

# *Programa Integral de Manejo y Conservación de la zona de manglar del Estado de Campeche: Vulnerabilidad al Cambio climático, restauración*

Claudia Maricusa Agraz Hernández, Juan Osti Sáenz, , Jordan Reyes Castellano, Gilberto Matínez Muñoz, Gilberto Expósito Díaz, Carlos Chan Keb, Gerardo Martínez Kumul, Cinthia May Herrera

[clmagraz@uacam.mx](mailto:clmagraz@uacam.mx)





**COBERTURA DE MANGLE A NIVEL MUNDIAL**  
(152,361 *km²*) Spalding y Collins, 2010

| País             | Cobertura de mangle<br>(km2) | Proporcional<br>% |
|------------------|------------------------------|-------------------|
| Indonesia        | 31,894                       | 20.9              |
| Brazil           | 13,000                       | 8.5               |
| Australia        | 9910                         | 6.5               |
| <b>México</b>    | <b>7701</b>                  | <b>5.0</b>        |
| Nigeria          | 7356                         | 4.8               |
| Malaysia         | 7097                         | 4.7               |
| Myanmar          | 5029                         | 3.3               |
| Bangladesh       | 4951                         | 3.2               |
| Cuba             | 4944                         | 3.2               |
| India            | 4326                         | 2.8               |
| Papua New Guinea | 4265                         | 2.8               |
| Colombia         | <b>4079</b>                  | <b>2.7</b>        |

| Península de<br>Yucatán/ Estados<br>(55%) | Cobertura de mangle<br>(km²) | Proporcional<br>% |
|-------------------------------------------|------------------------------|-------------------|
| Campeche                                  | 194,190                      | 25.2              |
| Quintana Roo                              | 129,921                      | 16.9              |
| Yucatán                                   | 99,640                       | 12.9              |
|                                           |                              |                   |
| Pacífico Norte<br>(24.5%)                 |                              |                   |
| Nayarit                                   | 71,742                       | 9.3               |
| Sinaloa                                   | 80,597                       | 10.5              |
|                                           |                              |                   |
| Pacifico Sur                              |                              |                   |
| Chiapas                                   | 41,540                       | 5.4               |
|                                           |                              | 80%               |

# CAUSAS: DESERTIFICACIÓN

Granjas camaroneras



- Instalación de líneas eléctricas
- Construcción de infraestructura para el turismo
- Asentamiento urbanos



Aporte de agua residual

Variabilidad climática



Emisión de gases de invernadero, contribuyendo con un 20% de emisiones annual)

- Caminos, terraplenes, pasillos, marinas, canales, dragados, aeropuertos costeros, planta de tratamiento, etc.



Actividad petrolera



Extracción de la sal

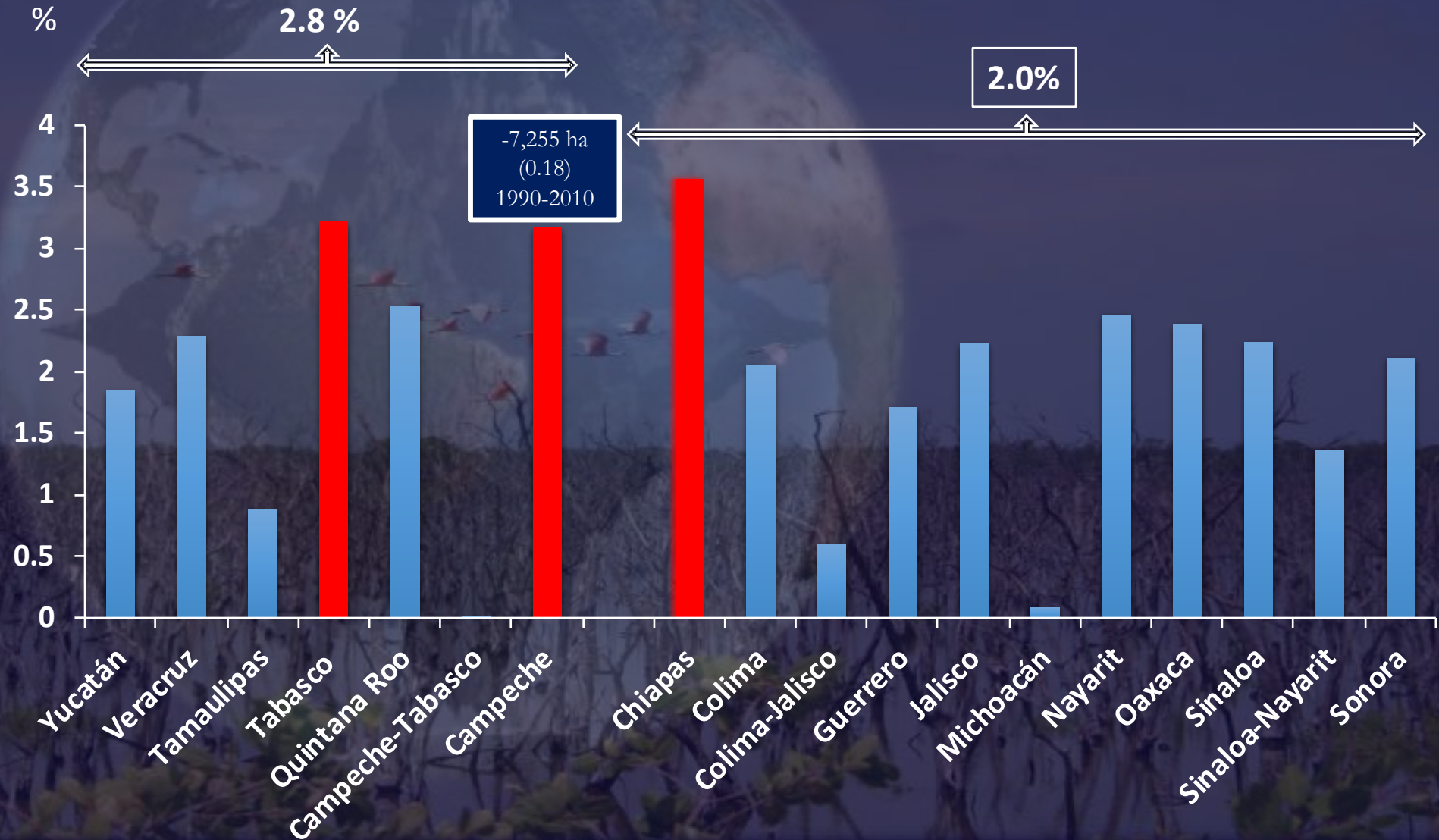


Construcción de presas



# TASAS DE PÉRDIDA ANUAL DE SUPERFICIE DE MANGLE EN MÉXICO

INE (2005) periodo 1976-2000; Agraz Hernández *et al.* (2010)







CARACTERIZACIÓN DIAGNÓSTICO MONITOREO:  
ESTADO DE CAMPECHE(13 AÑOS)

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

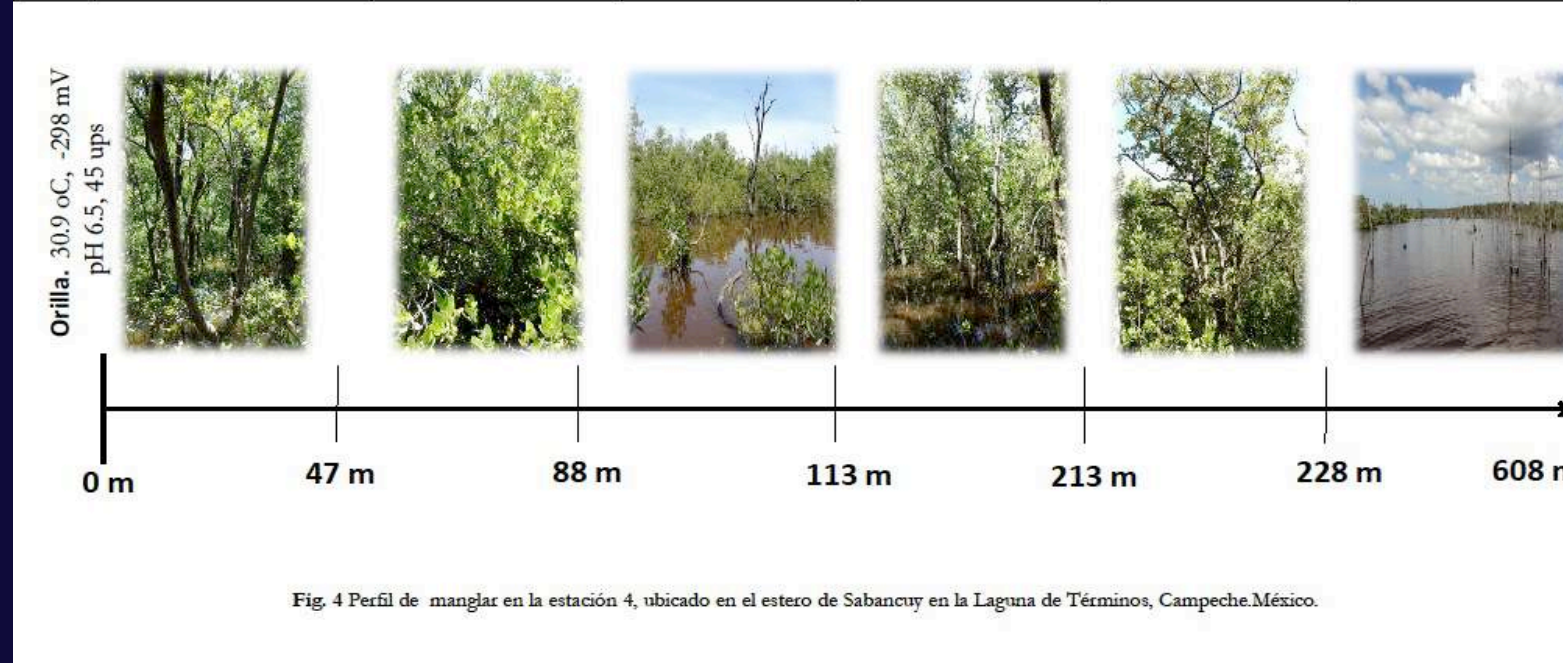
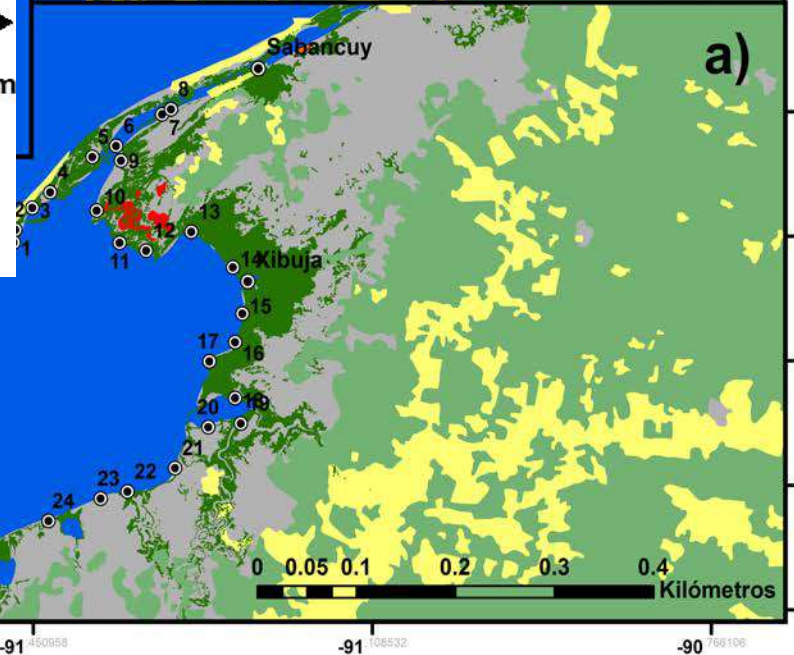
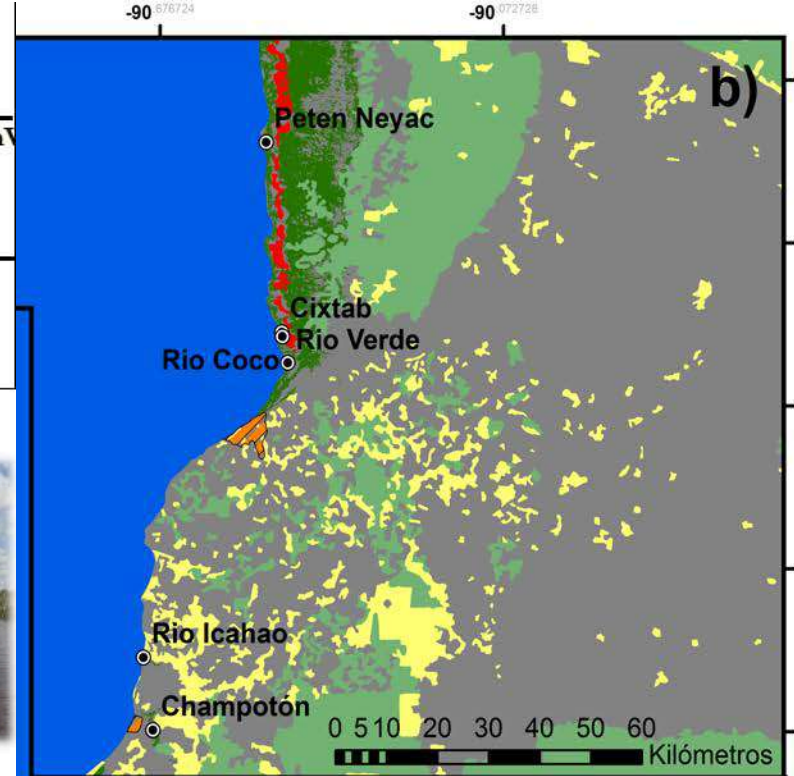
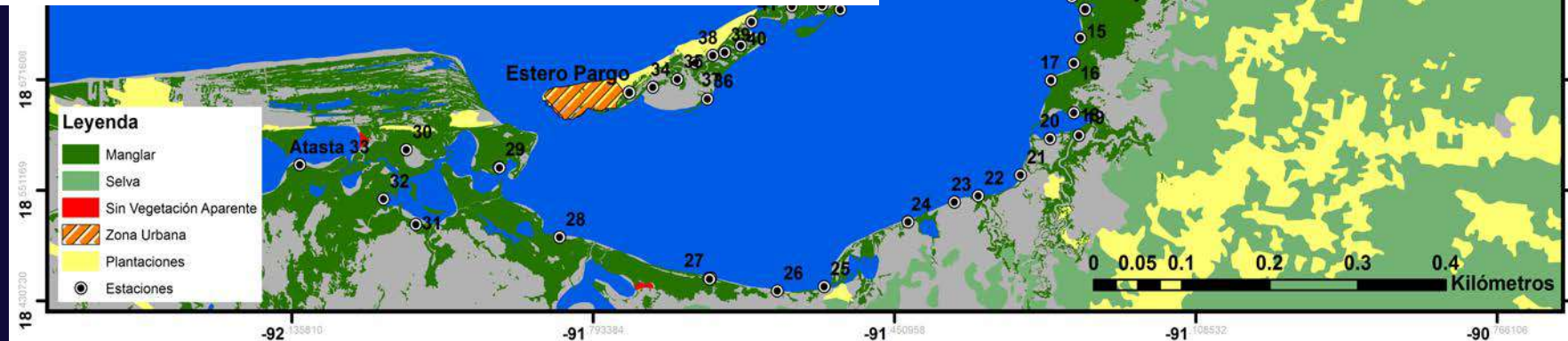


Fig. 4 Perfil de manglar en la estación 4, ubicado en el estero de Sabancuy en la Laguna de Términos, Campeche.México.





# PERFILES DE VEGETACIÓN (UAM-LARGO PLAZO)

Estructura forestal

Cuadrantes por punto central

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

Pneumatoforos y lenticelas : Densidad y altura  
(10%)

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

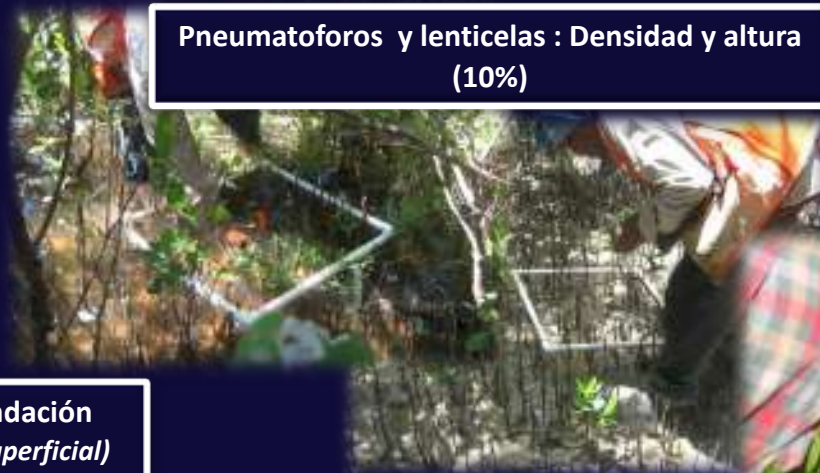
Producción primaria

Nivel de inundación  
(intersticial y superficial)  
Cota fija

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

Densidad Maderable

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

$\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  
 $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$

$\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$

Materia Orgánica,  
Carbono Orgánico

Potencial Redox y  
salinidad

Densidad aparente y  
color (Munsell)

Nitrógeno total  
(MicroKjedhal)

Fósforo disponible  
(Bray -1)

Tasa de sedimentación

Microtopografía  
Corrección al NMM

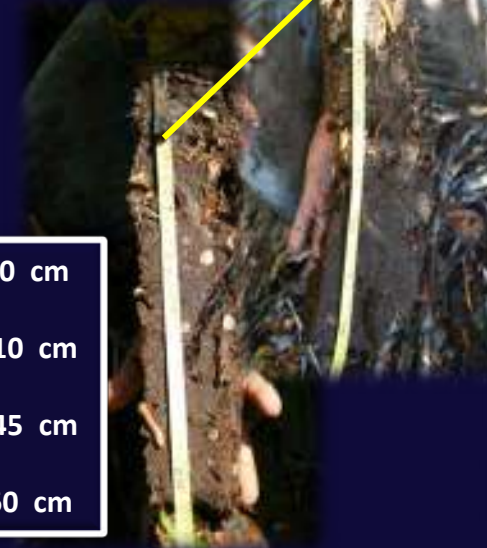


0 cm

10 cm

45 cm

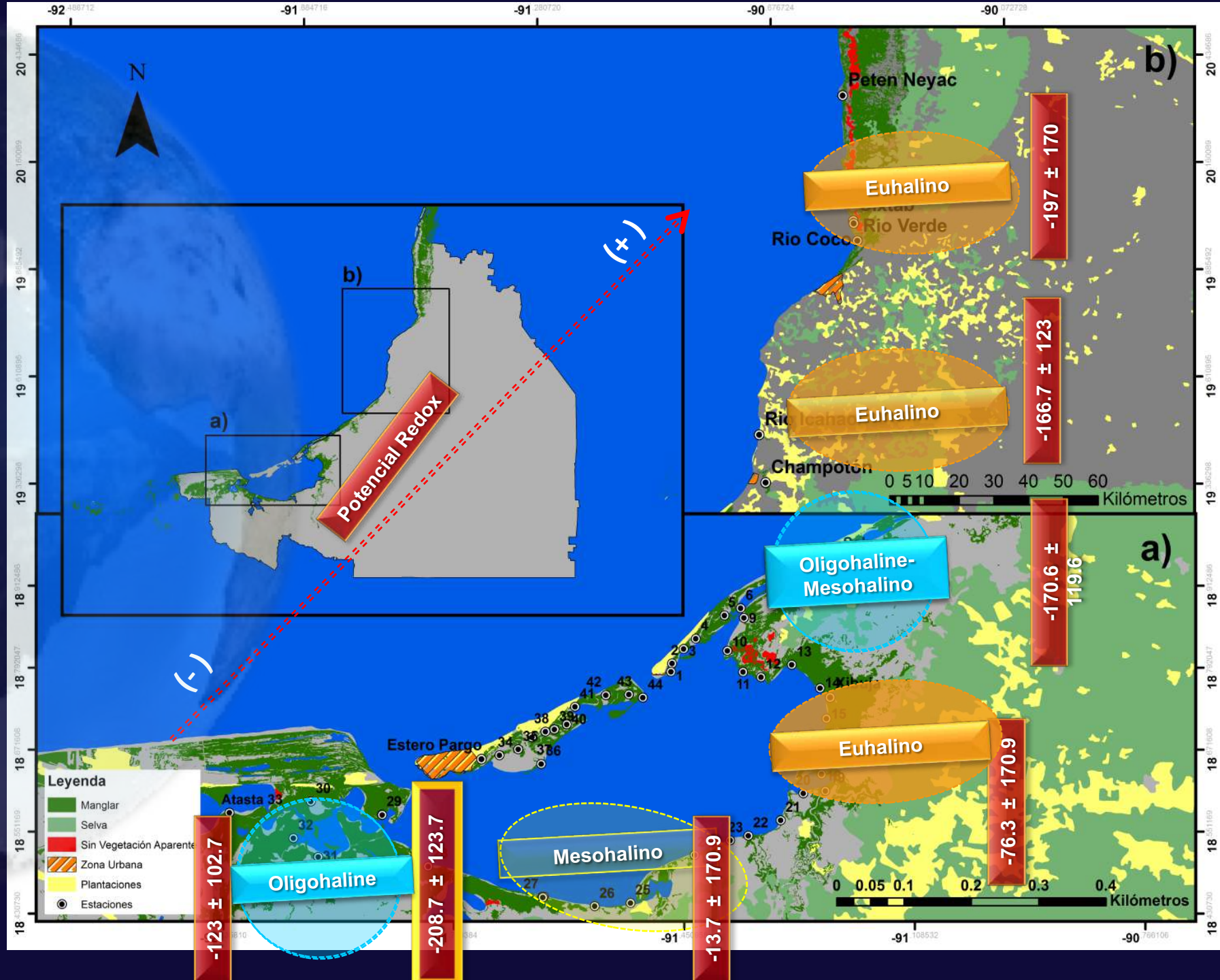
60 cm





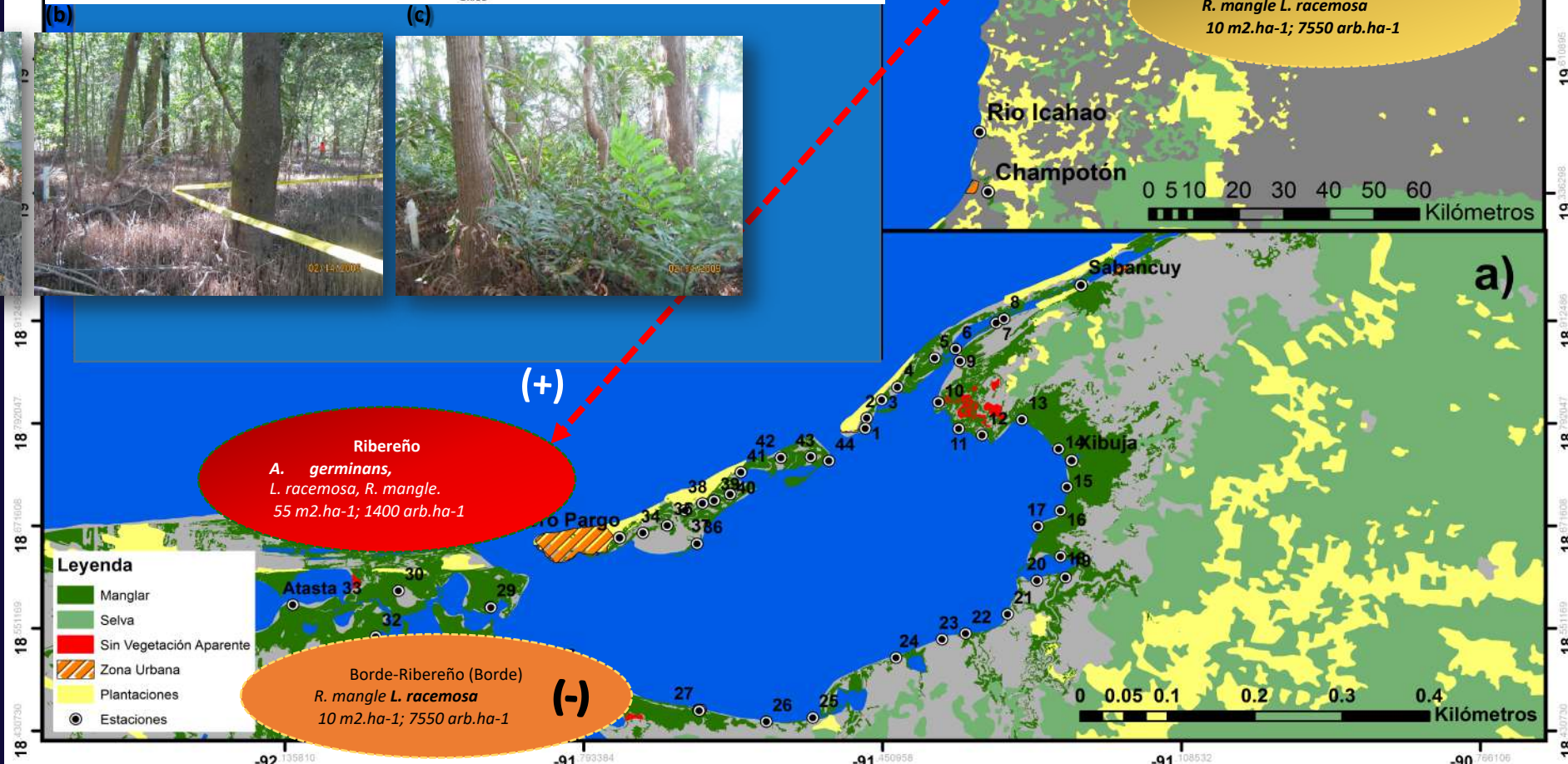
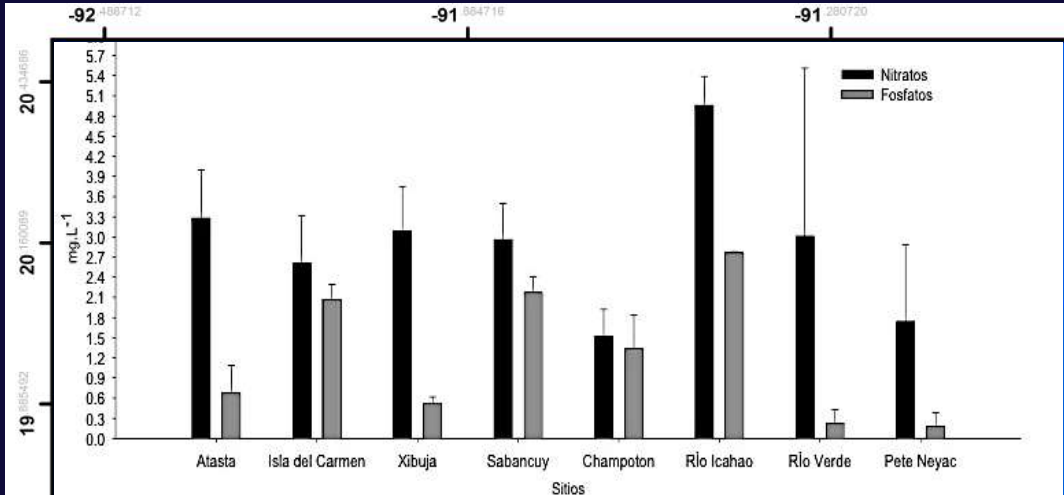
# CARACTERIZACIÓN\_DIAGNOSTICO\_MONITOREO

## ESTADO DE CAMPECHE (9 AÑOS)



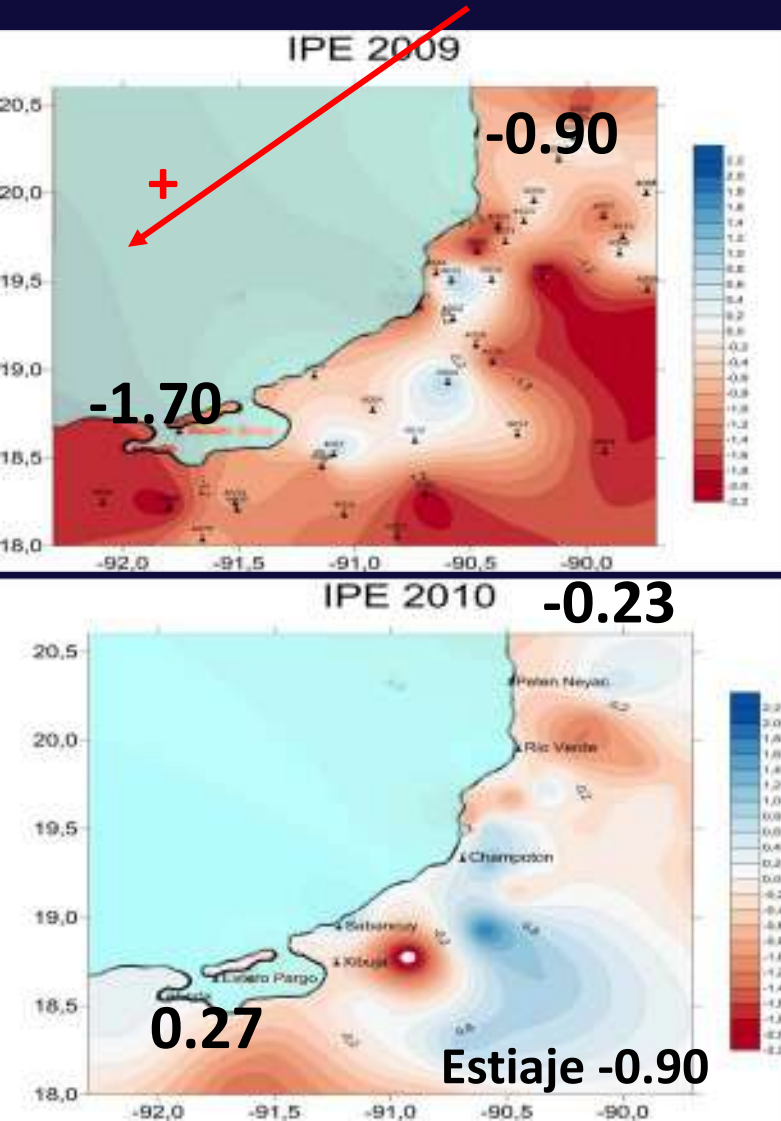


# CARACTERIZACIÓN\_ DIAGNOSTICO\_MONITOREO ESTADO DE CAMPECHE (9 AÑOS)



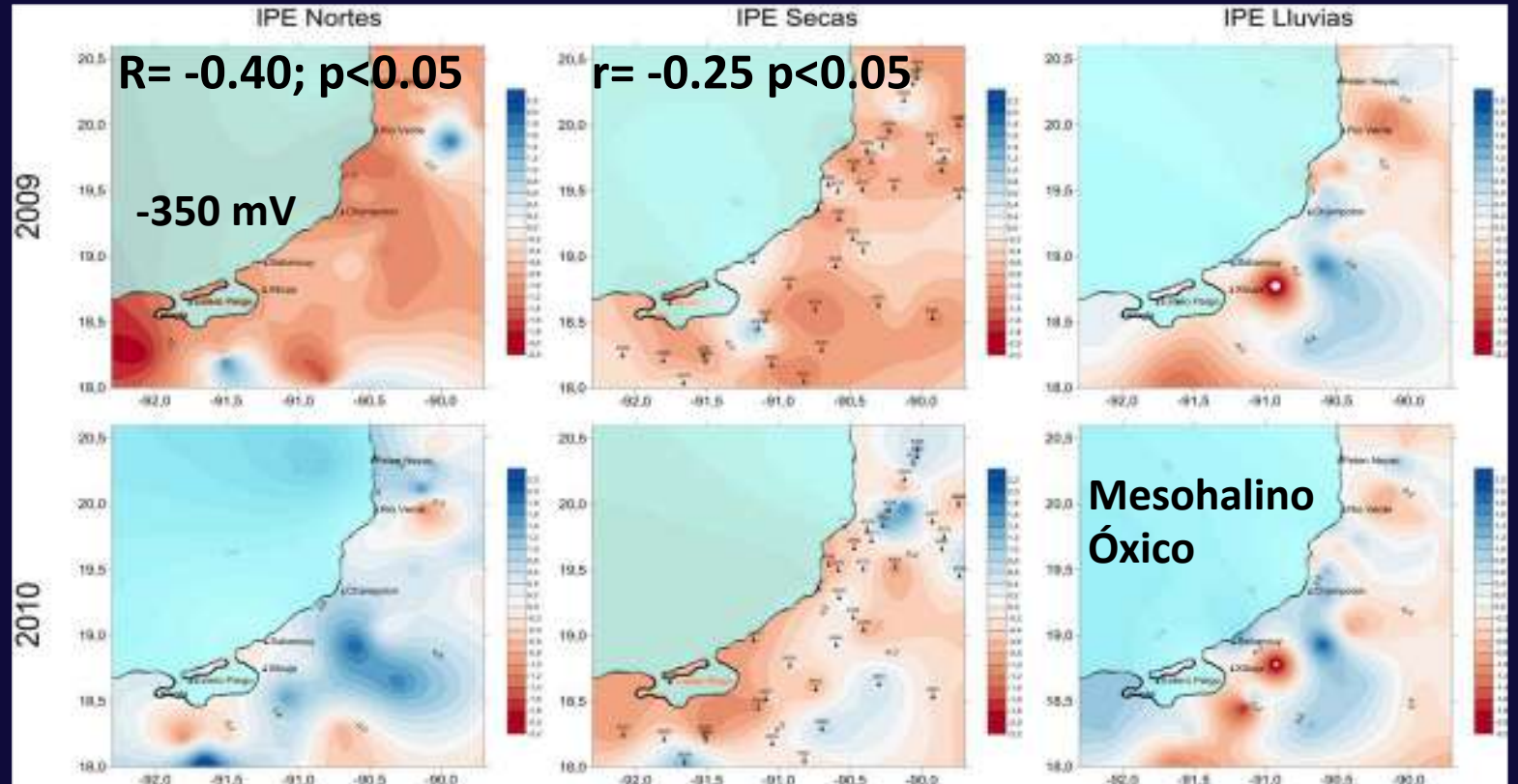


# ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ESTANDARIZADO



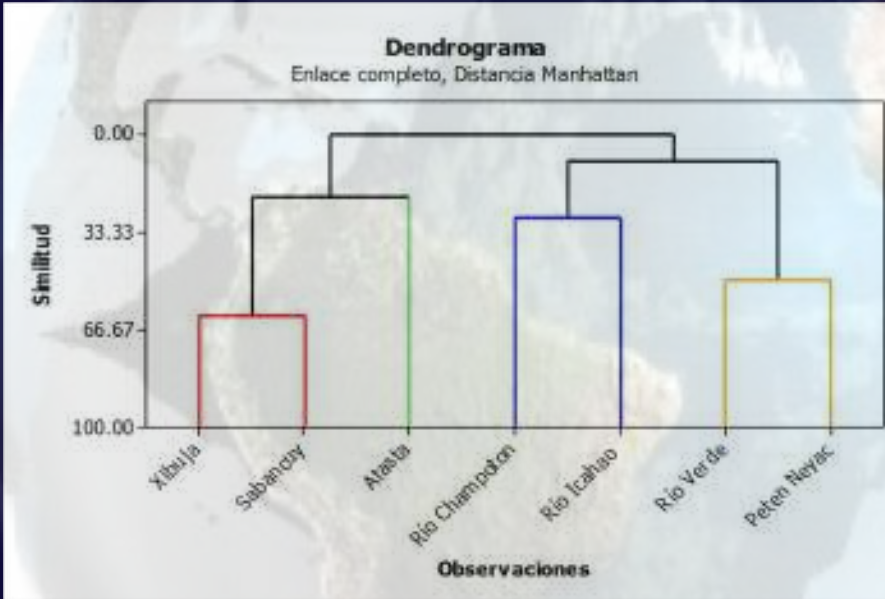
Salinidad vs. Eh

Precipitación vs. Salinidad





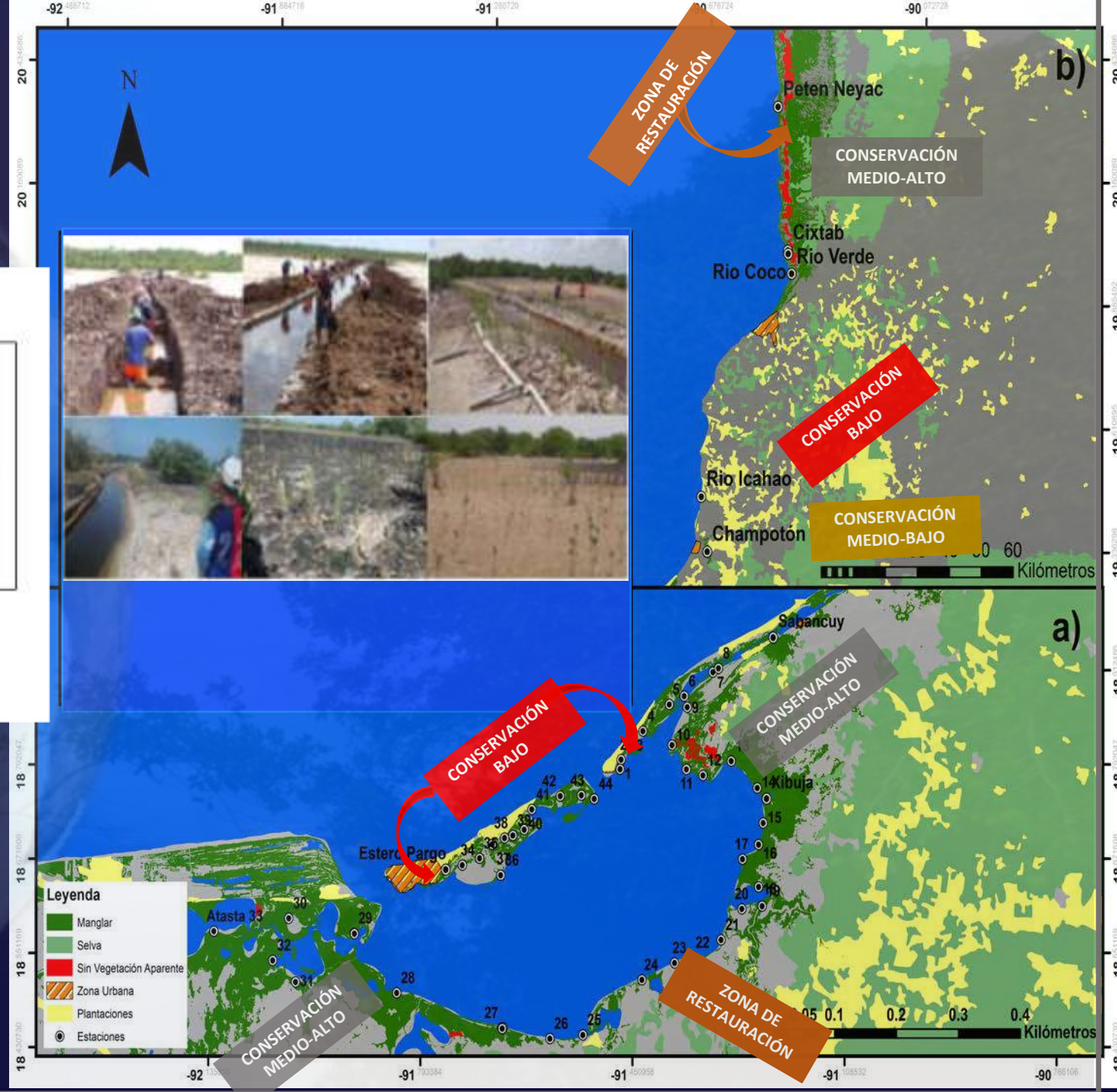
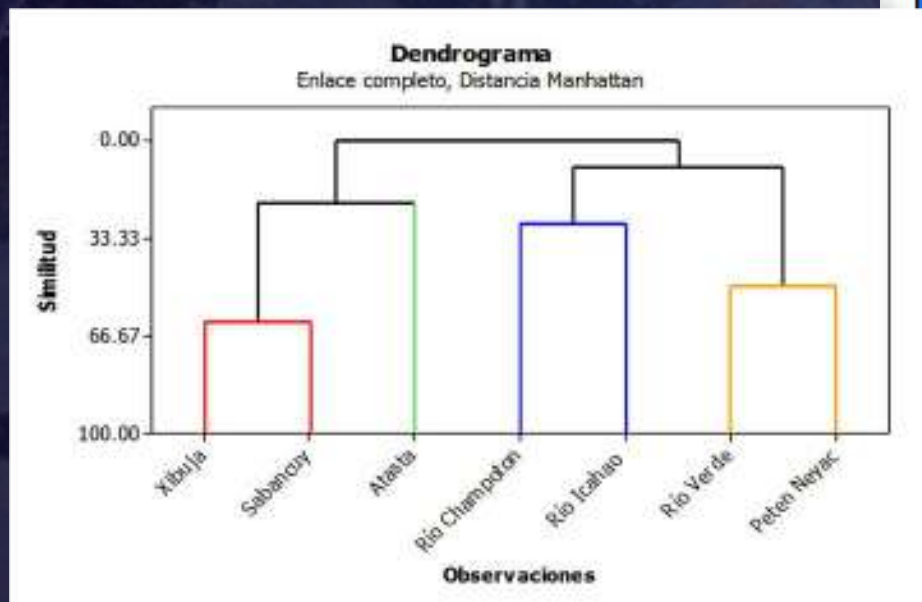
# UNIDADES AMBIENTALES/POLÍTICAS AMBIENTALES



| 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                                     |                              |                              |
| Río Champotón                            |                                                   |                                                                                                                                       | Ganadería extensivas, extracción de madera y leña. Así como la construcción de infraestructura urbana y carretera               | Medio-Bajo                   | Mitigación                   |
| Río Icaháo                               |                                                   |                                                                                                                                       | 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      |

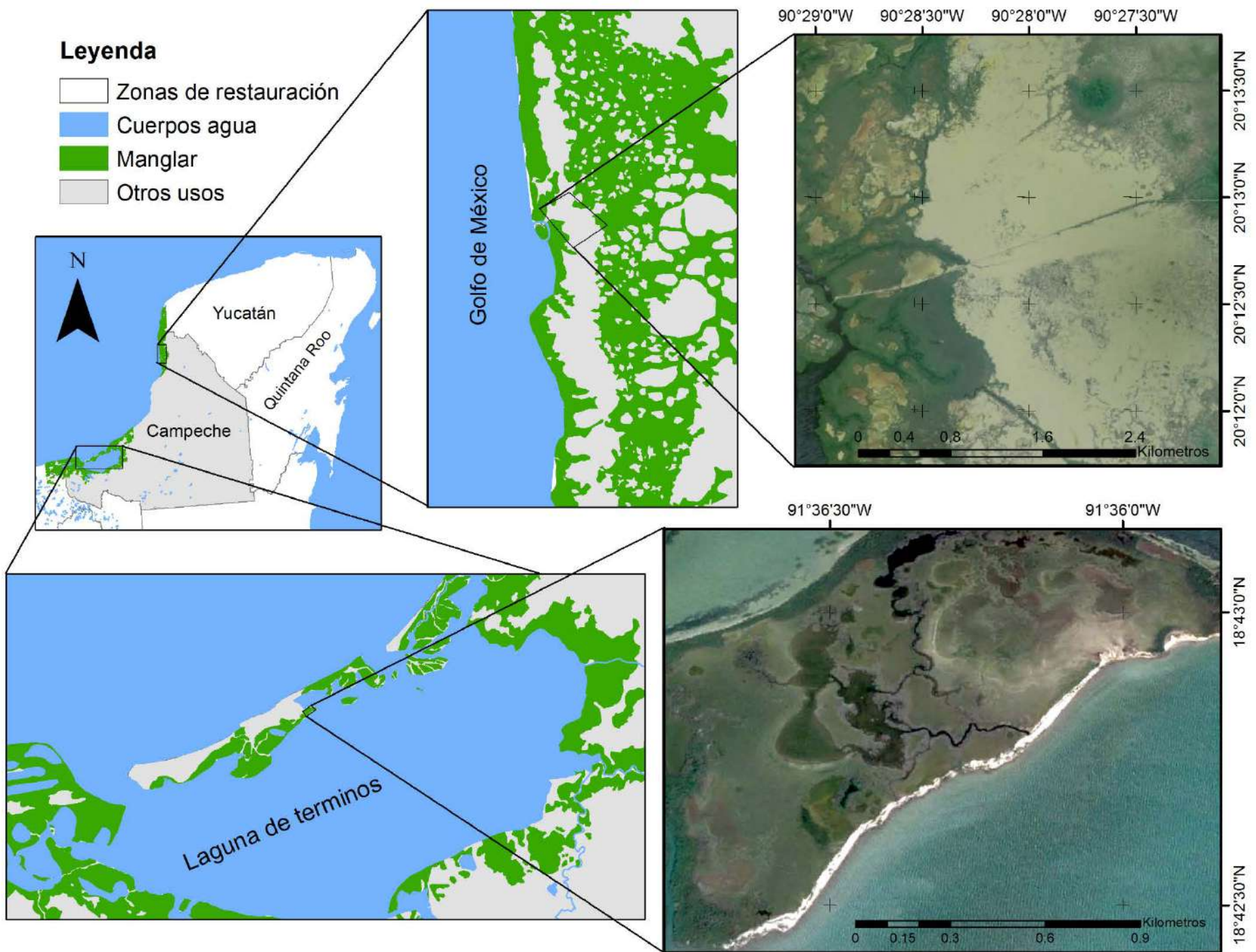


# PROGRAMA DE RESTAURACIÓN





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







**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 |
|----------------------------|----------------|---------------|
| <i>Rhizophora mangle</i>   | $50.0 \pm 2.0$ | 98%           |
| <i>Avicennia germinans</i> | $45.6 \pm 5.2$ | 97%           |



# REFORESTACIÓN



Producción de plántulas  
en vivero



Mediciones  
morfométricas



Siembra de plántulas



Método de siembra



Crecimiento

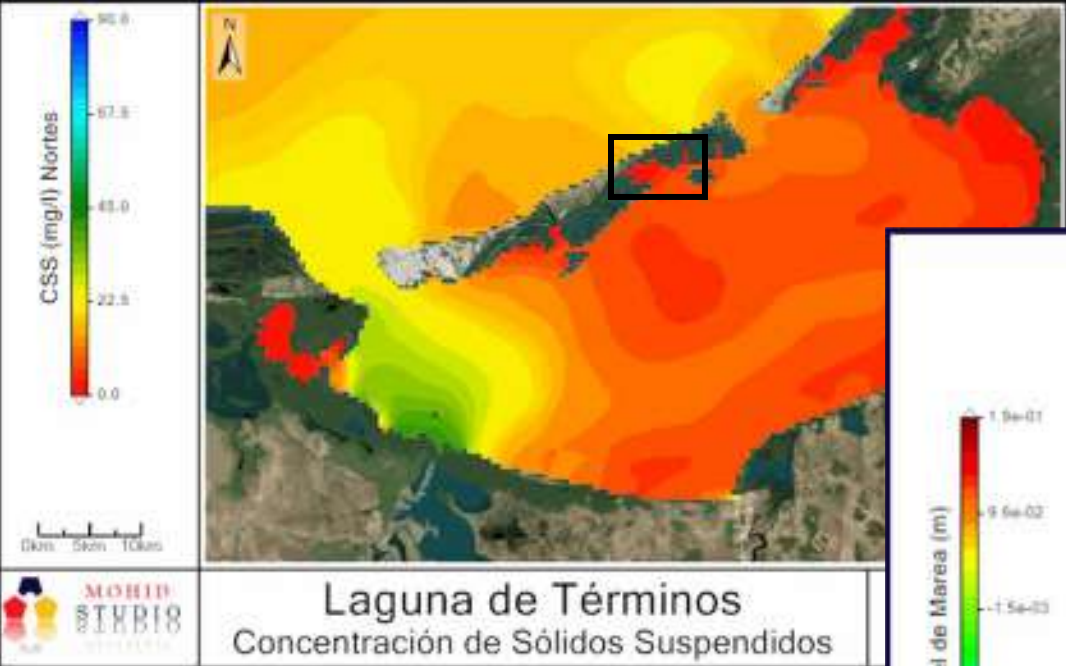


## 10 AÑOS DESPUÉS





# Ejemplo 1. Restauración Laguna de Términos





# Modelo hidrodinámico (Hidroperíodo)

Simulación del hidroperíodo antes de la restauración

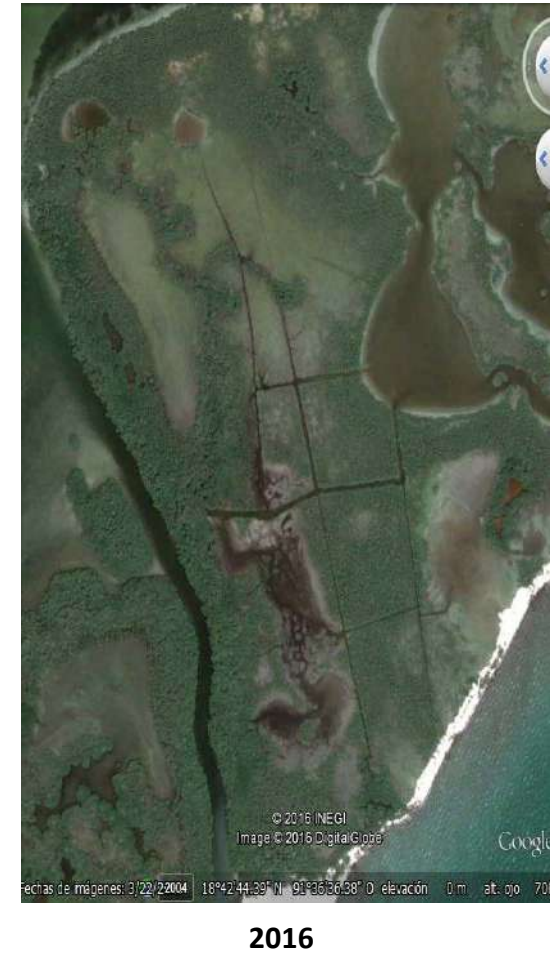
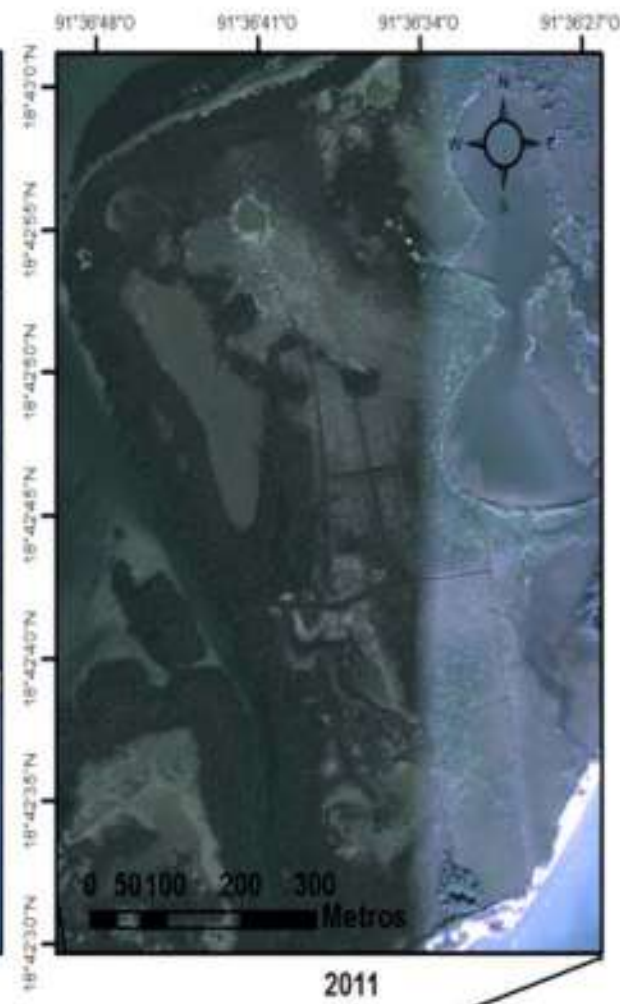
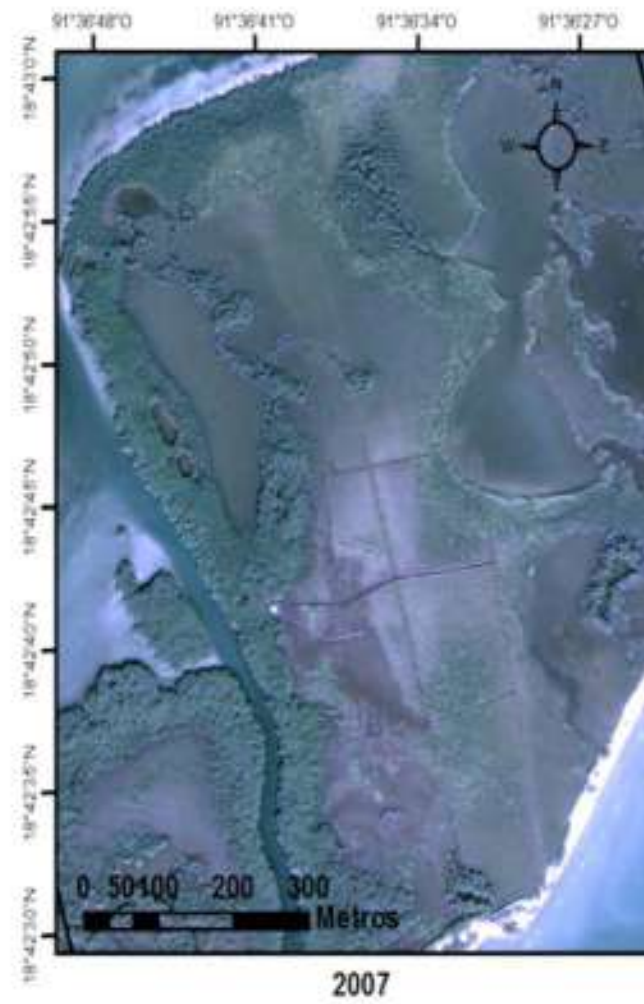
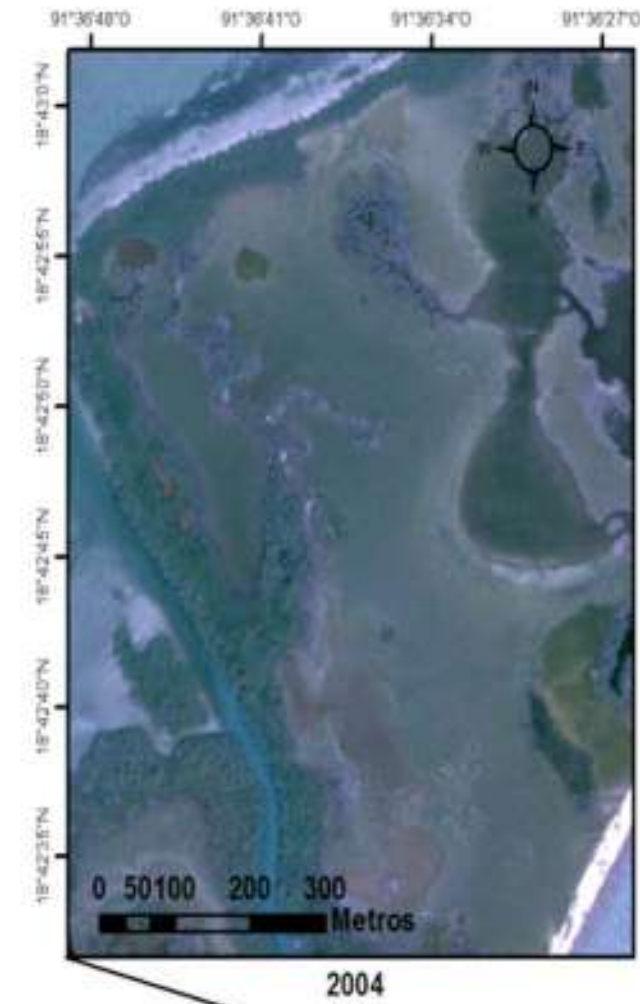


Simulación del hidroperíodo con la restauración



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.







# 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

8 Canales principales (2 m x 1.5 m)

69 Canales secundarios (1.0 m x 1.5 m)

Desazolve de canales

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

2 Mantenimiento de canales

17 Lagunas artificiales

Reforestación, regeneración





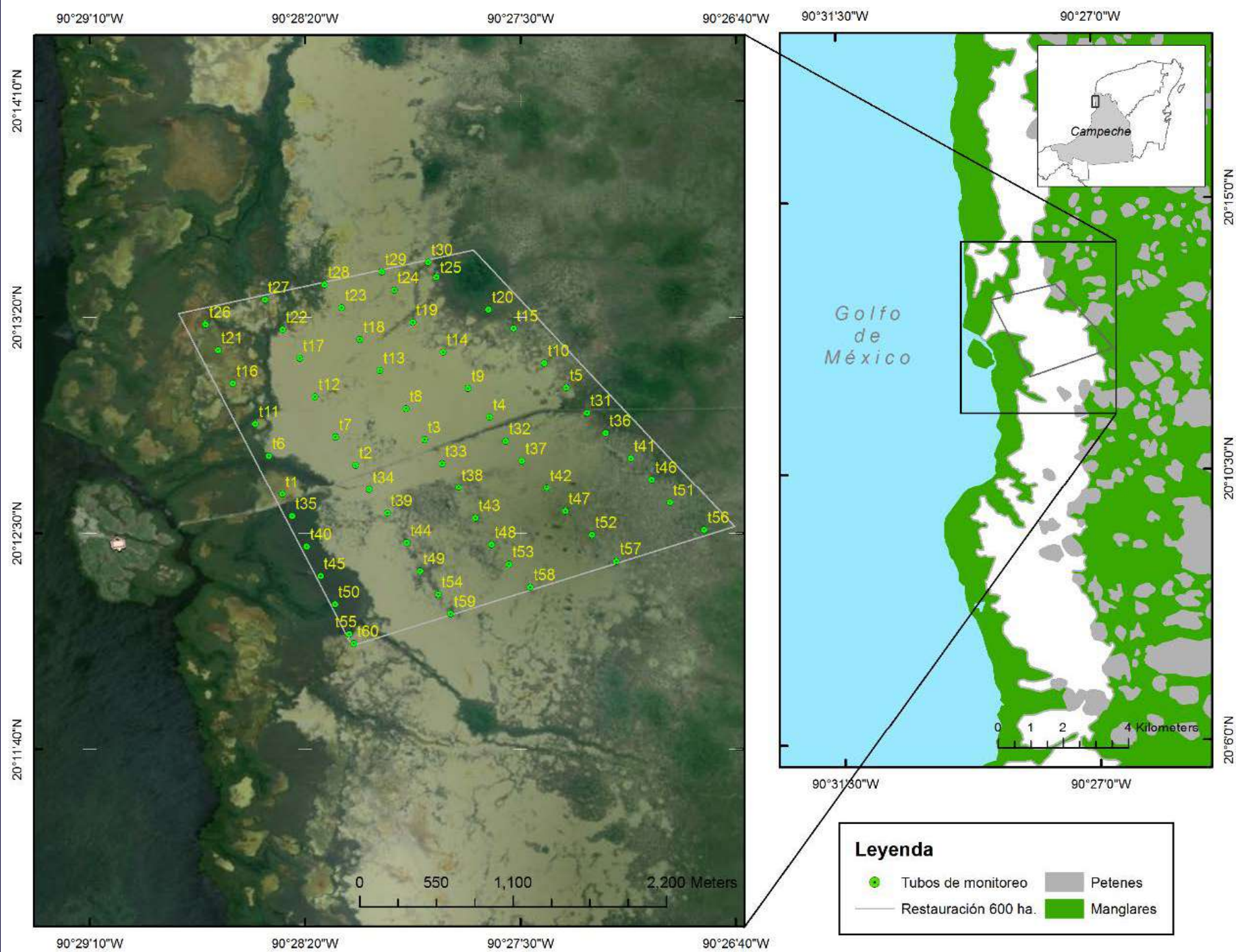
**BENEFICIOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y ECOLÓGICOS  
GENERADOS POR EL PROYECTO**



**CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO**

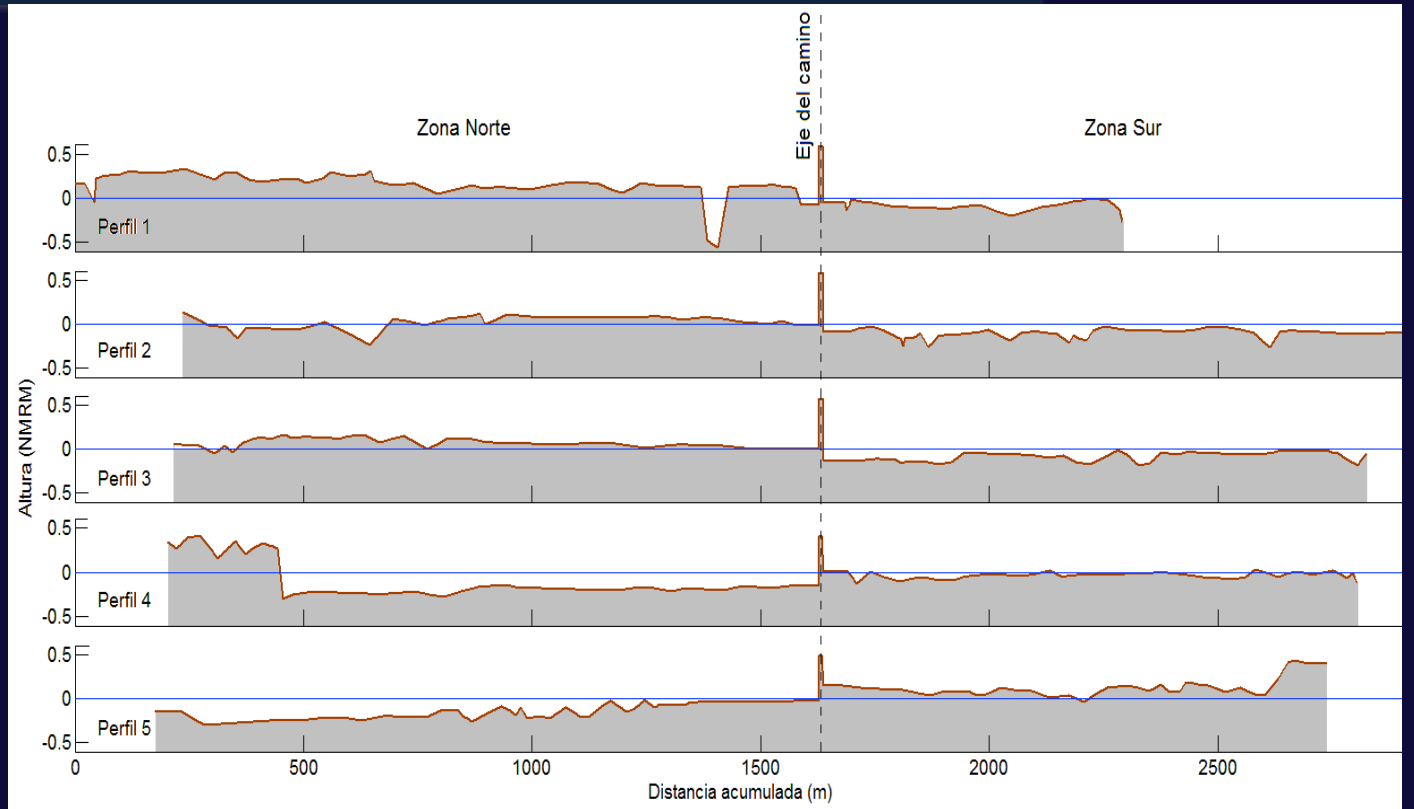
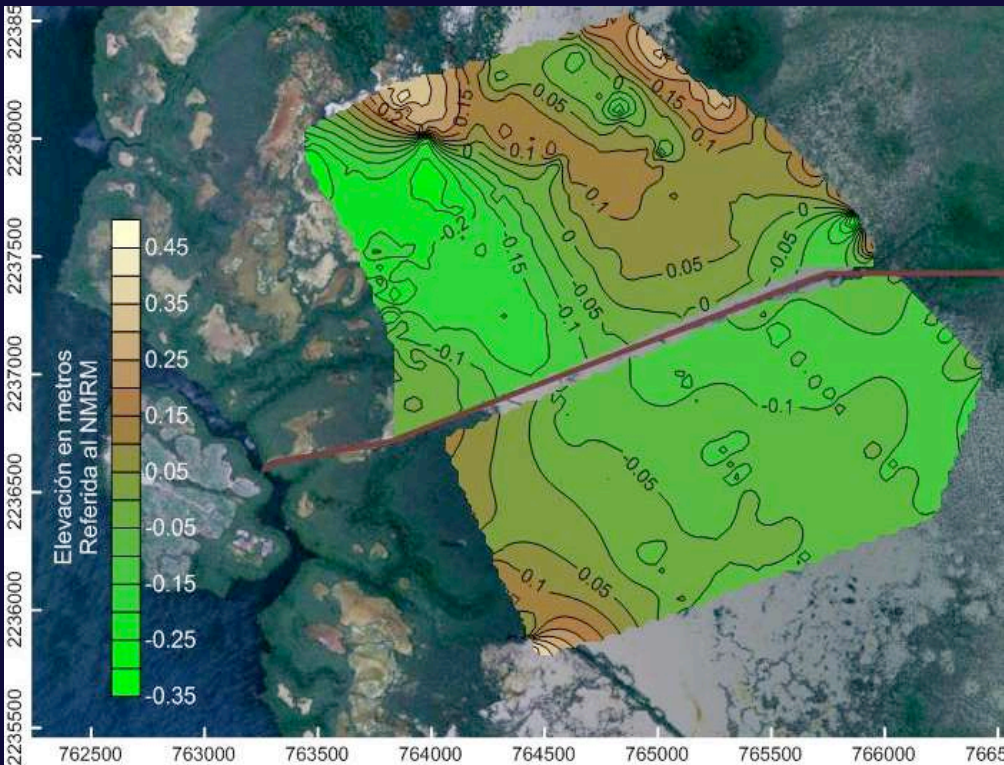
| BENEFICIOS-                                              | DIRECTOS                                                                                   |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|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

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



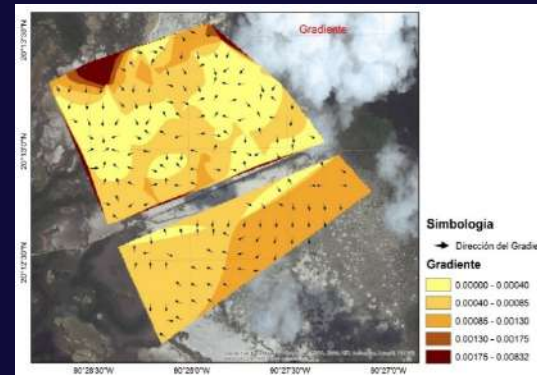
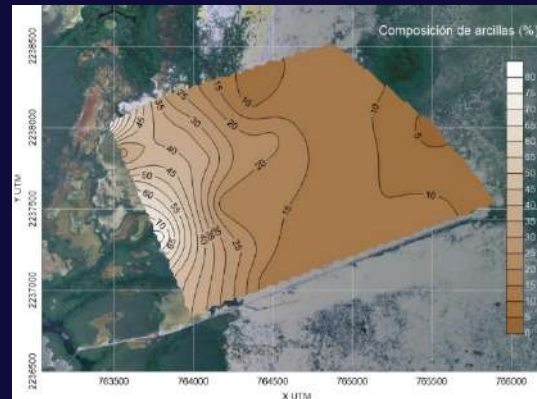
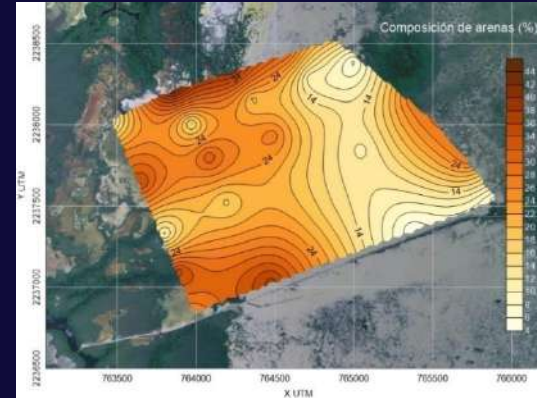
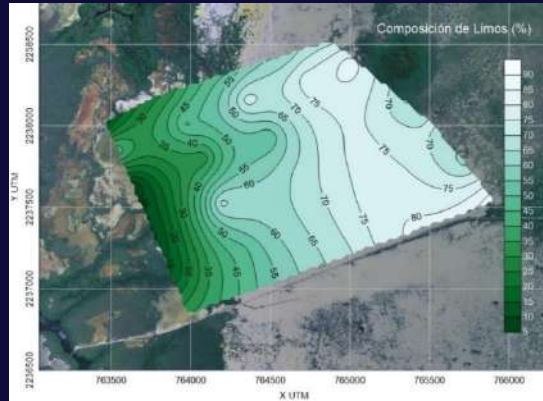
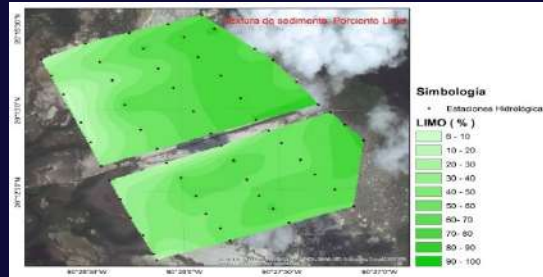


# DISTRIBUCIÓN MICROTOPOGRAFICO

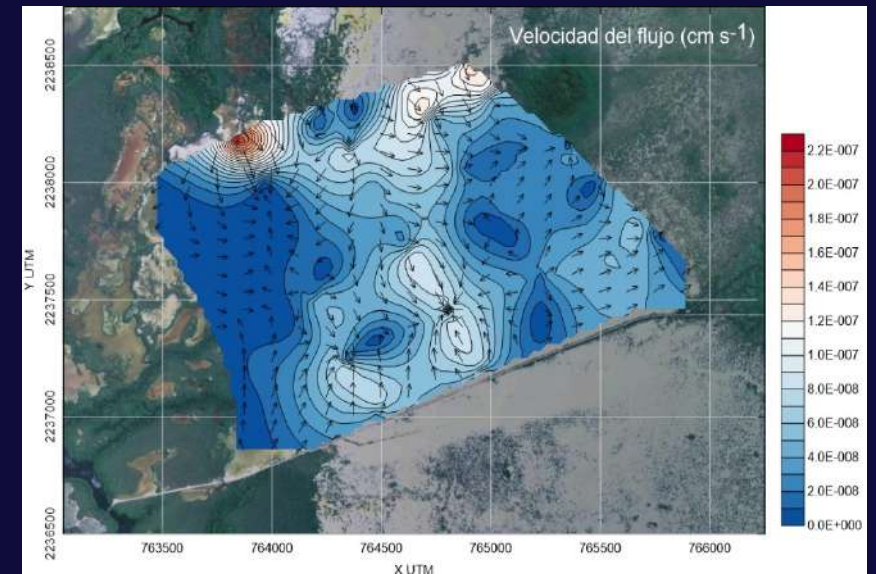
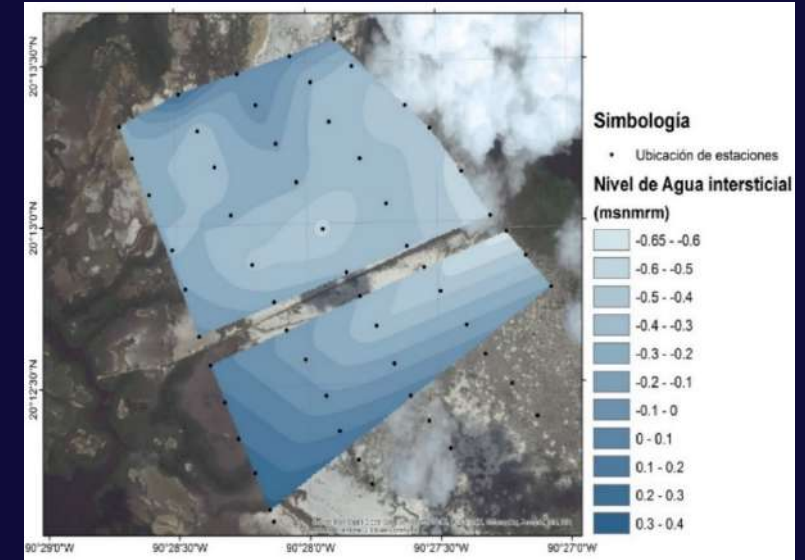




# AVANCES DEL MODELO HIDROLÓGICO



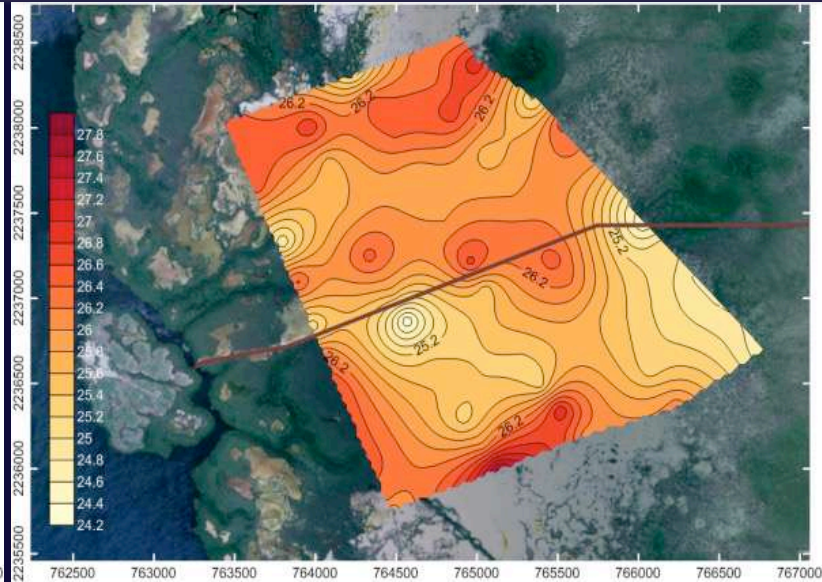
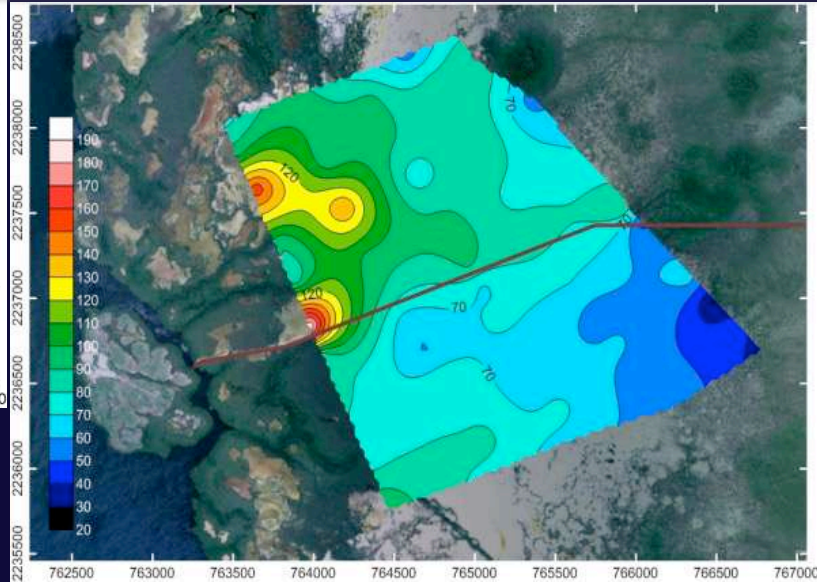
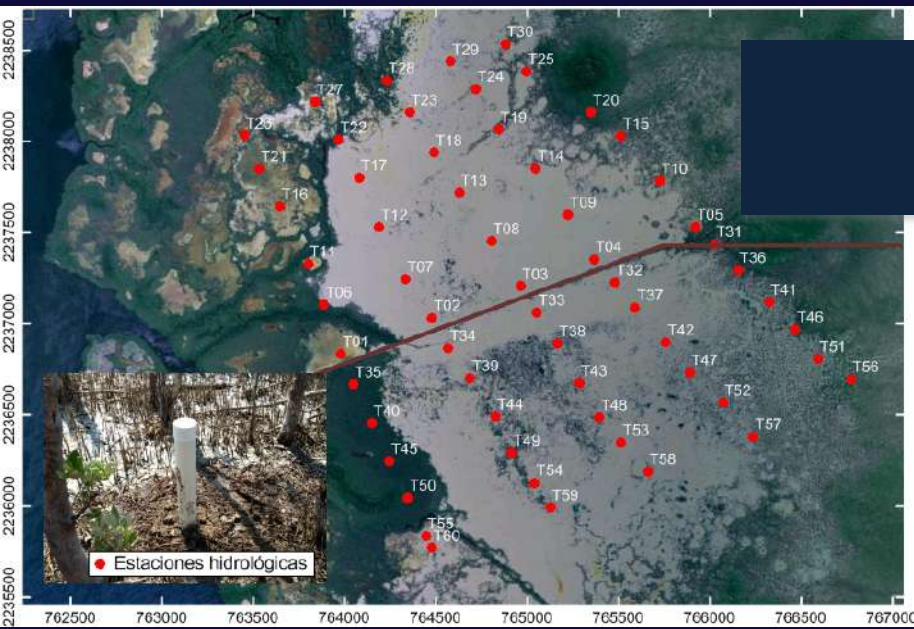
*Modelo digital de elevación del agua  
intersticial referido al NMRM*



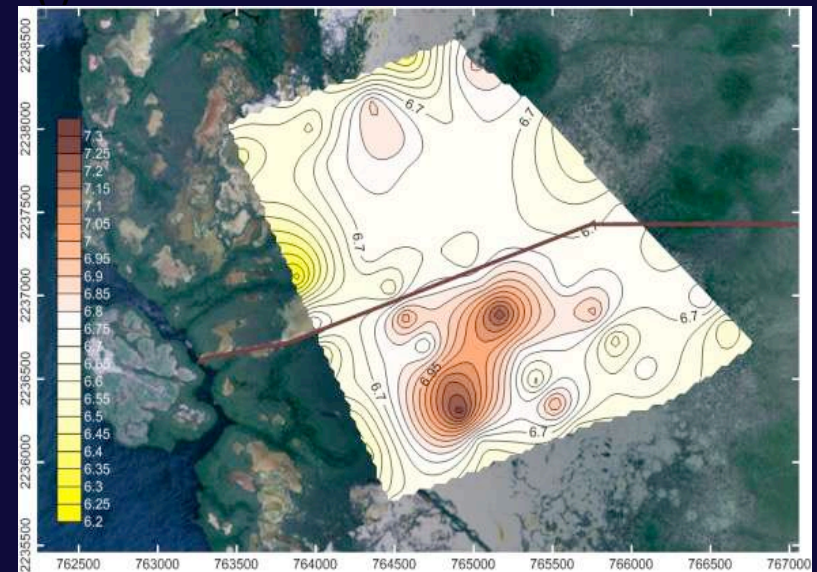
*Gradiente hidráulico del  
agua intersticial*



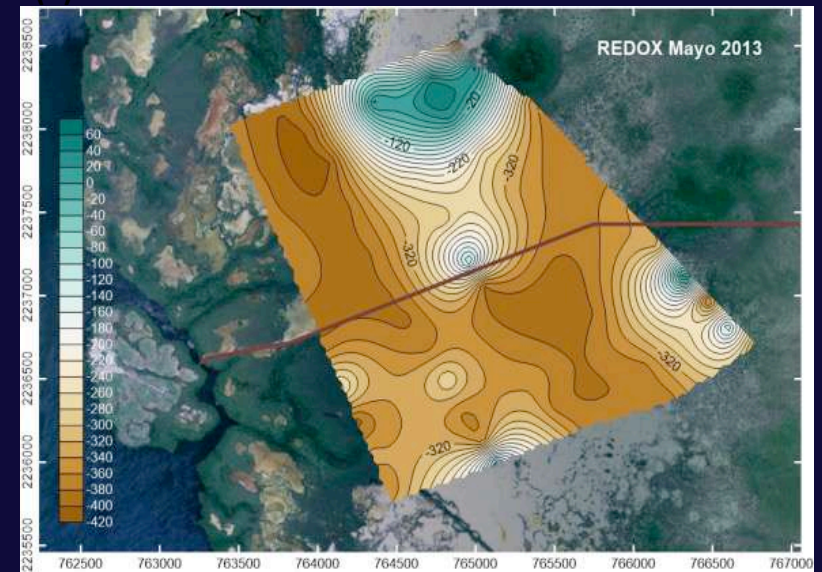
# PARÁMETROS QUÍMICOS Y FÍSICOS DEL AGUA INTERSTICIAL



(c)



(d)





# CAPACITACIÓN/ REPARACIÓN DE CAMINO





# REHABILITACIÓN HIDROLÓGICA





## DESASOLVE DE CANALES NATURALES (Conexión al mar)





# FORESTACIÓN



*Colecta de 35,252 hipocotilos/sobrevivencia del 80%*

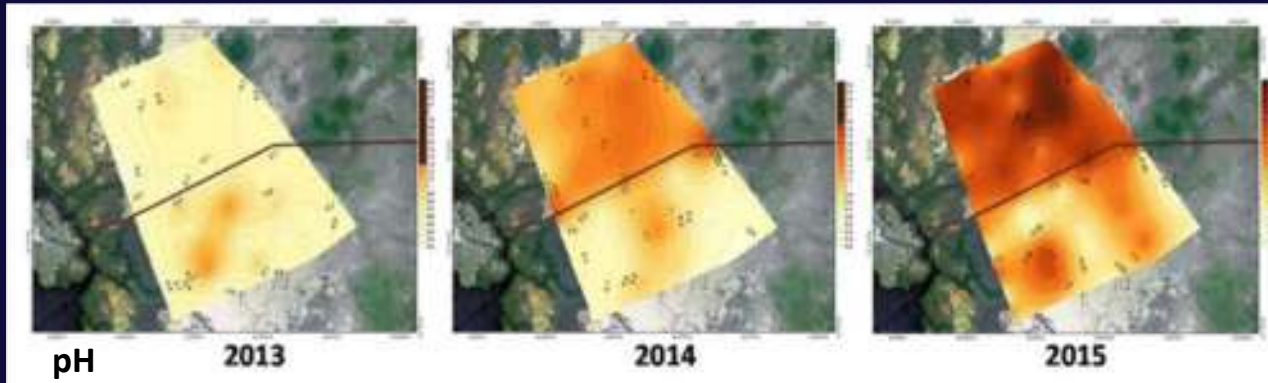
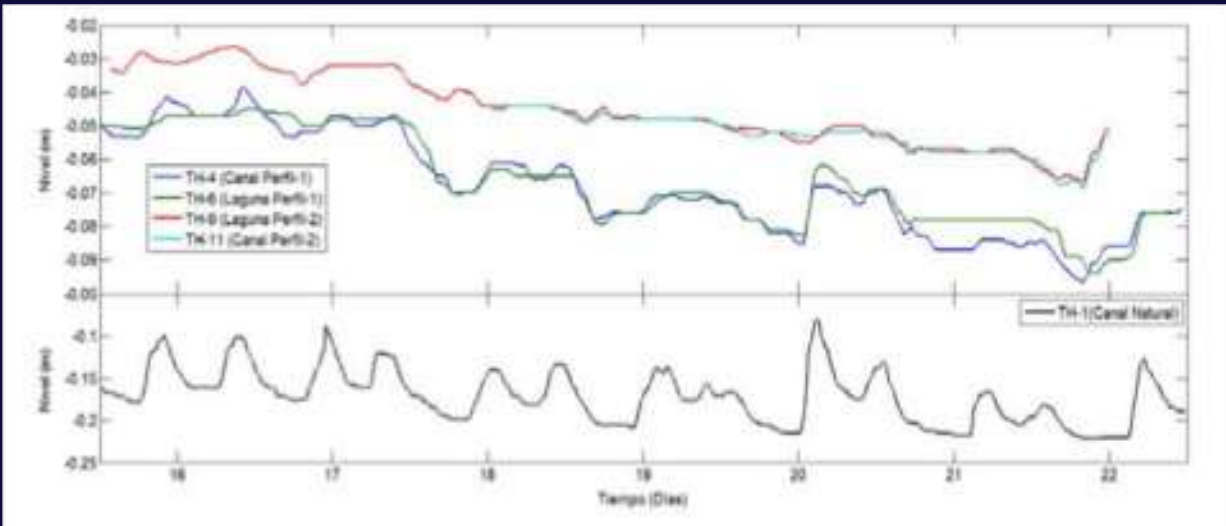


*Forestados: a una distancia de 1 x 1 m entre plántulas*

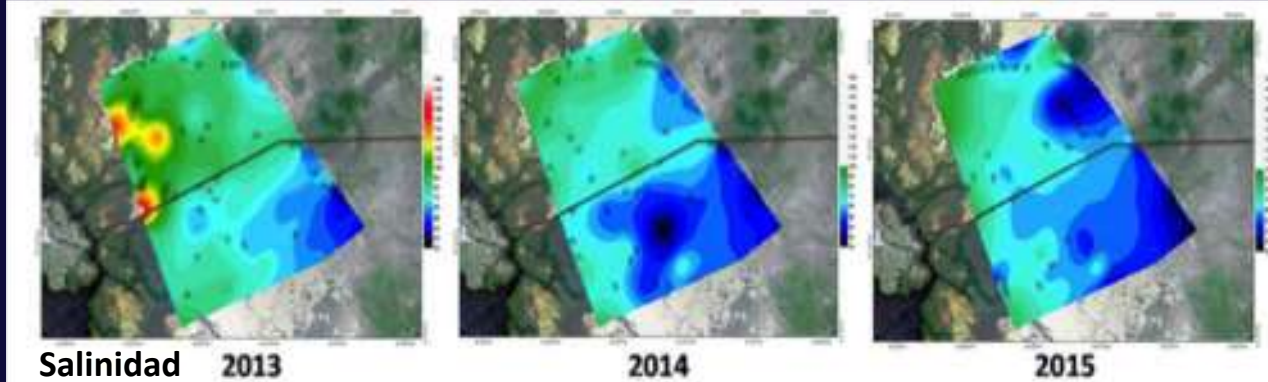


| Parámetro            | Área de Restauración |      | Área de mangle muerto adyacente al área de restauración |     |
|----------------------|----------------------|------|---------------------------------------------------------|-----|
|                      |                      |      |                                                         |     |
| 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 |

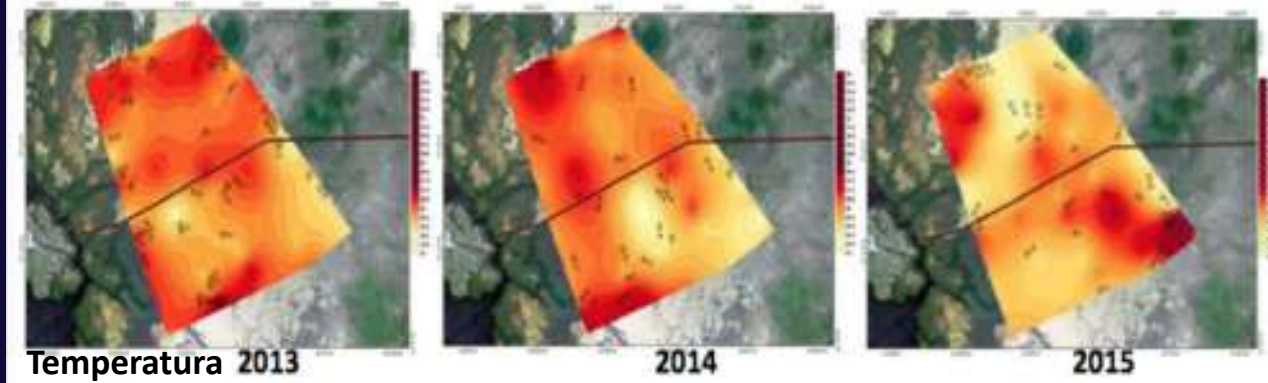




Potencial Redox (mv) 4.37 (8,245) 0.0001



20.04 (5,164) 0.0001

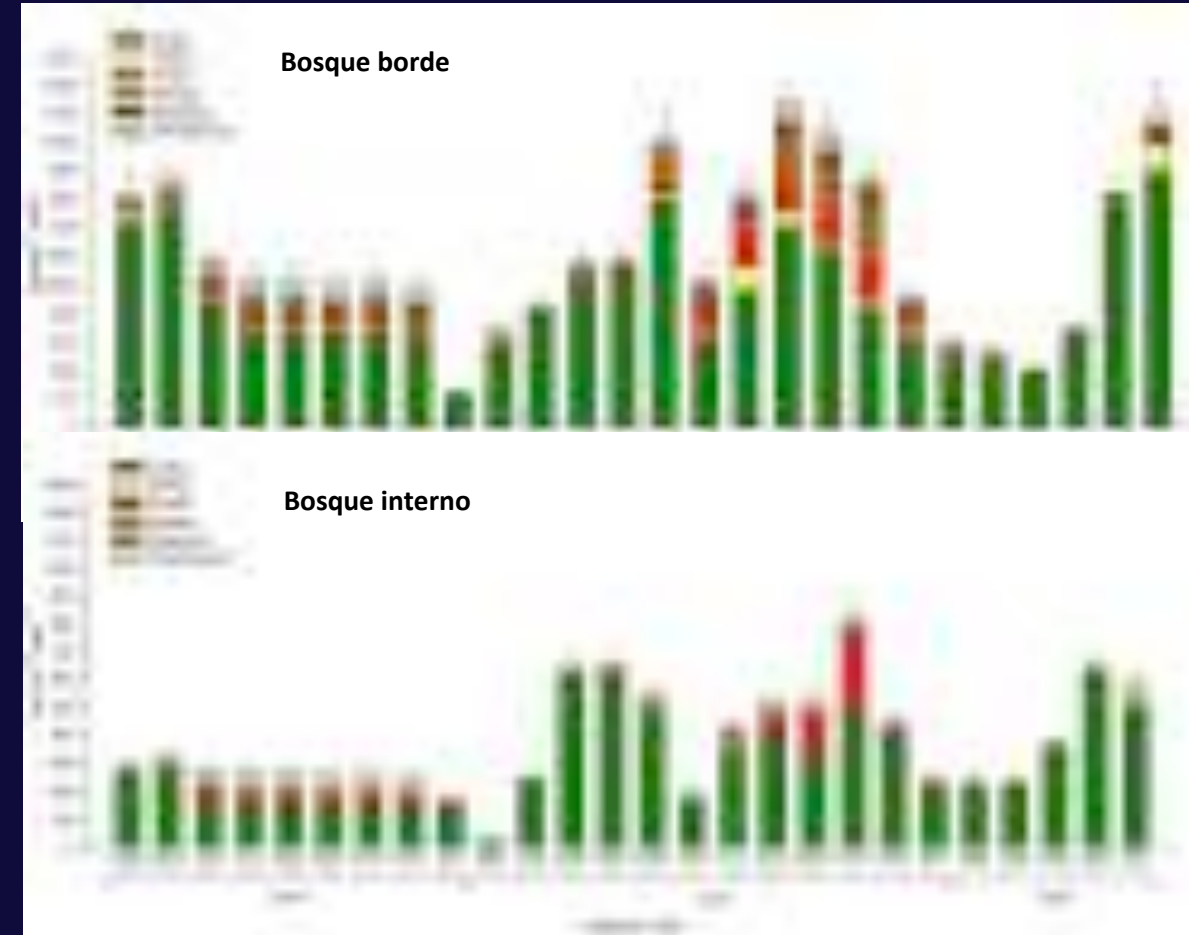




# PRODUCCIÓN DE HOJARASCA/FENOLOGÍA

## 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. Ditley

•PROPIETAIRI

•R. DESÉCOLES 18 PARIS