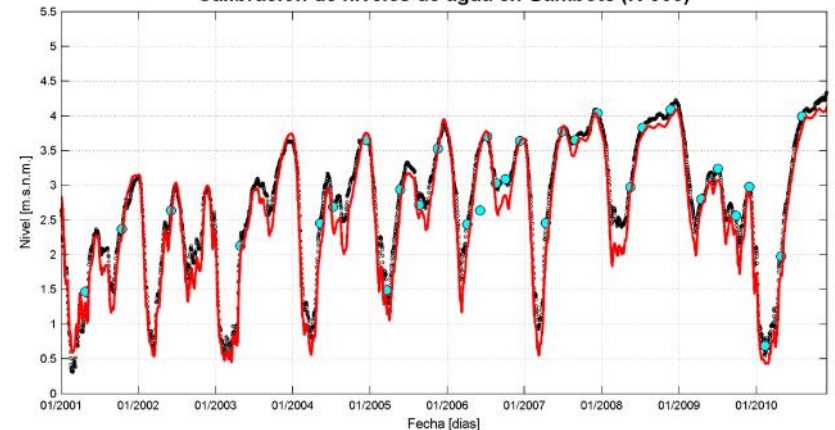


Calibración de niveles de agua en Incora (K-007)



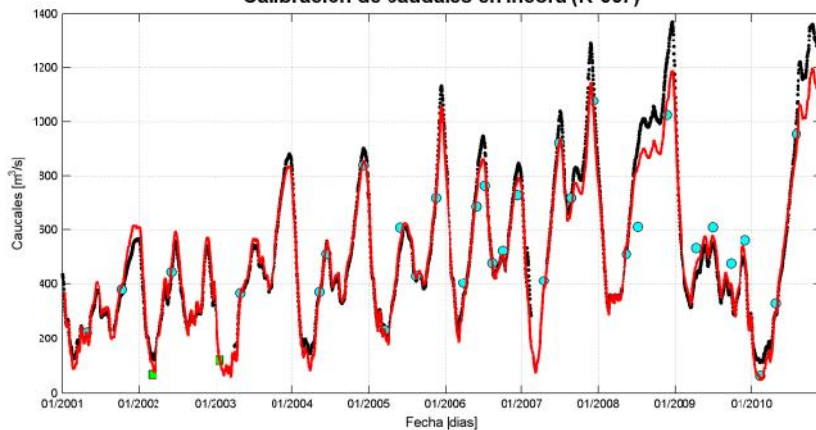
- Niveles de agua medidos (IDFAM, 1985-2013)
- Niveles de agua medidos (IDEAM, 1985-2013)
- CDD01 - Resultado preliminar de la calibración del modelo SOBEK (20140513) (RMSE=0.16, R²=0.99)

Calibración de niveles de agua en Gambote (K-066)



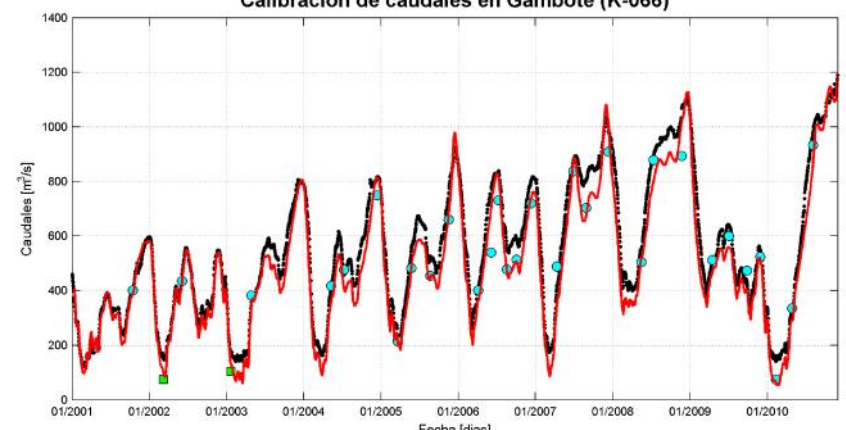
- Niveles de agua medidos (IDEAM, 1985-2013)
- Niveles de agua medidos (IDEAM, 1985-2013)
- CDD01 - Resultado preliminar de la calibración del modelo SOBEK (20140513) (RMSE=0.24, R²=0.93)

Calibración de caudales en Incora (K-007)



- Caudales derivados de los niveles de agua medidos (IDEAM & Consorcio Dique, 1985-2013)
- Caudales medidos (IDEAM, 1985-2013)
- Caudales medidos (UniNorte, 1985-2013)
- CDD01 - Resultado preliminar de la calibración del modelo SOBEK (20140513)

Calibración de caudales en Gambote (K-066)



- Caudales derivados de los niveles de agua medidos (IDEAM & Consorcio Dique, 1985-2013)
- Caudales medidos (IDEAM, 1985-2013)
- Caudales medidos (UniNorte, 1985-2013)
- CDD01 - Resultado preliminar de la calibración del modelo SOBEK (20140513)

Coordinación Interinstitucional Comité ANLA-MADS-Cormagdalena-FA

- Definidas agendas regulares de información por parte del Consultor.
 - Proceso de modelación matemática, modelos escogidos, datos, esquematización para el sistema del canal del dique – 21 de Mayo
 - Línea base Ambiental y social – Junio 13
 - Estado de la modelación matemática del sistema canal del dique, ciénagas y bahías – Junio 20
 - Catalogo de alternativas de solución y enfoque para su evaluación – Junio 27
 - Avance Línea Base Ambiental – 31 de Julio

El 15 de Agosto se continuara con el tema de Línea Base Ambiental y programa de muestreos para toma de información primaria.

Dificultades encontradas

- Hidrológicas, niveles de agua muy bajos en el río Magdalena. Alta probabilidad del fenómeno del Niño en el periodo Junio 2014 a Junio 2015 (IDEAM).
- El nivel aguas altas esperado en el río Magdalena (para conexión canal – ciénagas) desde finales del 2013 es muy bajo.
- Nivel de agua máximo río Magdalena en Diciembre 2013 fue +6.2 msnm
- Permiso de colecta para investigación todavía en proceso por la ANLA. El periodo de colecta de muestras debe cubrir las estaciones ambientales contrastantes.
- Predial en las áreas de ejecución de obras preventivas y permisos para instalación de estaciones permanentes.



GRACIAS POR SU ATENCION

CONSORCIO DIQUE