RESTAURACIÓN AMBIENTAL EN EL ESTADO DE CAMPECHE

Claudia Maricusa Agraz Hernández, Juan Osti Sáenz, Jordán Reyes Castellano, Gerardo Martínez Kumul, Gilberto Martínez Muñoz, Gilberto Expósito Díaz, Cinthia May Herrera, Adriana Gregorio, Sor Juana Guzmán

Universidad Autónoma de Campeche. Instituto EPOMEX
clmagraz@uacam.mx; claudiaagraz@outlook.com

CONAFOR
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

uac Universidad Autónoma de Campeche

INSTITUTO EPOMEX
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, PESQUERÍAS Y OCEANOGRAFÍA DEL GOLFO DE MÉXICO
Universidad Autónoma de Campeche

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE SITIOS-CONACYT (FOMIX/126430/2012)

Unidad Ambiental						
	Ribereño-Borde 2600indv./ha,58.7m^2/ha 5.2 m	Cuenca-Matorral 27222 indv./ha, 10.7 m^2/ha, 2.2 m		Ribereño-Borde 3500 indv./ha, 33.9 m^2/ha, 4.3 m	Cuenca 2400 indv./ha, 18.8 m^2/ha, 3.2 m	Cuenca 1150 indv./ha, 14.7 m^2/ha
	29.1 oC, -279 mV pH 6.6, 63 ups *A. germinans*	30.1 oC, -313 mV pH 6.6, 64 ups *A. germinans*	30.4 oC, -331 mV pH 6.8, 52 ups	29.9 oC, -255 mV pH 6.2, 85 ups *A. germinans*	30.3 oC, -209 mV pH 5.8, 88 ups *A. germinans*	31.1 oC, -263 mV pH 6.8, 80 ups *A. germinans*
	Pneumatoforos 70/m2; 22.4 cm Lenticelas: 112/m2	Pneumatoforos 93/m2; 30.9 cm Lenticelas: 163/m2	Zona de inundación temporal	Pneumatoforos 69/m2; 29.4 cm Lenticelas: 148/m2	Pneumatoforos 85/m2; 27.5 cm Lenticelas: 169/m2	Bosque muerto

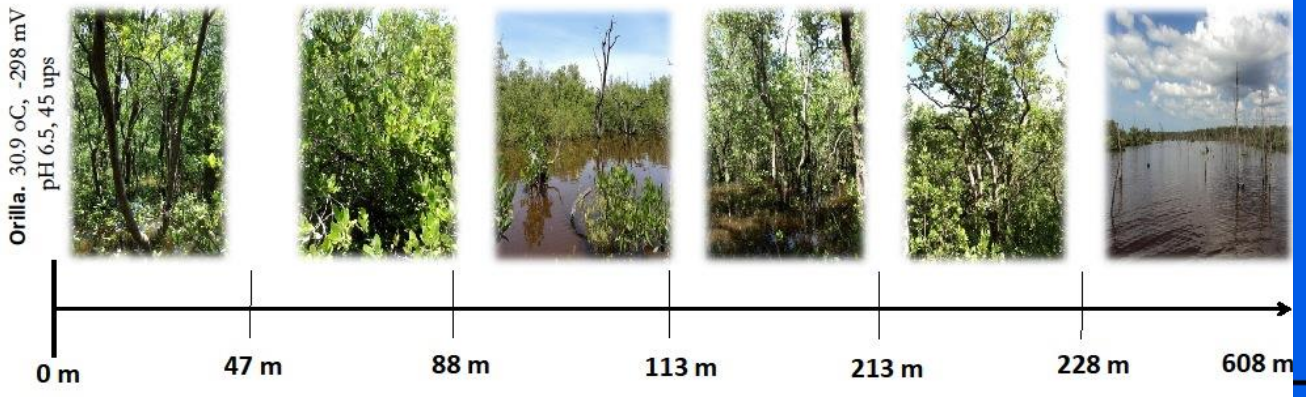
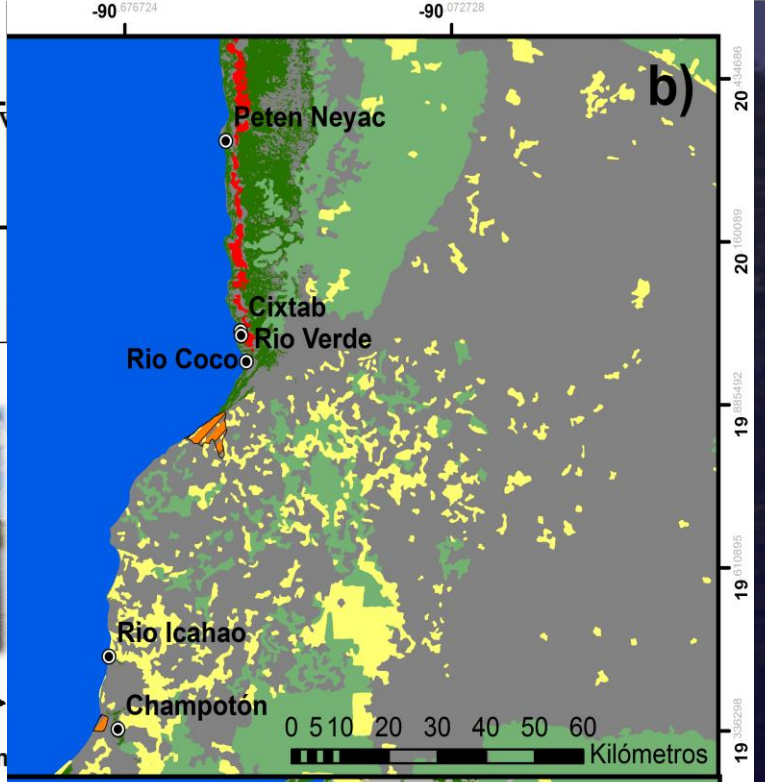
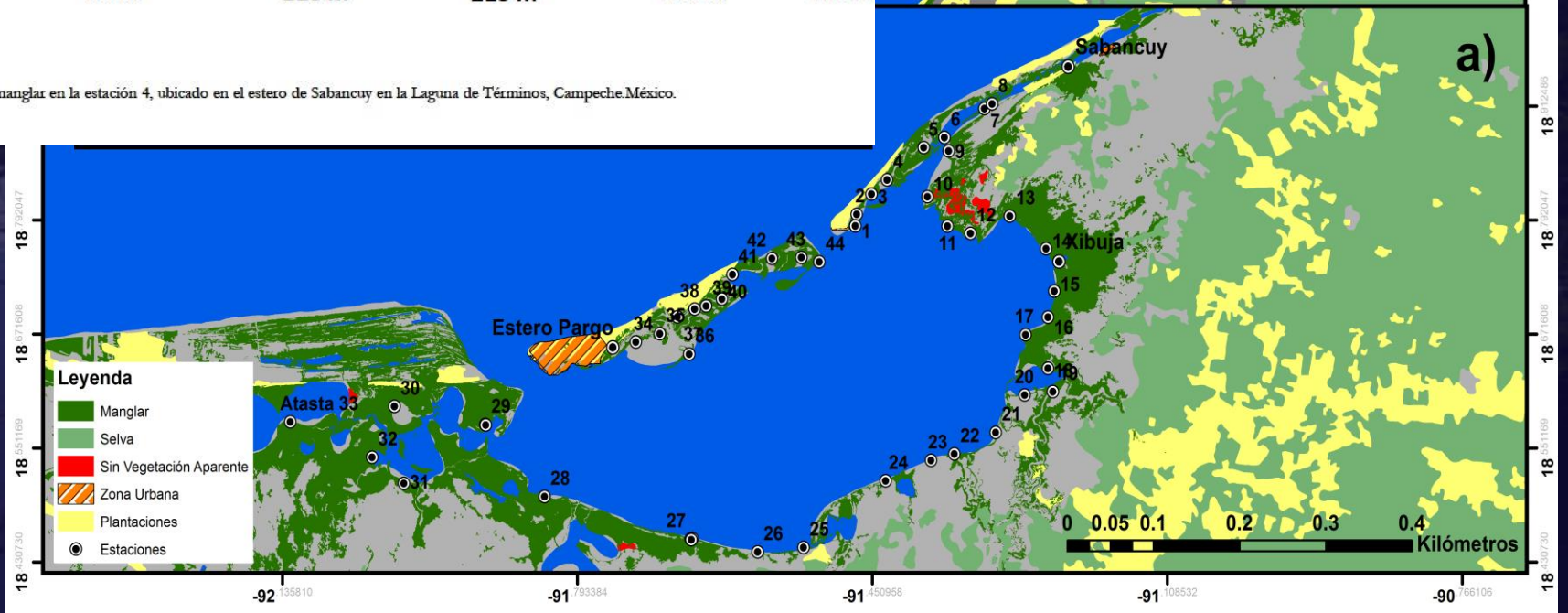


Fig. 4 Perfil de manglar en la estación 4, ubicado en el estero de Sabancuy en la Laguna de Términos, Campeche.México.





PERFILES DE VEGETACIÓN *(UAM-LARGO PLAZO)*

rantes por punto central

Estructura forestal

adrantes de 10 x 10 m (10 X 30 m)

Producción de biomasa de raíz (anual. #2 x Tipo fisonómico)

lenticelas : Densidad y altura (10%)

Producción primaria

Densidad Maderable

e inundación
(Intersticial y superficial)
Cota fija

Captura de Carbono: Biomasa Vegetal, Fotosíntesis, Incremento diametral. Hojarasca

Crecimiento dimétrico (869 etiquetas)

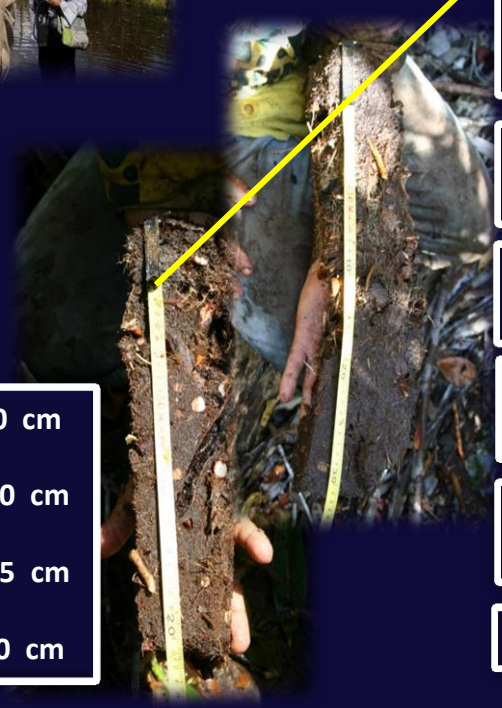
Sensor de nivel OTT Thalimedes en estiaje (arriba) y lluvias (abajo).

Parámetros químicos del agua intersticial
9 x sitio
1 parcela (#4)
#5 Perfil de Vegetación

PARCELAS DE RESTAURACION

- **Salinidad (ups)**
- **Potencial redox**
- **pH**
- **Temperatura**
- NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{-3}, SO_4^{-2}

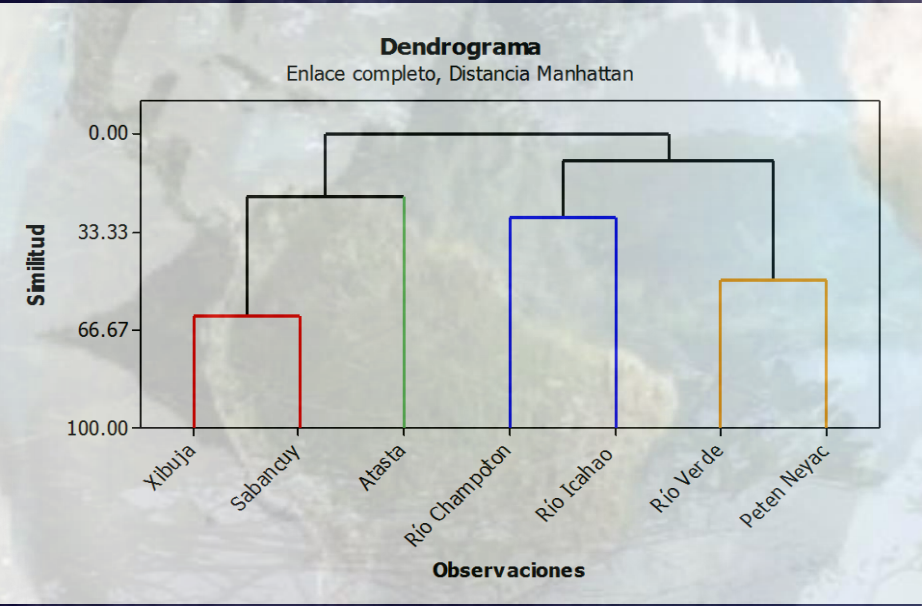
Microtopografía
Corrección al NMM



0 cm
10 cm
45 cm
60 cm

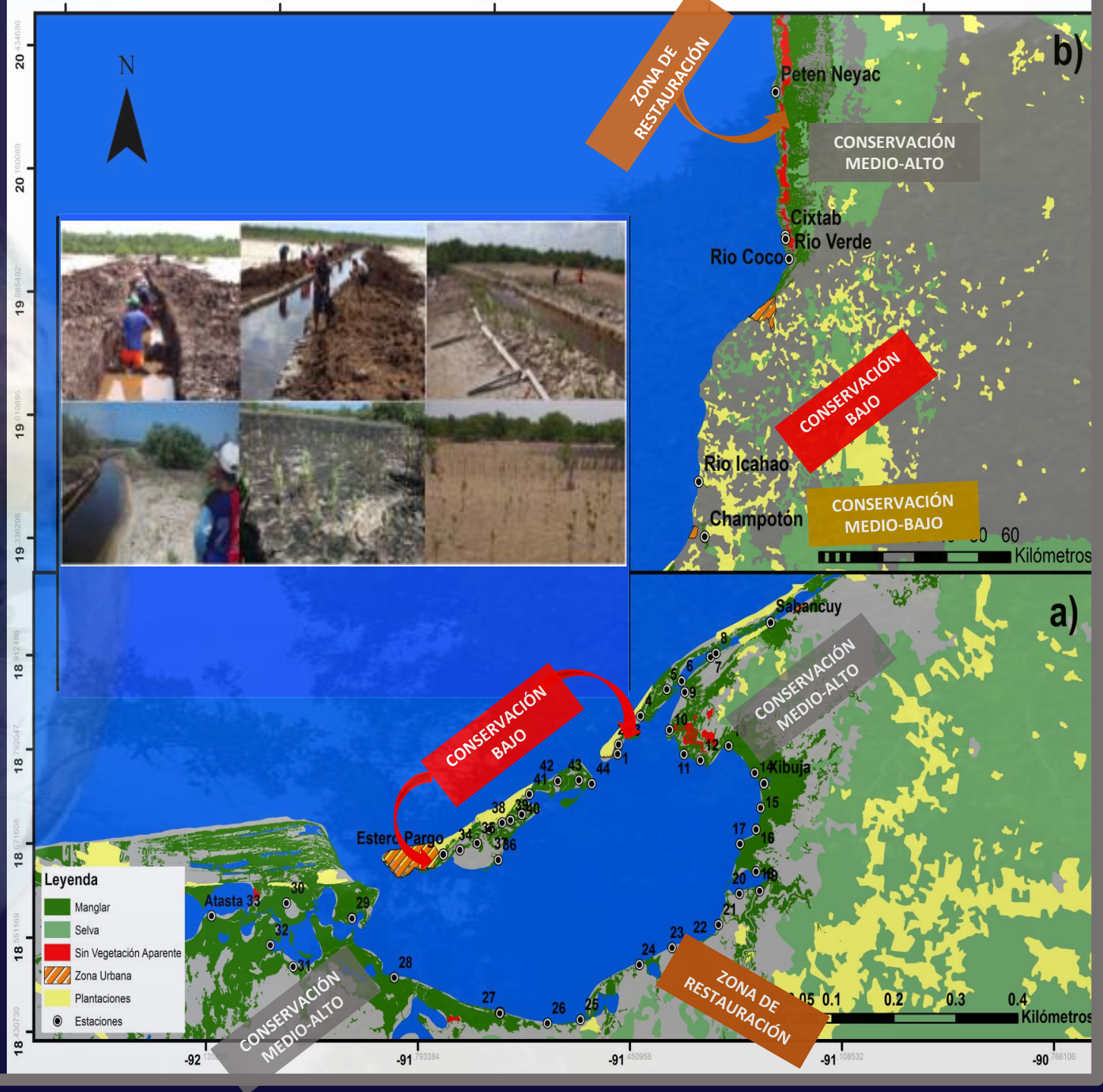
- **CH_4 y CO_2**
- **Materia Orgánica, Carbono Orgánico**
- **Potencial Redox y salinidad**
- **Densidad aparente y color (Munsell)**
- **Nitrógeno total (MicroKjedhal)**
- **Fósforo disponible (Bray -1)**
- **Tasa de sedimentación**

UNIDADES AMBIENTALES/POLITICAS AMBIENTALES



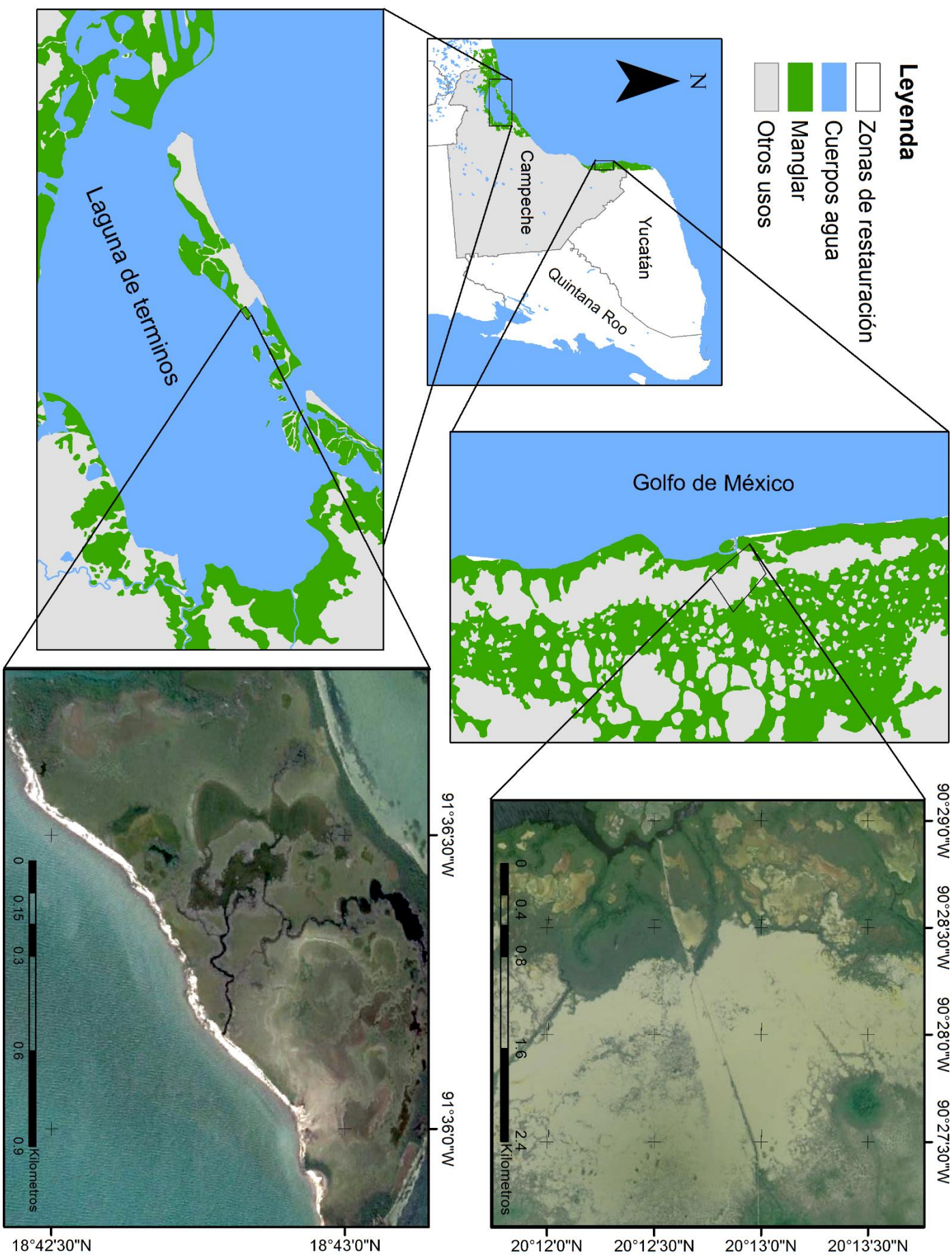
Unidad Ambiental del Manglar del APFyFLT	Zonación de manejo Programa de Manejo del APFyFLT	Tipo de aprovechamiento establecido en el Programa de Manejo del APFyFLT	Tipo de aprovechamiento identificado	Grado de conservación actual	Política ambiental propuesta
Xibuja	Manejo restringido	Aprovechamiento de flora y fauna silvestre del tipo artesanal o para autoconsumo de habitantes locales.	Uso de agua, extracción de madera y leña	Medio	Protección y restauración
	Manejo restringido		Agricultura, acuacultura		Preservación
Pom-Atasta, Atasta	Manejo de baja intensidad	Aprovechamiento de recursos naturales, de tipo productivo y extractivo, tales como actividades agrícolas, pecuarias, petroleras, etc.	Actividades petroleras y relacionadas con el desarrollo de infraestructura, agricultura, ganadería y acuacultura	Alto	Protección y restauración
Sabancuy	Manejo restringido	Aprovechamiento de flora y fauna silvestre del tipo artesanal o para autoconsumo de habitantes locales.	Agricultura y ganadería extensivas, extracción de madera y leña. Así como la construcción de infraestructura urbana y carretera	Bajo	Restauración
Isla del Carmen	Manejo restringido		Extracción de madera y leña. Así como la construcción de infraestructura urbana y carretera	Bajo	Restauración
Río Champotón			Ganadería extensivas, extracción de madera y leña. Así como la construcción de infraestructura urbana y carretera	Medio-Bajo	Mitigación
Río Icahao			Agricultura y ganadería extensivas, extracción de madera y leña. Así como la construcción de infraestructura urbana y carretera	Bajo	Mitigación
Reserva de la Biosfera los Petenes			Agricultura, extracción de madera y leña. Así como la construcción de infraestructura urbana	Medio-Alto	Mitigación/restauración

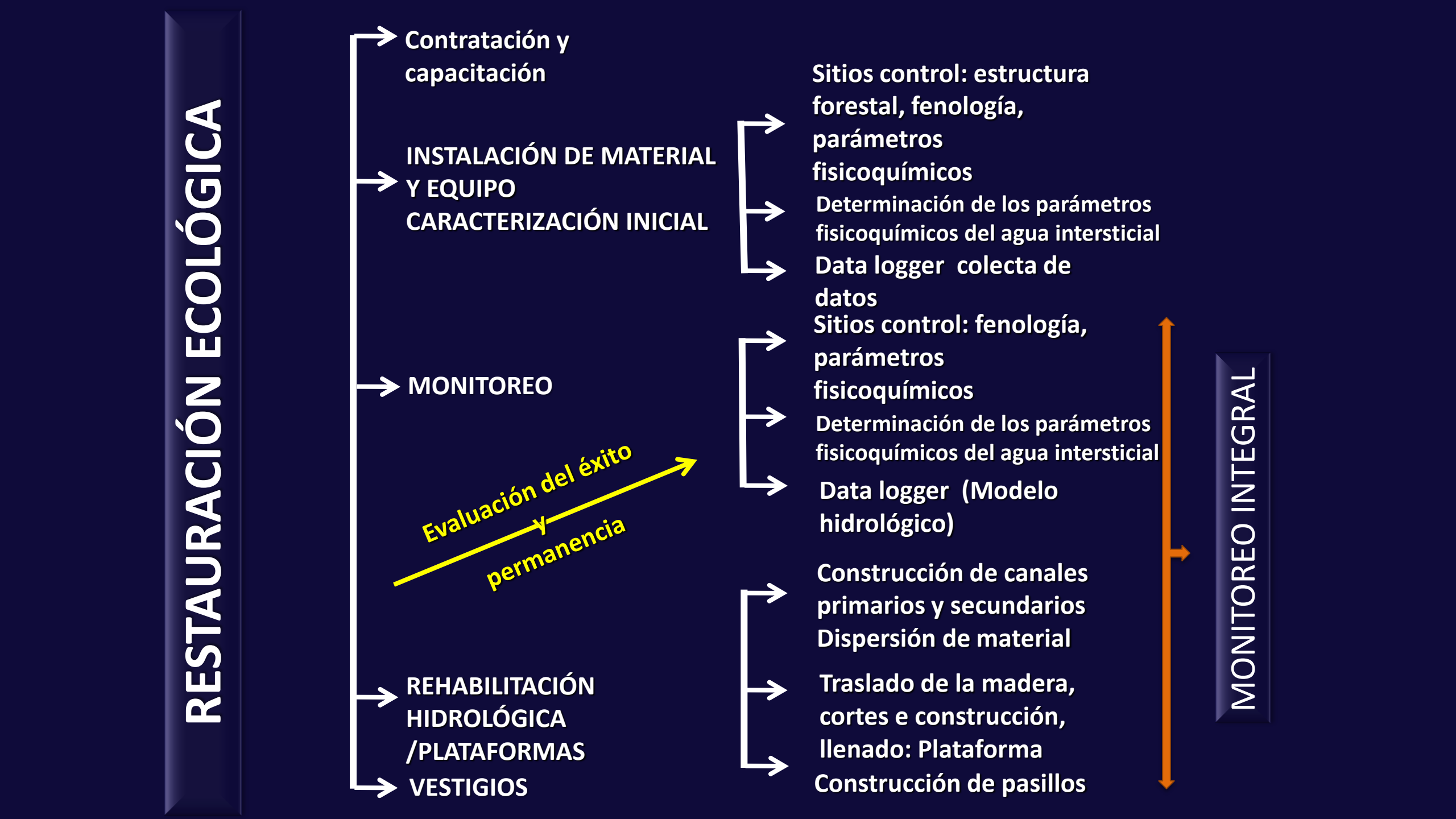
PROGRAMA DE RESTAURACIÓN



SELECCIÓN DE SITIOS
CFE (2005-2016)-CONAFOR(2013-2015)

PROBLEMÁTICA




RESTAURACIÓN ECOLÓGICA
Contratación y capacitación
INSTALACIÓN DE MATERIAL Y EQUIPO
CARACTERIZACIÓN INICIAL
Sitios control: estructura forestal, fenología, parámetros fisicoquímicos
Determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua intersticial
Data logger colecta de datos
MONITOREO
Sitios control: fenología, parámetros fisicoquímicos
Determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua intersticial
Data logger (Modelo hidrológico)
Evaluación del éxito
permanencia
REHABILITACIÓN HIDROLÓGICA /PLATAFORMAS
VESTIGIOS
Construcción de canales primarios y secundarios
Dispersión de material
Traslado de la madera, cortes e construcción, llenado: Plataforma
Construcción de pasillos
MONITOREO INTEGRAL

ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN
(Fase I: 7 ha; Fase 2: 17.4 ha; efecto 104 ha)
Periodo 2005-2008; 2008-2010
$5,000,000
Conexión de lagunas; Potencial redox, salinidad

1) Diagnóstico ambiental (indicadores químicos y biológicos)

2) Capacitación

3) Rehabilitación hidrológica

4) Producción de plántula

5) Reforestación

6) Monitoreo antes, durante y posterior
   -Sustentabilidad
   -Sobrevivencia
   -Recuperación de los servicios ecosistémicos

REHABILITACIÓN DEL PATRÓN HIDRÍCO

3 Canales principales
2. 5 m x 1.5 m (6.0 m x 2.0 m)
14 Canales secundarios
2 m x 1.5 m

4.6 km de excavación

PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA

R. mangle

A. germinans

ESPECIE	CRECIMIENTO	SOBREVIVENCIA
Rhizophora mangle	50.0 ± 2.0	98%
Avicennia germinans	45.6 ± 5.2	97%

REFORESTACIÓN

Producción de plántulas en vivero

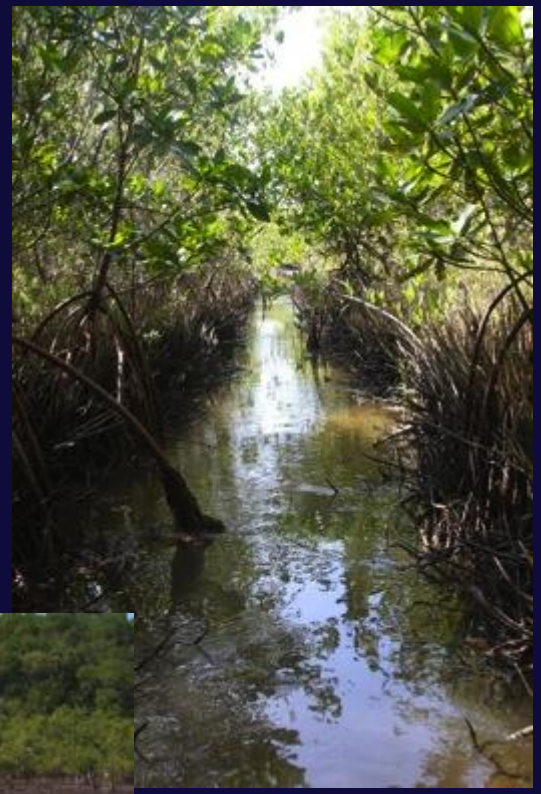
Mediciones morfométricas

Siembra de plántulas

Método de siembra

Crecimiento

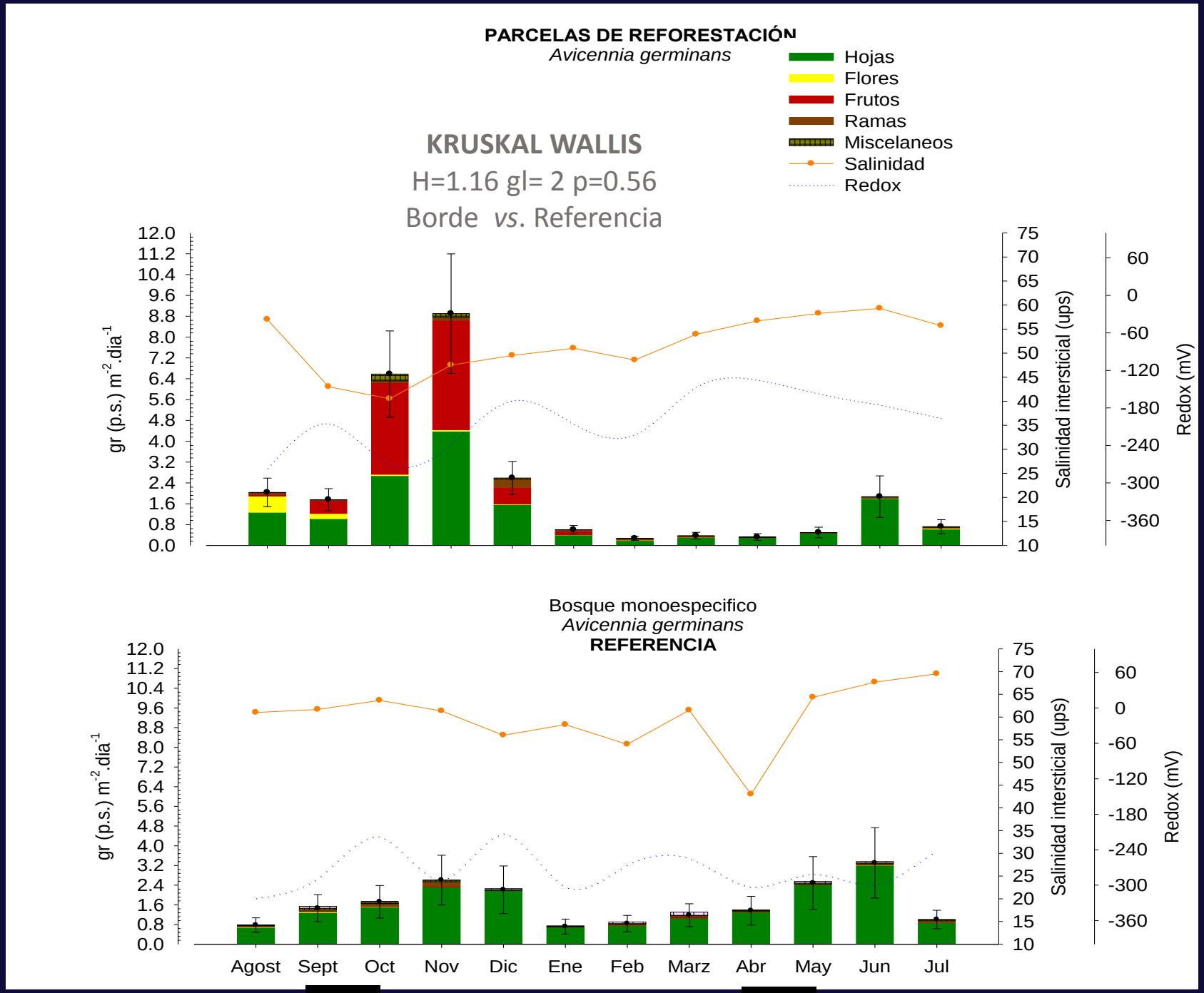
10 AÑOS DESPUÉS



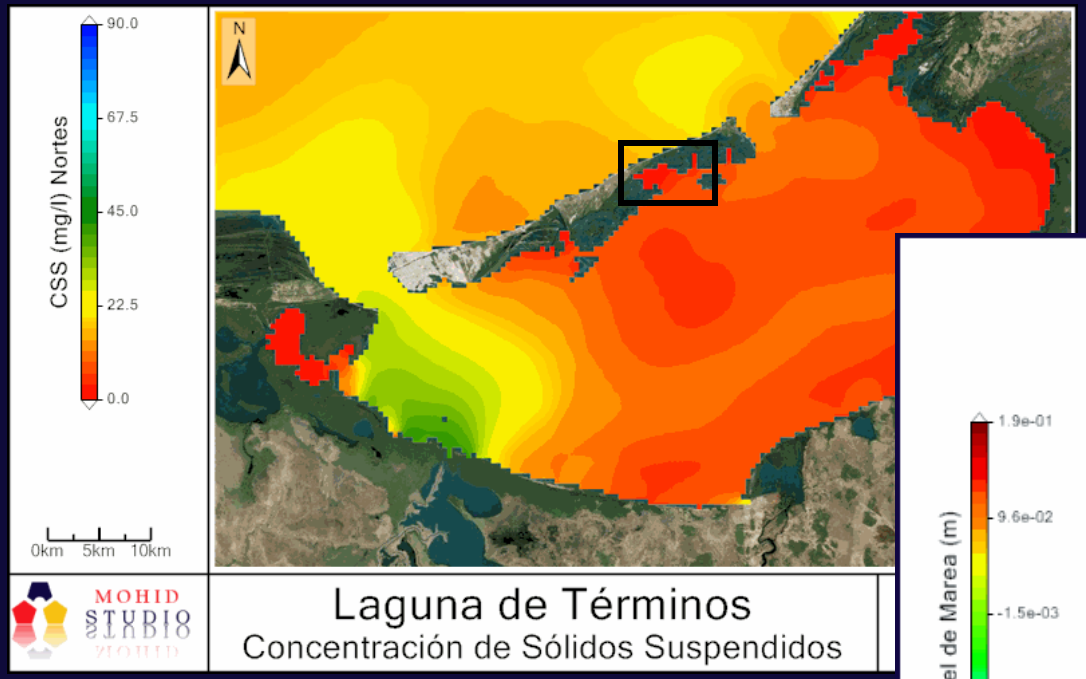
CLASIFICACÍÓN DE TENDENCIAS EN EL TIPO FISONOMICO PARCELAS REFORESTADAS

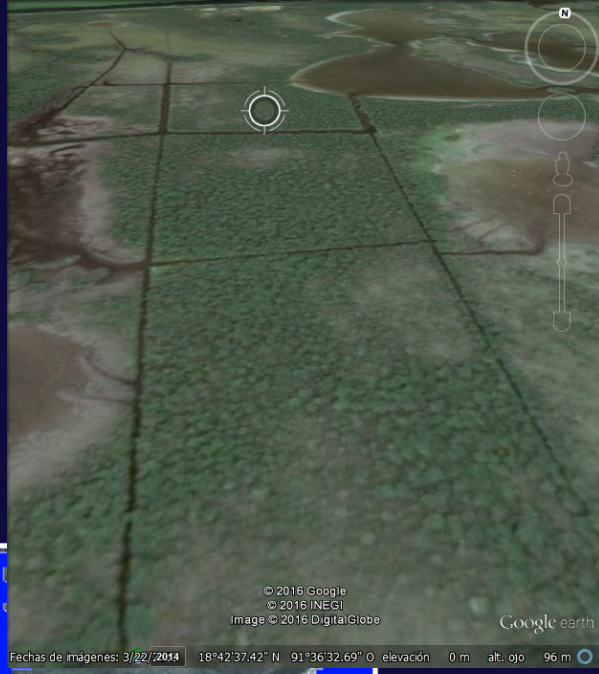
Parcela	Tendencia al tipo de Bosque	Bosques de control	Distancia al cuadrado	Probabilidad
P1	Borde	Borde	3.205	0.553
		Matorral	3.628	0.447
P2	Borde	Borde	357.091	0.915
		Matorral	361.848	0.085
P3	Borde	Borde	1.719	0.557
		Matorral	2.177	0.443
P4	Borde	Borde	1.146	0.614
		Matorral	2.072	0.386
P5	Borde	Borde	0.537	0.632
		Matorral	1.622	0.368
P6	Borde	Borde	1.782	0.652
		Matorral	3.041	0.348
P7	Borde	Borde	0.697	0.527
		Matorral	0.909	0.473
P8	Borde	Borde	3.616	0.684
		Matorral	5.163	0.316
P9	Borde	Borde	1.030	0.579
		Matorral	1.666	0.421
P10	Borde	Borde	182.146	0.708
		Matorral	183.917	0.292

VALIDACIÓN DEL PROGRAMA DE RESTAURACIÓN:
7 años después



Ejemplo 1. Restauración Laguna de Términos



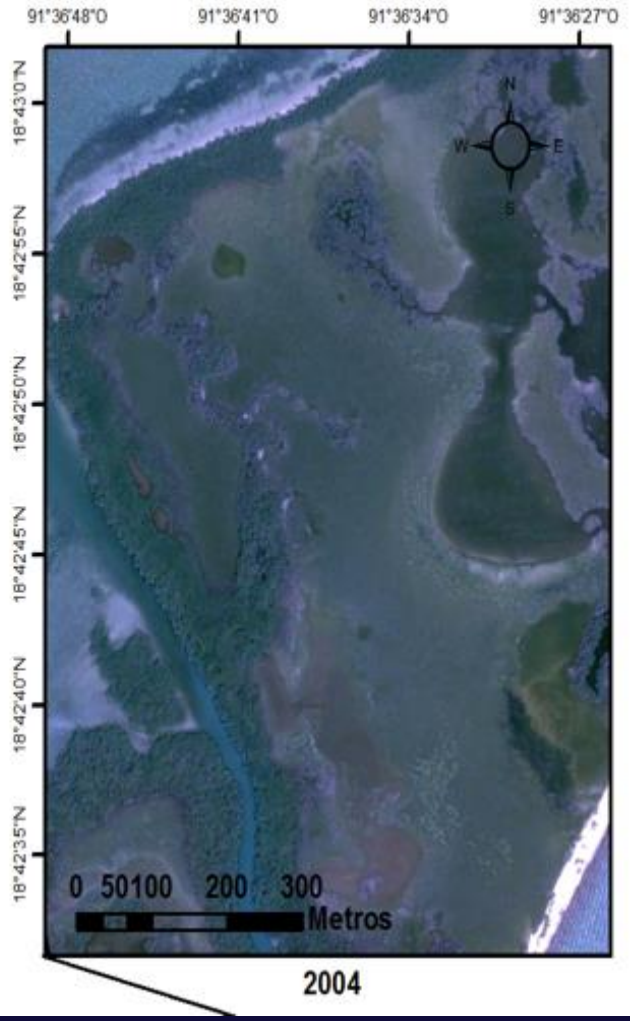


Modelo hidrodinámico (Hidroperíodo)

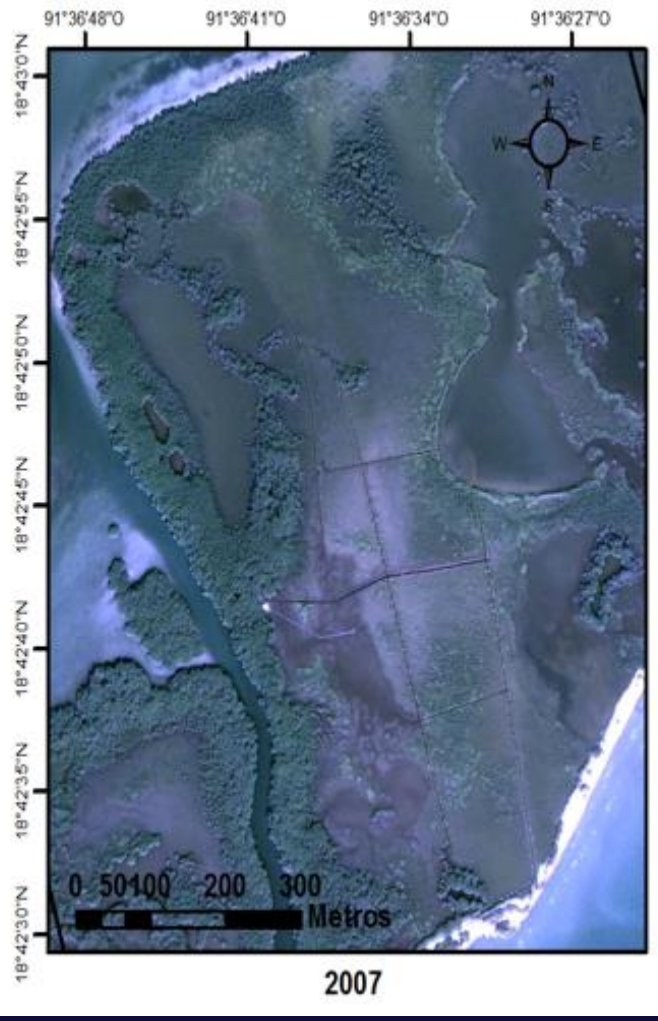
Simulación del hidroperíodo antes de la restauración

Simulación del hidroperíodo con la restauración

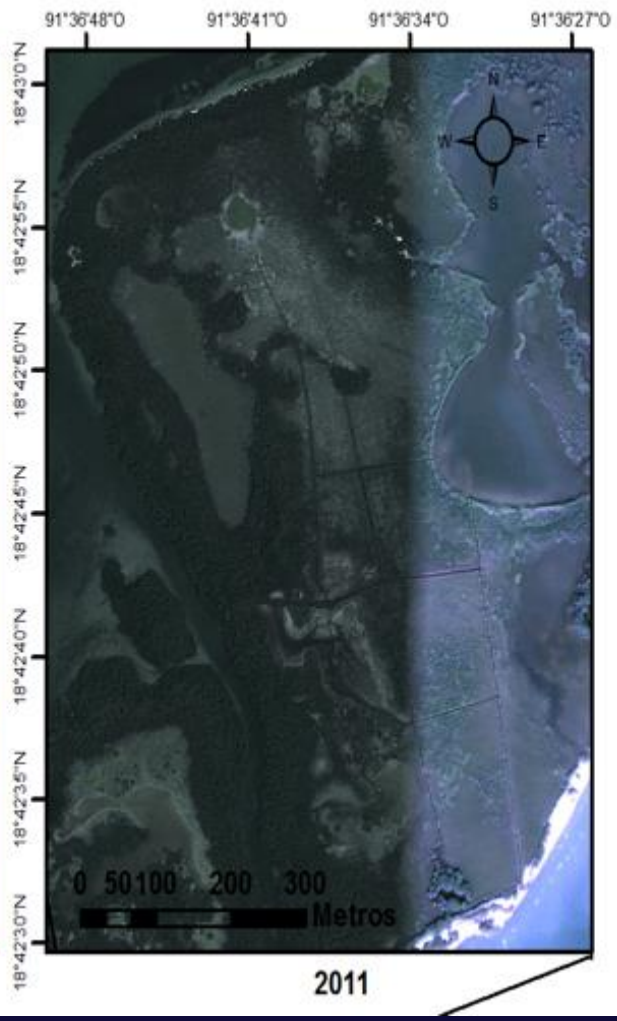
Los modelos hidrodinámicos y de mareas son una herramienta indispensable para la predicción de los cambios en el hidroperíodo de los humedales bajo medidas de restauración hidrológica y efectos de cambio climático.



2004



2007



2011

2016

Restauración Ecológica en el Ecosistema de Mangle en la Zona Aledaña al Centro de Comunicación y Cultura de la Conservación (CCCC) Isla Jaina, mediante el empleo de Modelos de circulación Hidrodinámica en el Municipio de Hecelchakan, Campeche

Área total: 600 ha

6 Canales principales (2 m x 1.5 m)

69 Canales secundarios (1.0 m x 1.5 m)

Desazolve de canales

62 plataformas: en lagunas (2.5 x 70 m) y en canales 2.5 m 4,400m

2 Mantenimiento de canales

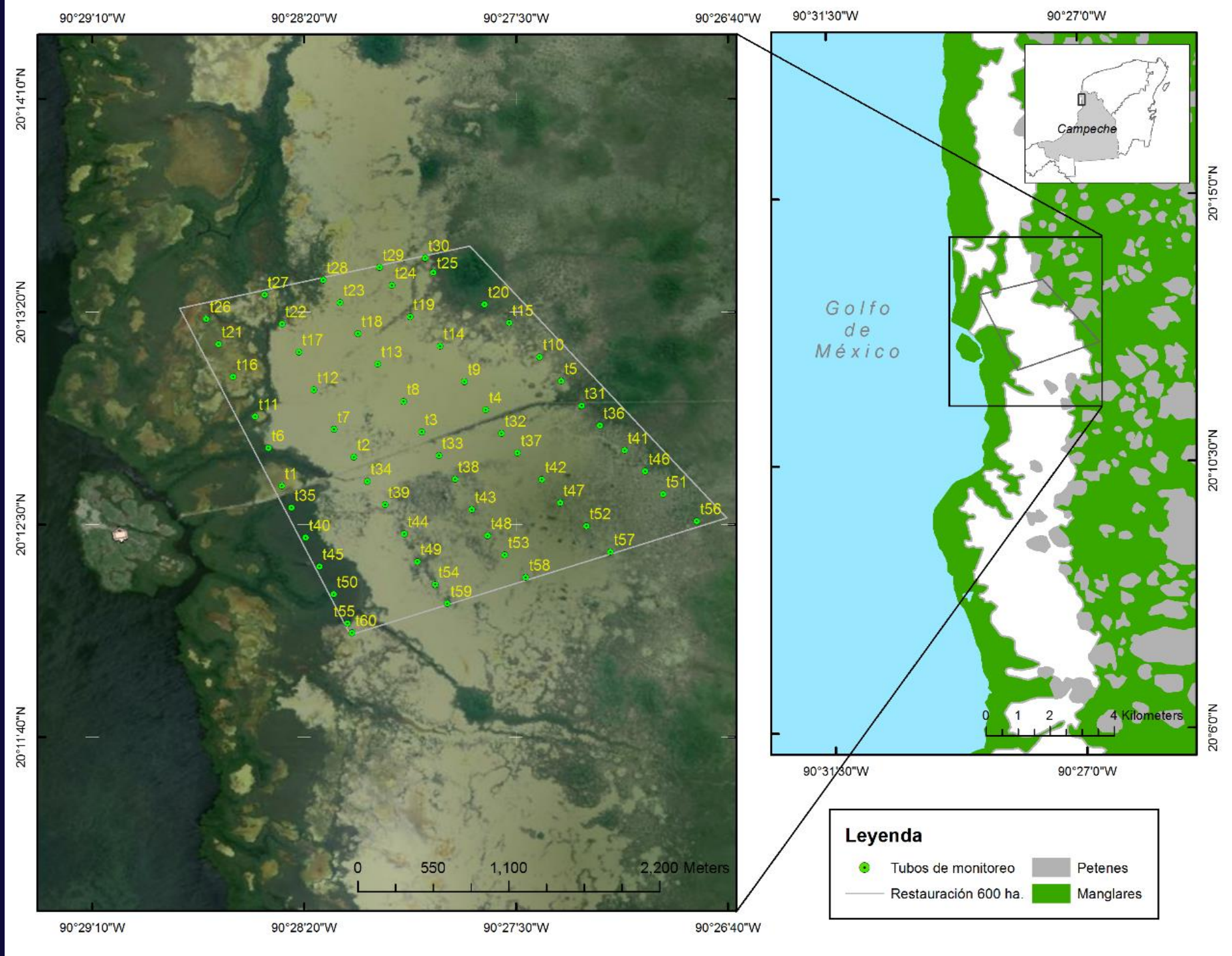
Reforestación, regeneración

BENEFICIOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y ECOLÓGICOS GENERADOS POR EL PROYECTO

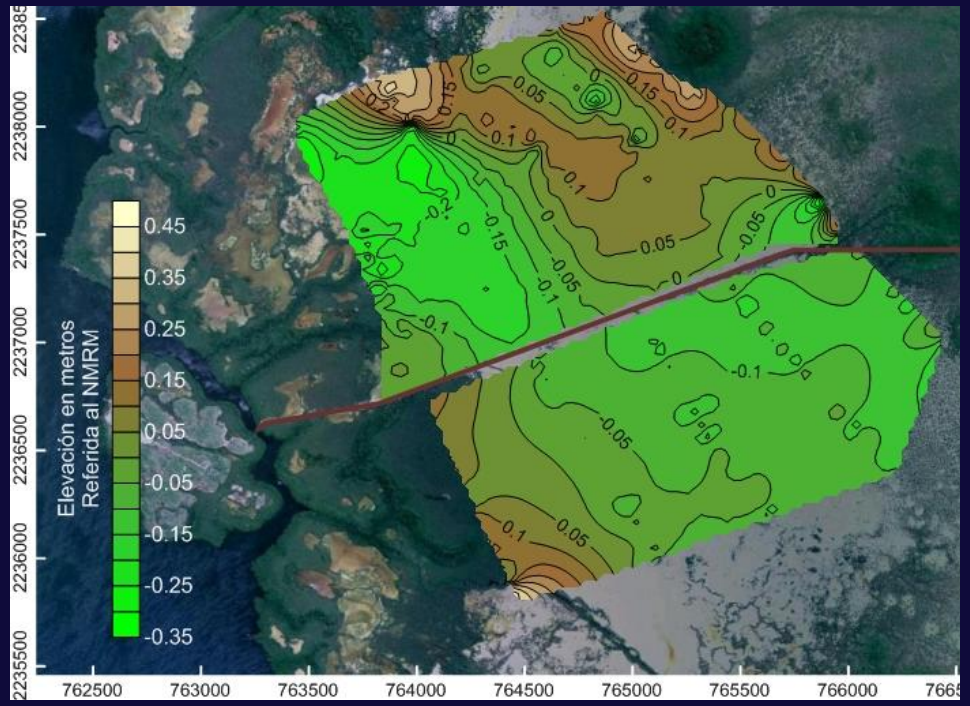
CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

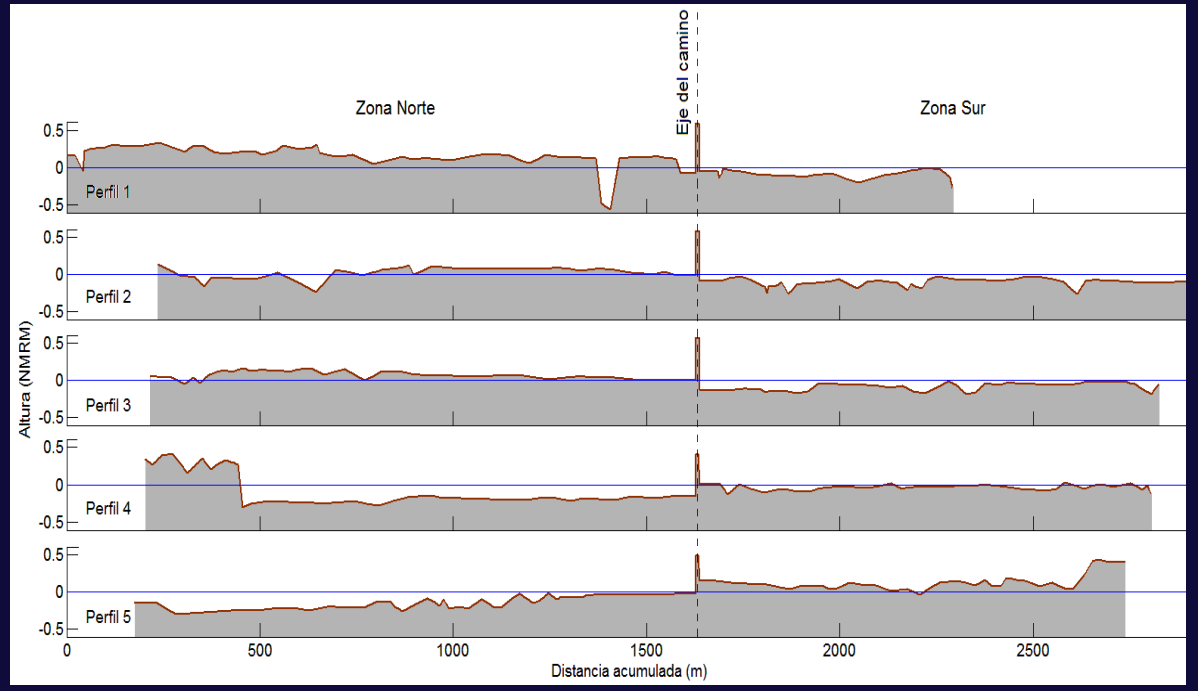
BENEFICIOS-	DIRECTOS
SOCIALES **Dzotzil, Chunkana, Hecelchakan, Pomuch**	Nueva fuente de trabajo "*mangleros*"
	Incremento del nivel económico local 54%/pago de 80 jornaleros ($17´280,000)
ECOLÓGICOS	Incremento en la cobertura vegetal
	Retorno y mantenimiento de los usos y servicios
CIENTIFICOS/ACADÉMICOS	Generación de conocimiento y validación a mayor escala (Investigación cientifica)
	Especialista a nivel medio superior e investigadores
COLABORACIONES INSTITUCIONES/ÁREAS CORRELACIONADAS	CONANP, INAH, INE, SEMARNAT,SMAAS, PROFEPA, UNIVERSIDADES NACIONALES (UNAM, BUAP)
EDUCACION Y CULTURA AMBIENTAL	

RESTAURACIÓN DIRECTA (600 HA) E INDIRECTA (< 1000)

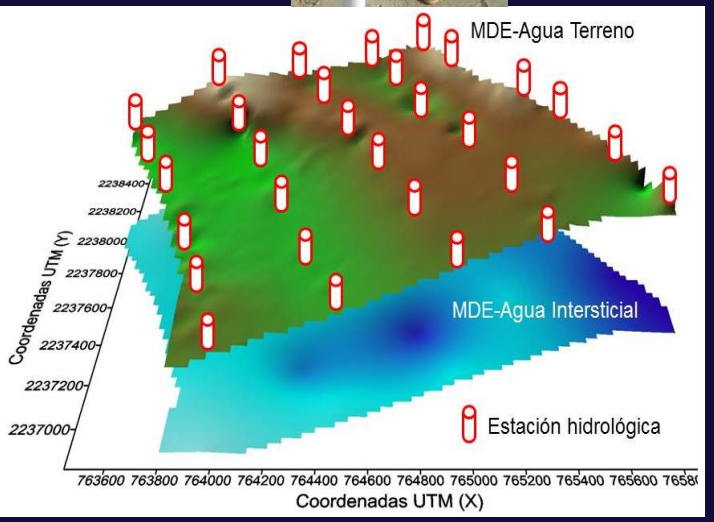


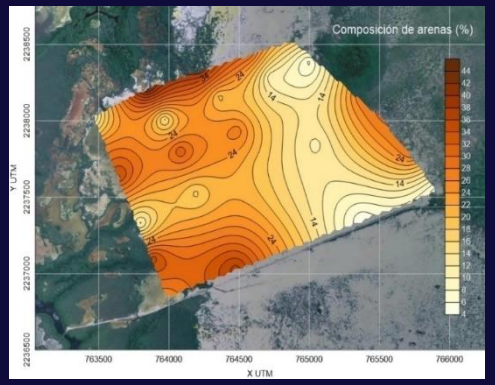
DISTRIBUCIÓN MICROTOPOGRAFICO

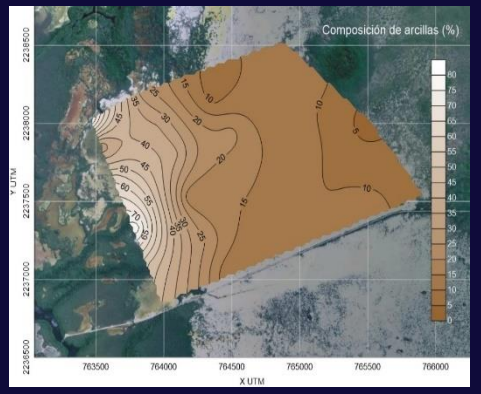


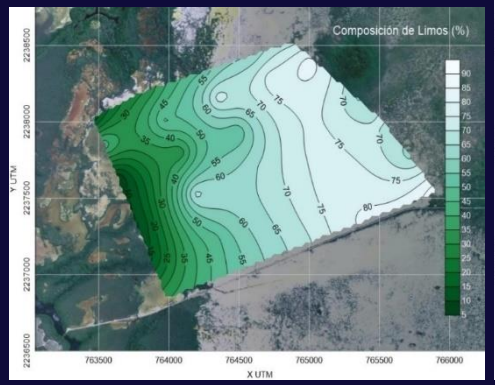


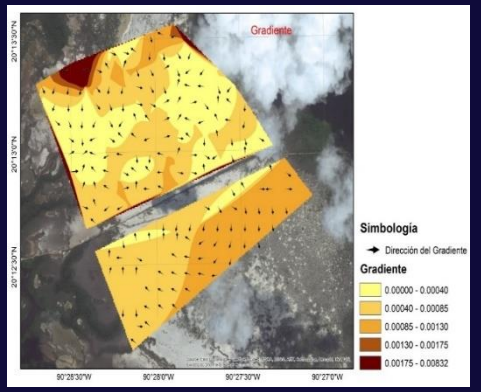
MODELO HIDROLÓGICO



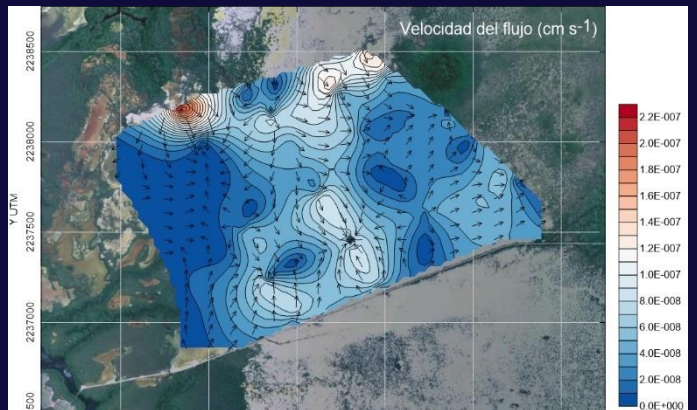




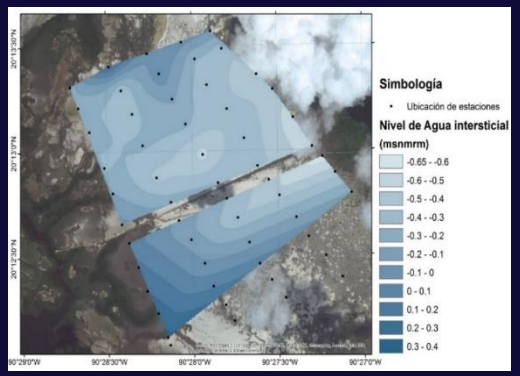




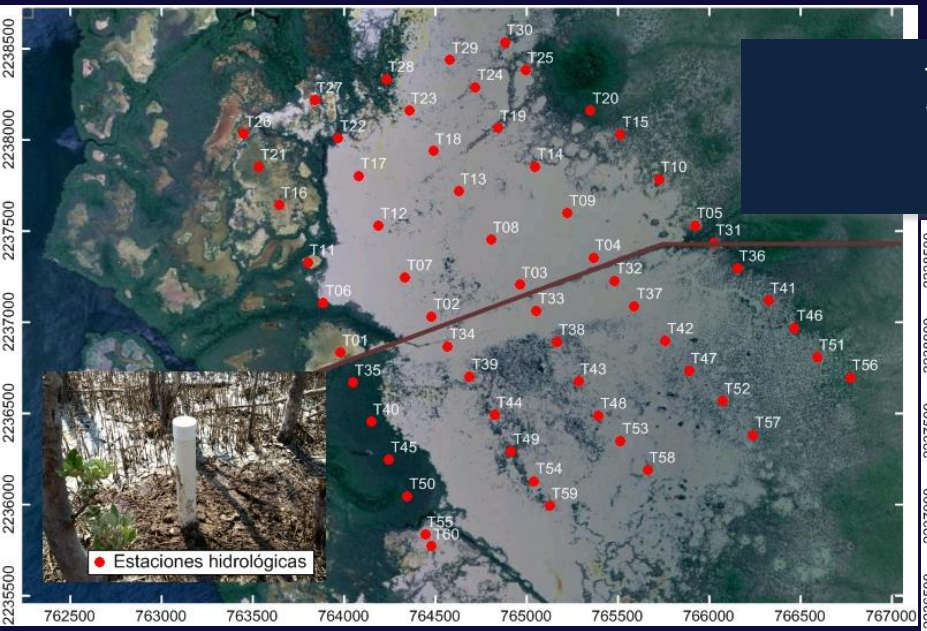
Gradiente hidráulico del agua intersticial

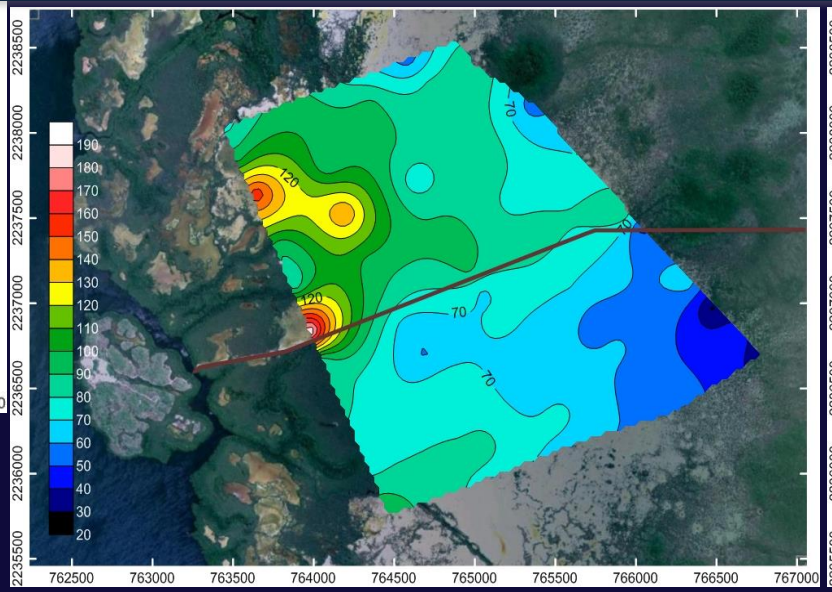


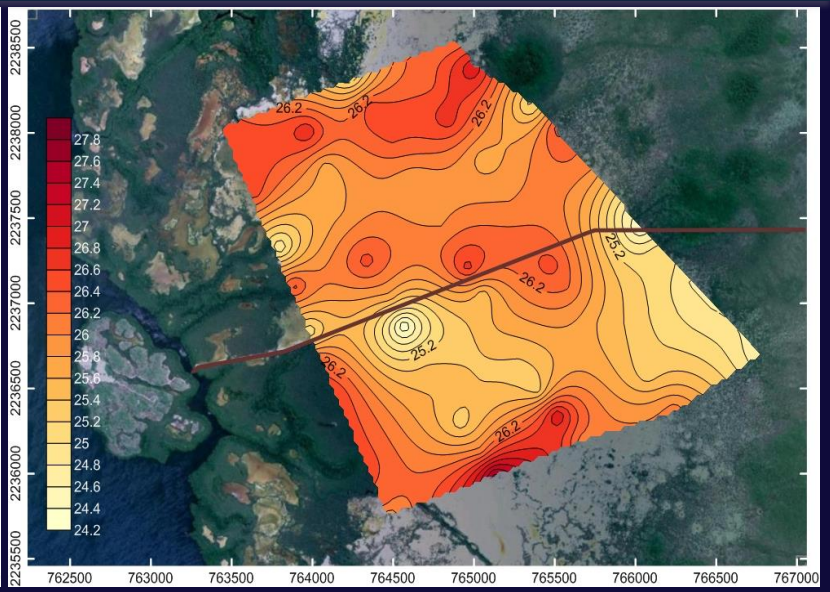
Modelo digital de elevación del agua intersticial referido al NMRM



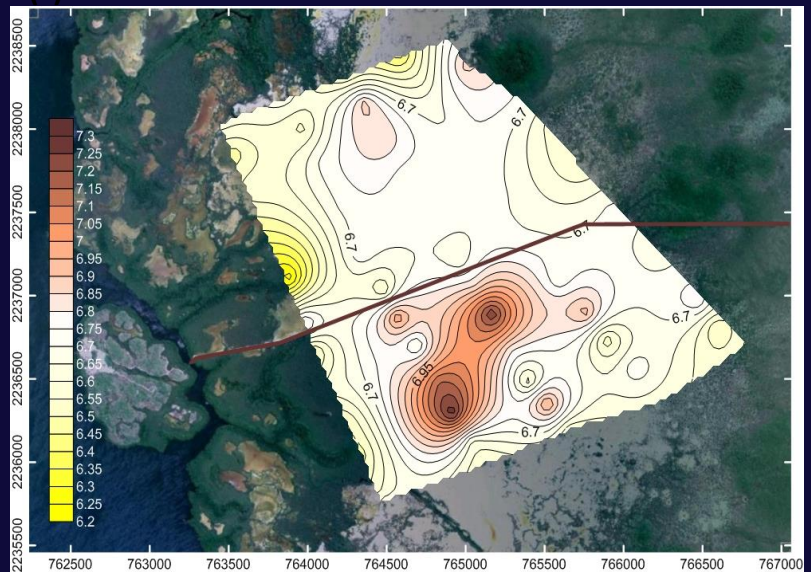
PARÁMETROS QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL AGUA INTERSTICIAL



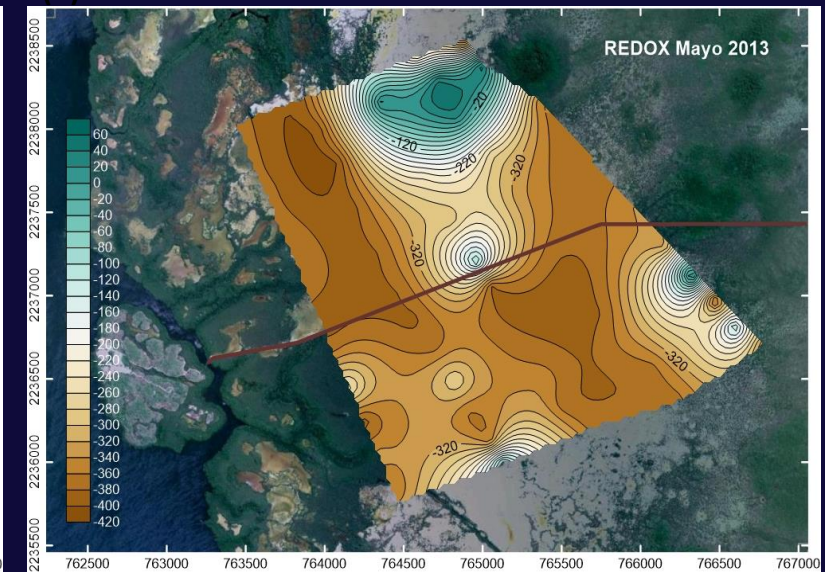




(c)



(d)

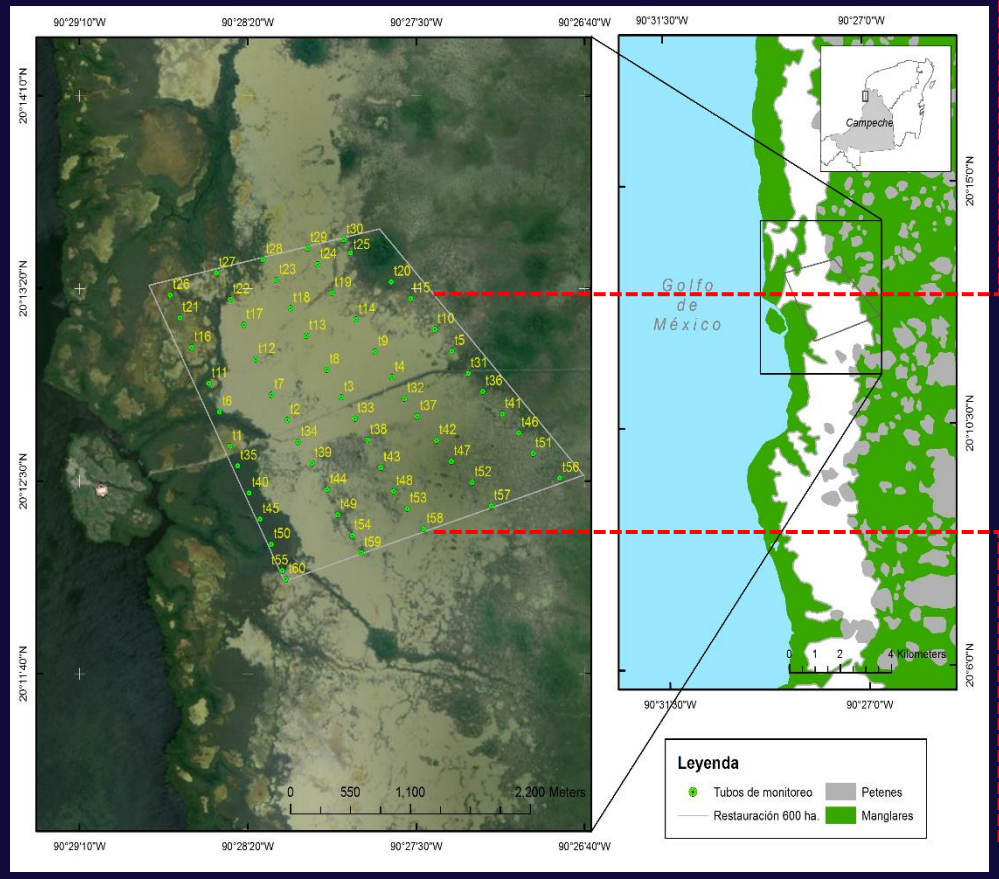


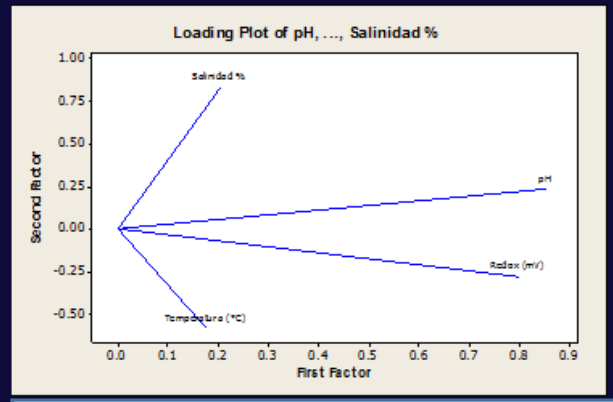
Análisis multifactorial clásico con rotación de varimax (AFCV), aplicado parámetros químicos en sedimento de bosques de mangle. Con una acumulación del 68 % de la varianza total en los primeros 2 factores en la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche.

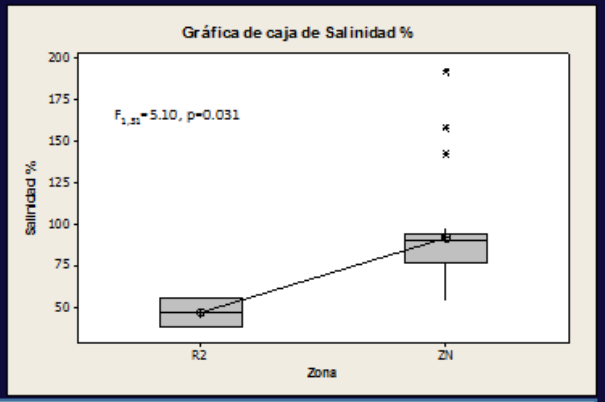
Parámetro	Factor 1(0.447)	Factor 2 (0.233)
Potencial redox (mV)	0.410	-0.720
MO (%)	-0.822	0.395
NT (%)	-0.814	-0.233
PT (%)	-0.297	-0.755

ANOVA de un factor entre los parámetros químicos en el sedimento de área de restauración (zona sur y norte) y bosques de referencia en la Reserva de la Biosfera los Petenes, Campeche.

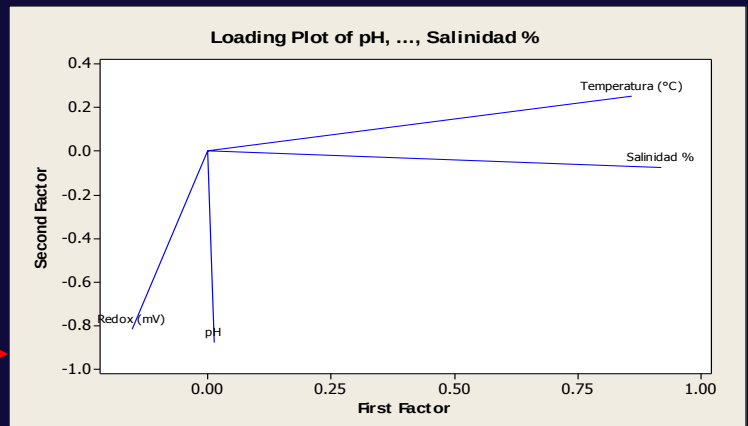
Parámetro de respuesta	Estadístico F	g (Factor, error)	Valor p
pH	3.24	(5,59)	0.02
Redox (mV)	8.71	(5,59)	0.0001
% MO	6.29	(5,59)	0.0001
% NT	7.36	(5,59)	0.0001
% PT	6.70	(5,59)	0.0001



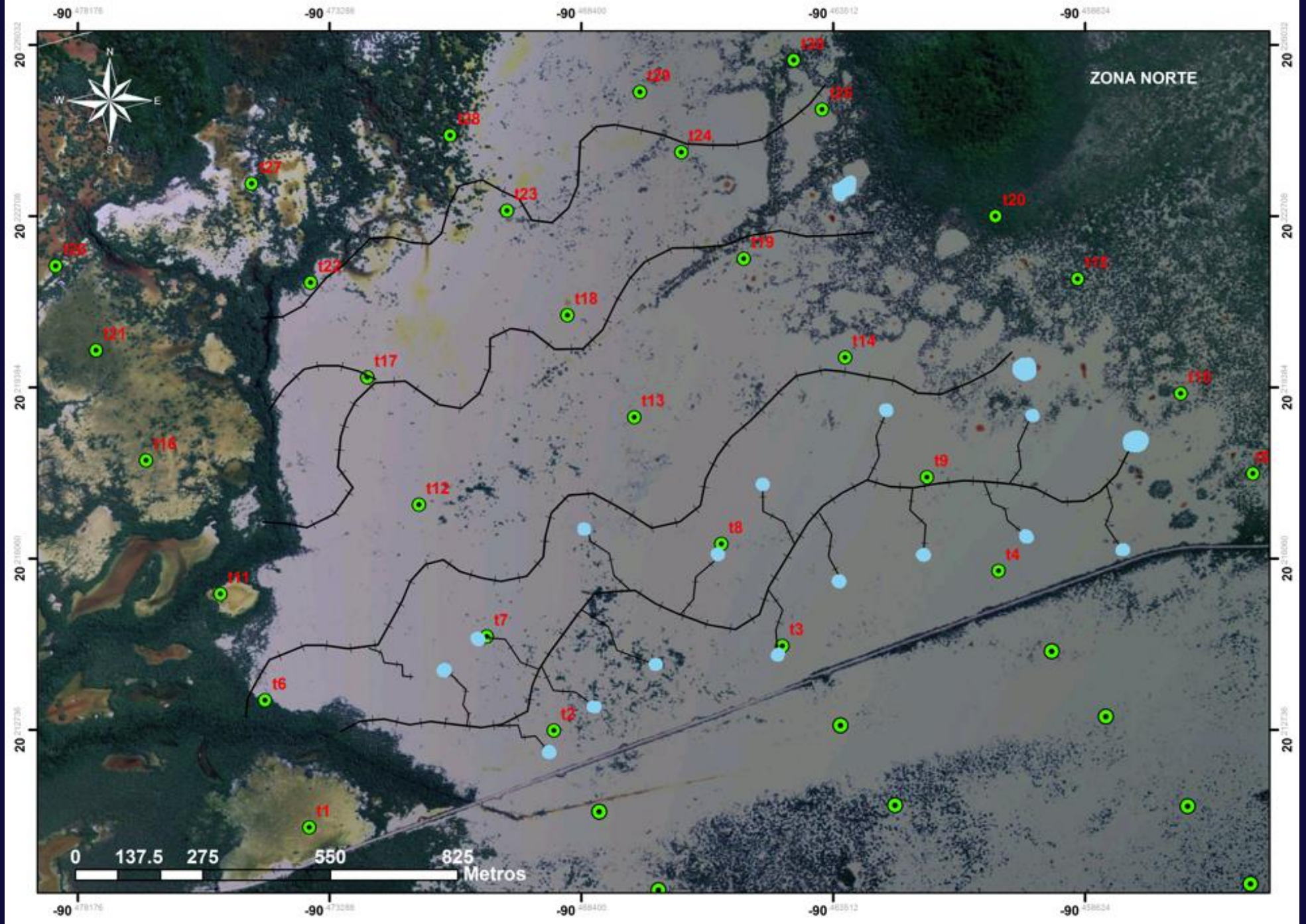




VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	COMUNALIDAD
pH	**0.853**	0.235	0.783
Potencial redox (mV)	**0.797**	-0.278	0.713
Temperatura (oC)	0.176	-0.580	0.368
Salinidad (UPS)	0.204	**0.832**	0.734
Varianza	1.435	1.161	2.597
% Var	0.359	0.290	0.649

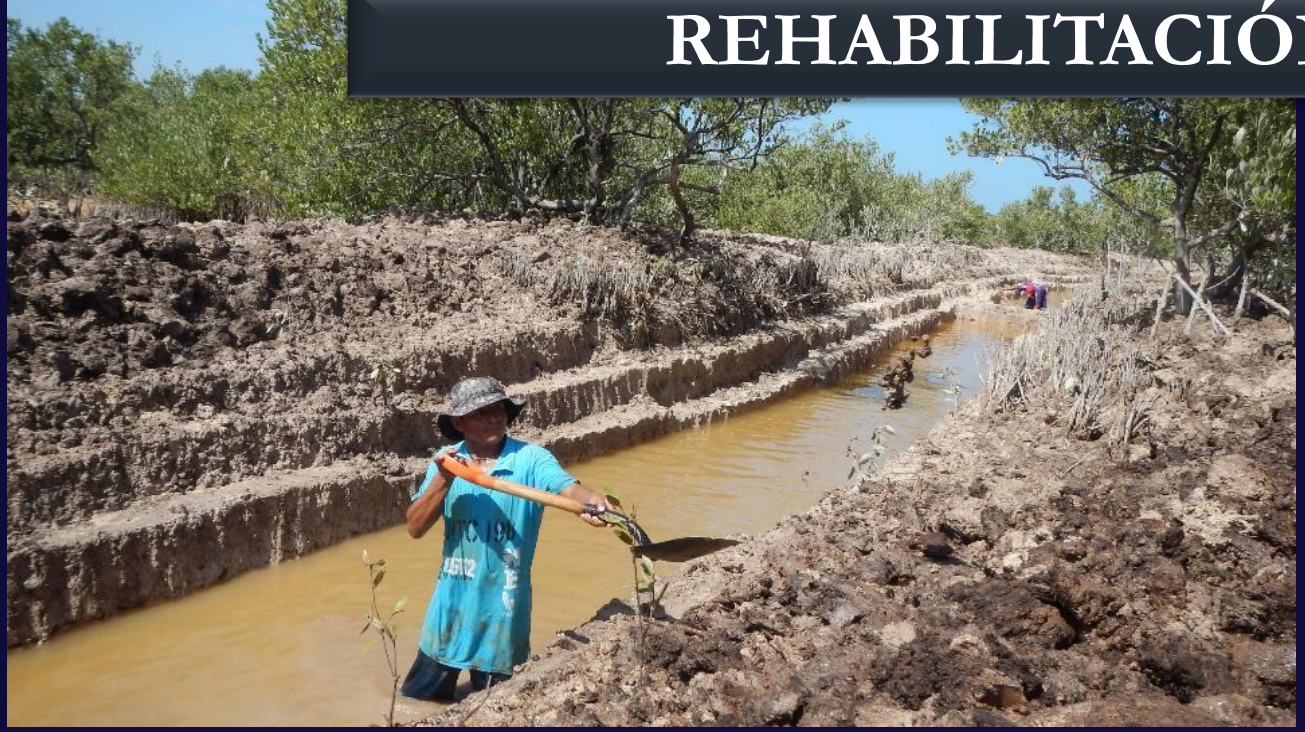


VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	COMUNALIDAD
pH	0.013	**-0.877**	0.770
Potencial redox (mV)	-0.155	**-0.820**	0.696
Temperatura (oC)	**0.861**	0.252	0.804
Salinidad (UPS)	**0.920**	-0.075	0.851
Varianza	1.610	1.511	3.122
% Var	0.403	0.378	0.781


ZONA NORTE
N
S
E
W
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
t9
t10
t11
t12
t13
t14
t15
t16
t17
t18
t19
t20
t21
t22
t23
t24
t25
t26
t27
t28
t29
0
137.5
275
550
825
Metros

CAPACITACIÓN/ REPARACIÓN DE CAMINO

REHABILITACIÓN HIDROLÓGICA



LAGUNA DE SEDIMENTACIÓN

PLATAFORMAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE

Relleno: 10,000 m^3
Construcción: 30 000 m^2
Dimensiones de las plataformas:
Canal 1: 2 400 m de largo por 3 m da ancho y 0.2 m de alto.
Canal 2: 2 600 m de largo por 3 m de ancho y 0.2 m de alto.

USO DE MADERA

Para construcción de las plataformas se utilizaron aproximadam
tablas de 2.5 m de largo por 0.12 m de ancho y 0.025 m de espes
de 1.2 m de largo por 0.05 m de ancho

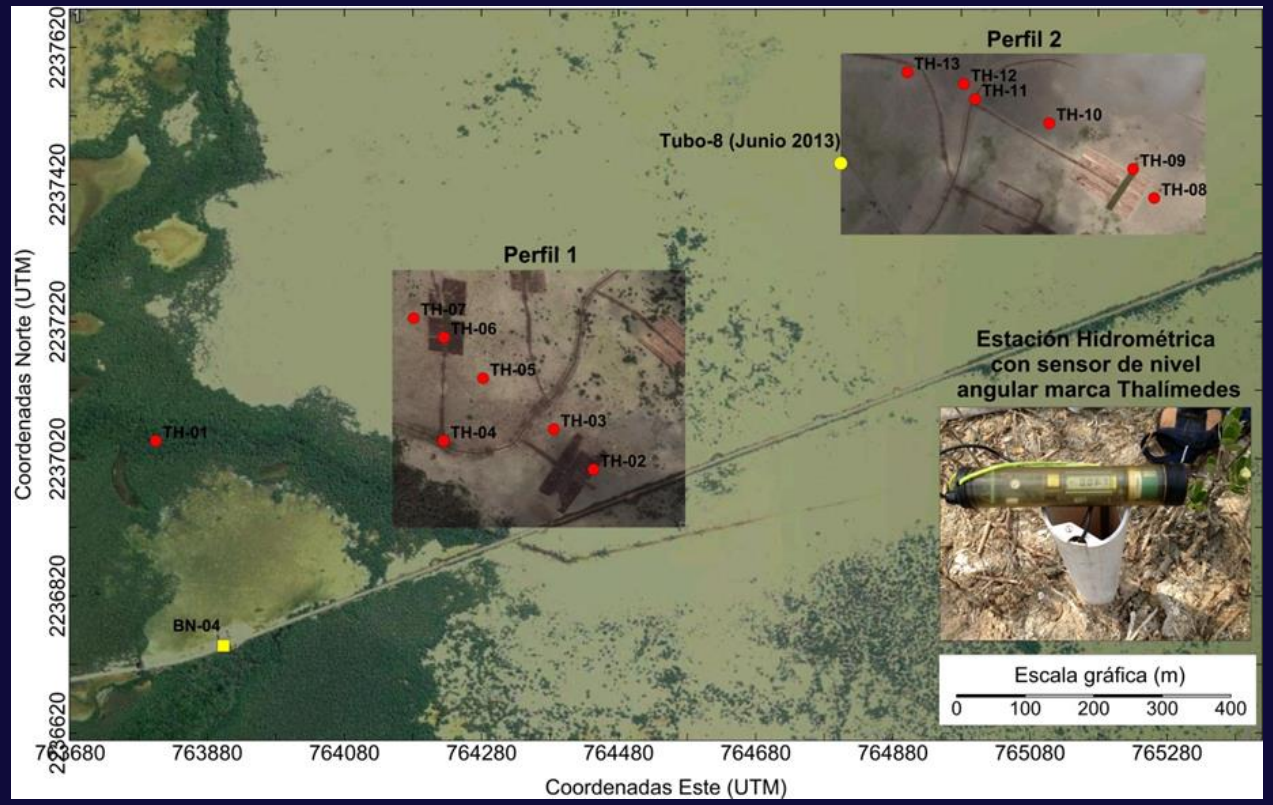
FORESTACIÓN, REFORESTACION, Y REGENERACIÓN

Colecta de 120,252 hipocotilos canal_plataforma

Forestados: a una distancia de 1 x 1 m entre plántulas

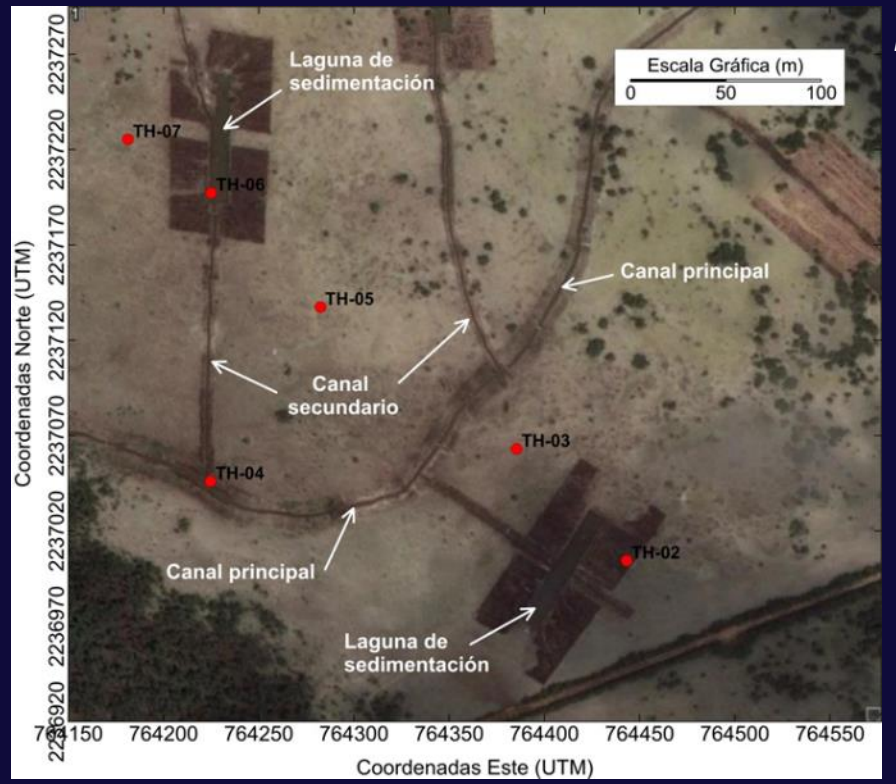
Parámetro	Área de Restauración		Área de mangle muerto adyacente al área de restauración	
Salinidad (ups)	63	9	76	23
pH	6.9	0.1	6.7	0.1
Temp oC	29.1	0.5	30.6	0.3
Potencial redox (mV)	-318.5	41.2	-366.6	8.6

Cambios del hidroperíodo bajo el funcionamiento de los canales de marea en la zona norte

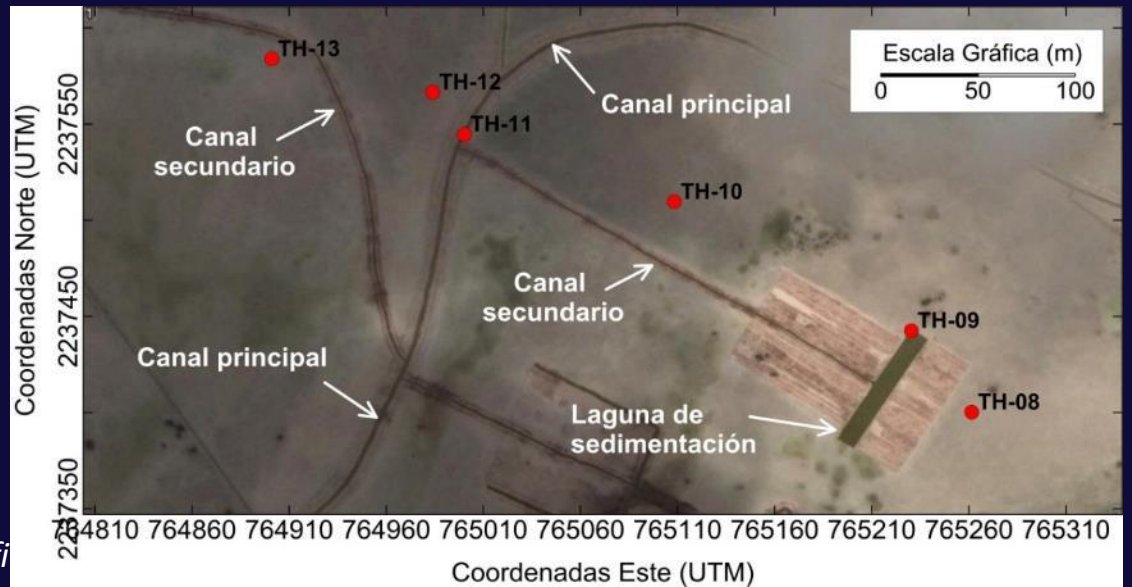


Red de estaciones hidrométricas sobre dos perfiles.

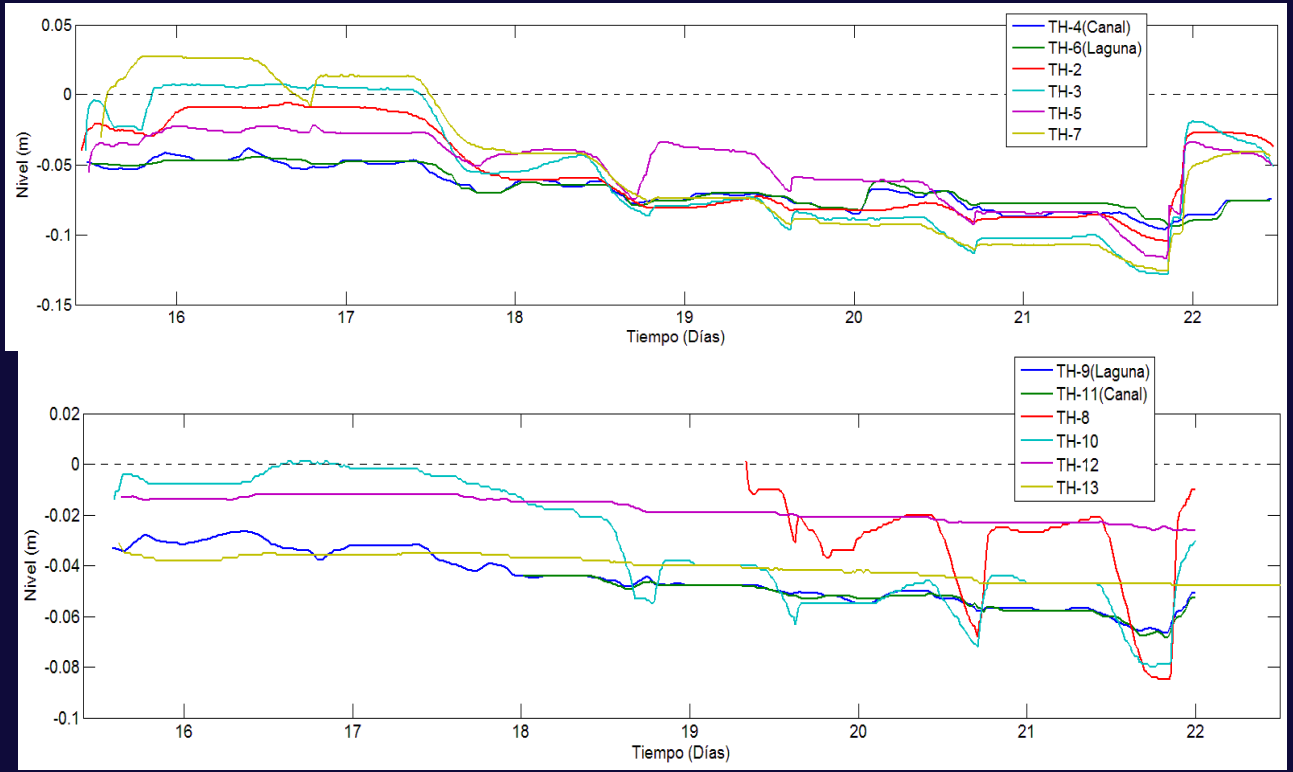
Perfil 1



Perfil 2

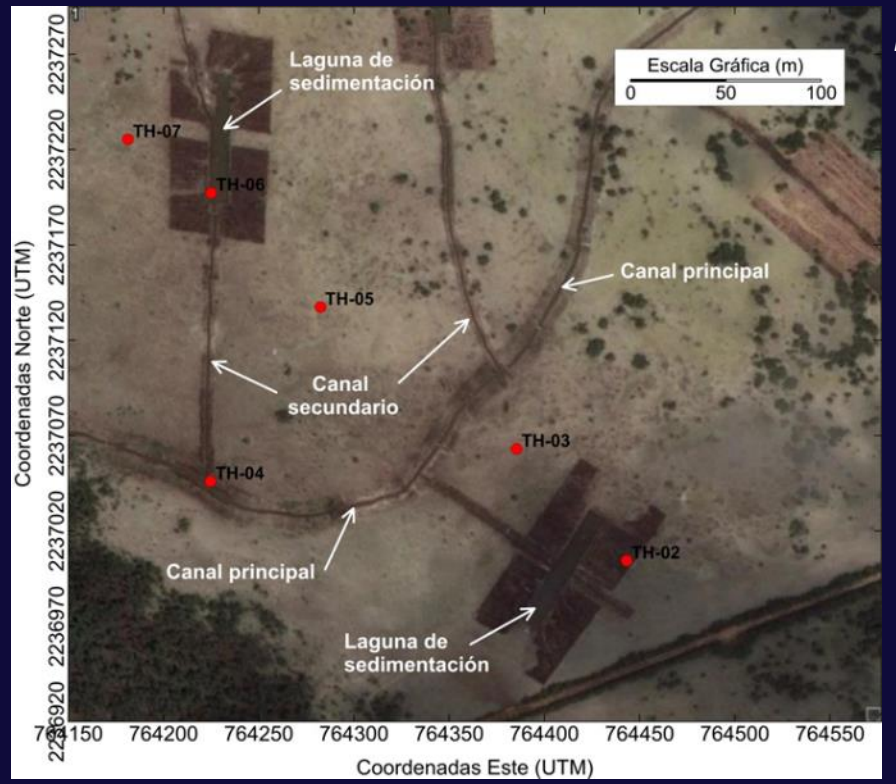


Variaciones del nivel agua intersticial respecto al forzamiento por marea (agosto 2014)

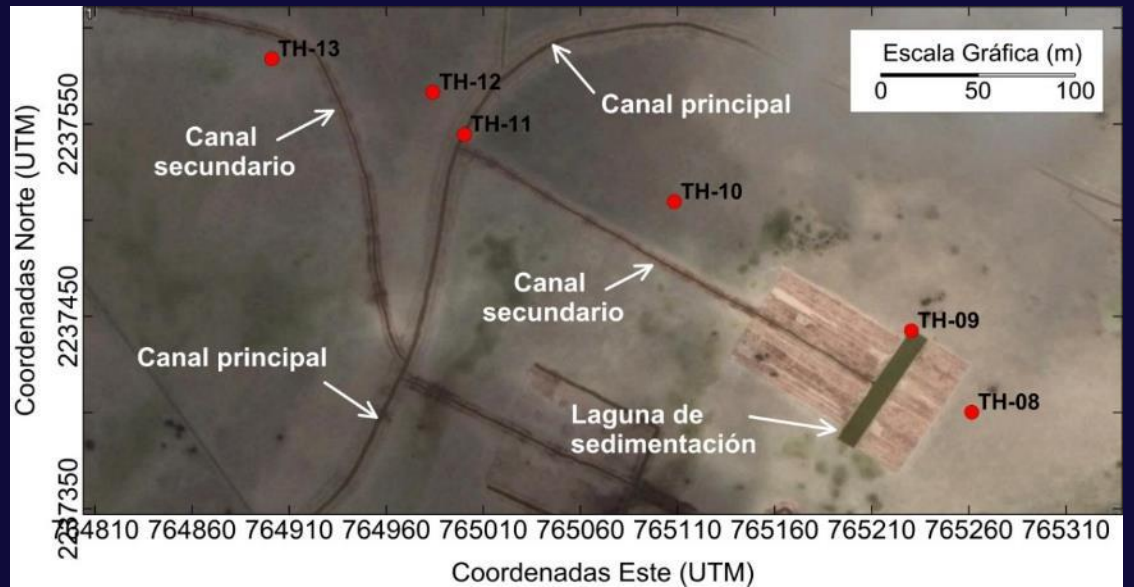


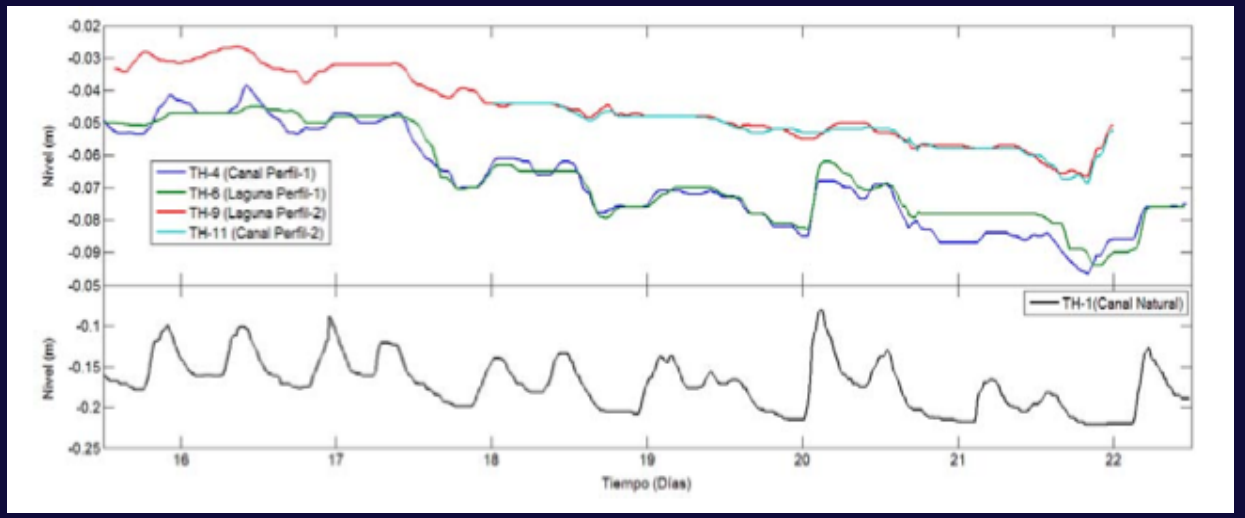
Registro de nivel del agua intersticial y canales de marea de las estaciones correspondientes al perfil 1 (arriba) y perfil 2 (abajo).

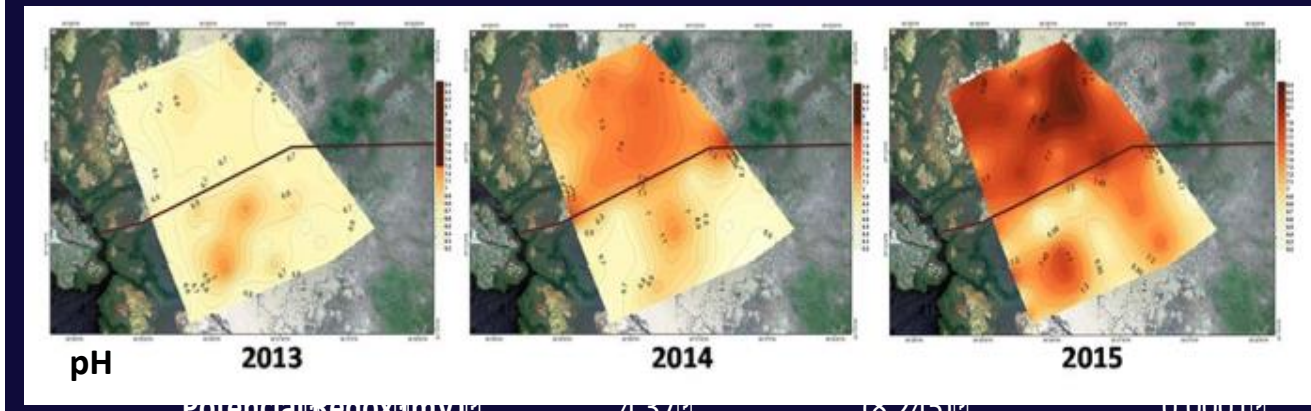
Perfil 1



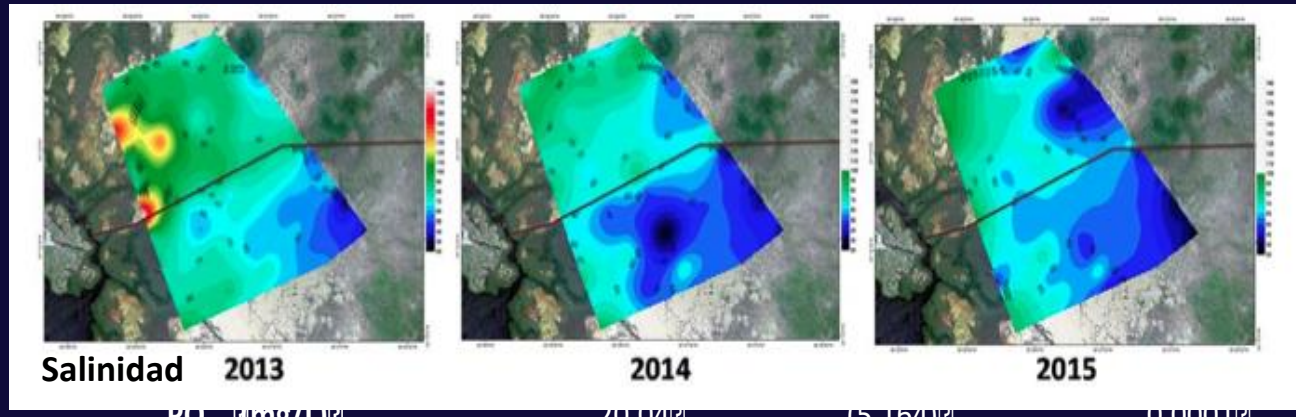
Perfil 2



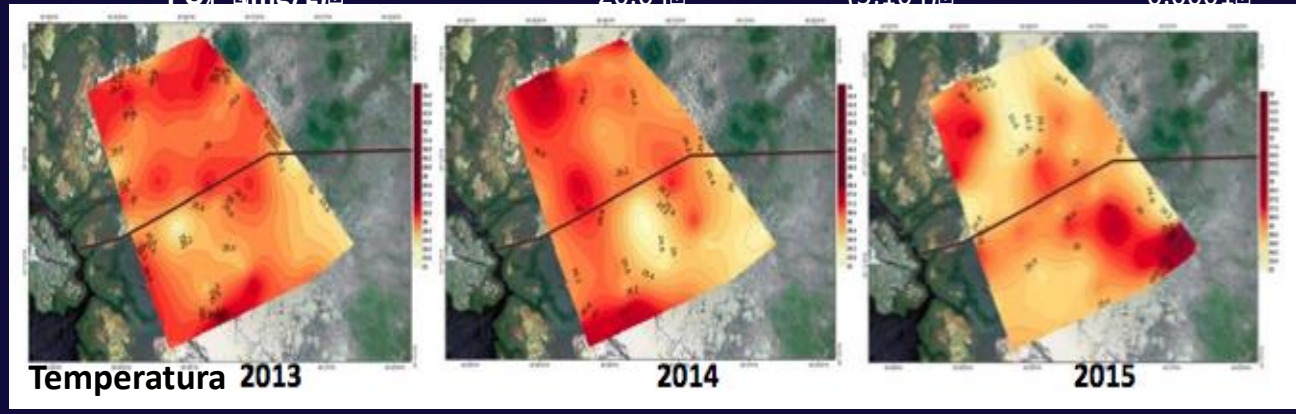




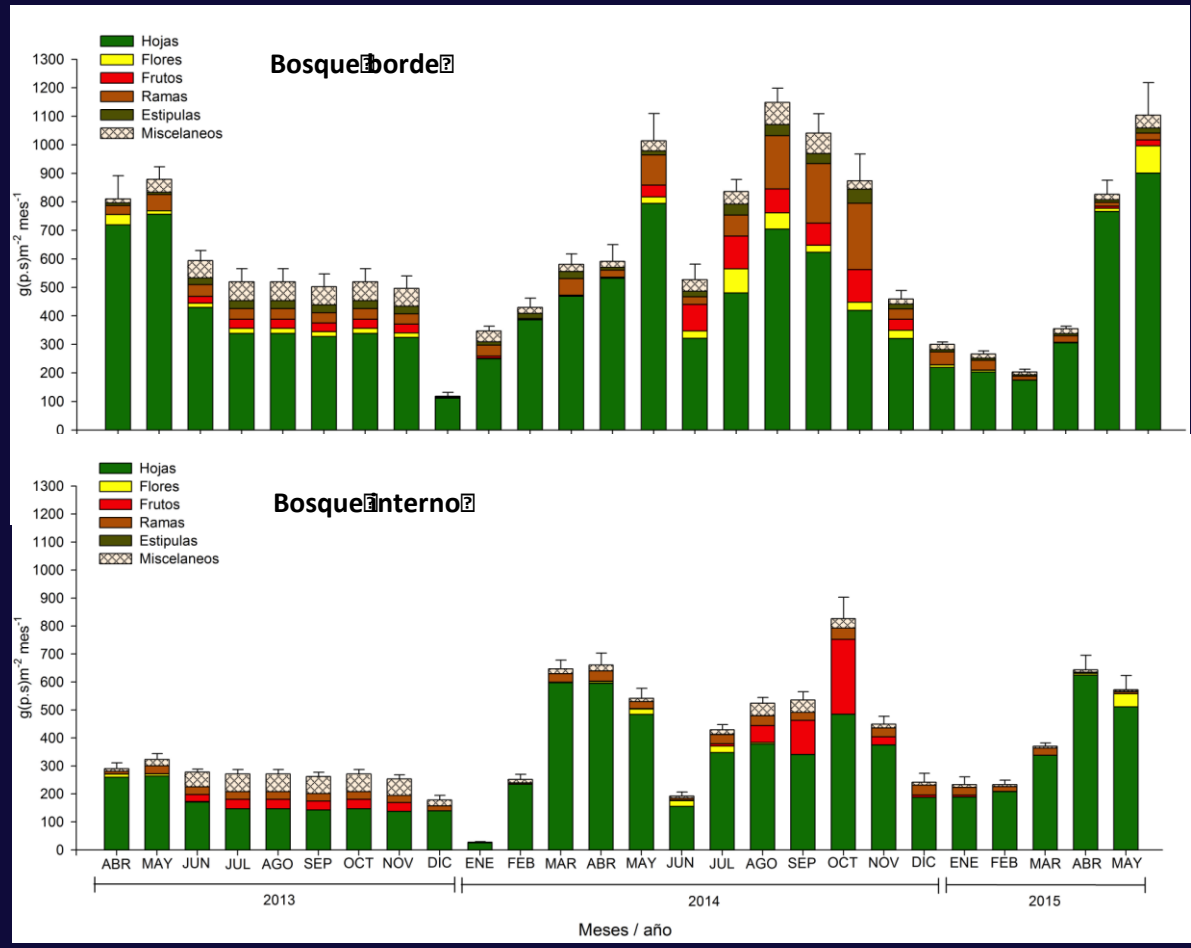
Potencial Redox (mV) 4.37 (8,245) 0.0001



PO_4 (mg/L) 20.04 (5,164) 0.0001

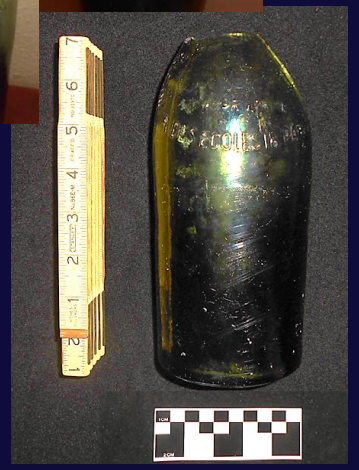


PRODUCCIÓN DE HOJARASCA/FENOLOGÍA
RESTAURACION INDIRECTA
SUR



VESTIGIOS

Dra. María Rosario Domínguez.
Centro de Investigaciones Históricas y Sociales



Botella de vidrio.
Familia: Moldeado.
Grupo: Sódico (Na).
Tipo: Verde olivo (Olive Green/G-262).
Variedad: Sin decoración.
Forma: botella.
Observaciones: La botella presenta la marca de fabricación, aunque está incompleta debido a la fragmentación de la misma, se puede apreciar el lugar de procedencia, el uso o empleo de la botella y la época de fabricación.

- VIN TANNIQUE DE BA
- E. Ditely
- PROPIETAIRI
- R. DESÉCOLES 18 PARIS

2014
Jaina
Image © 2016 DigitalGlobe
Google earth