



**Medio Ambiente**  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



**UNOPS**

# PROYECTO: Implementación del Programa de Acción Estratégico del Gran Ecosistema Marino del Golfo de México

Facultad de Ingeniería  
Química, UADY



FACULTAD DE  
INGENIERÍA QUÍMICA



# Posgrado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Manejo de Recursos Naturales Tropicales

## **“Estructura del microbioma bacteriano en los sedimentos de tres sitios de manglar con diferente estado de conservación en Golfo de México”**

Mariana Martín López

Asesores:

Dra. Dulce Diana Cabañas Vargas

Dr. Rafael Antonio Rojas Herrera



# Introducción

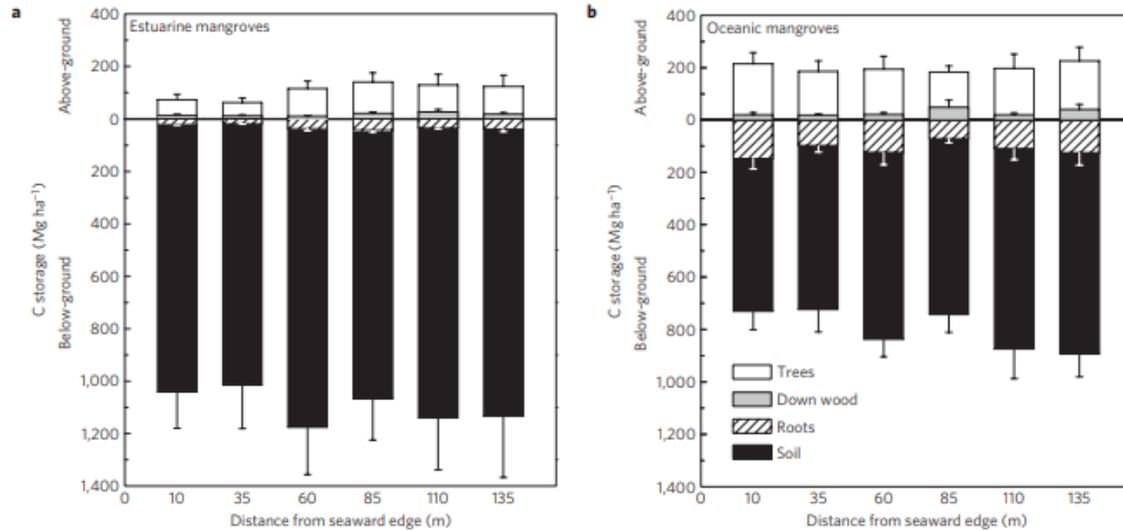


# Carbono azul



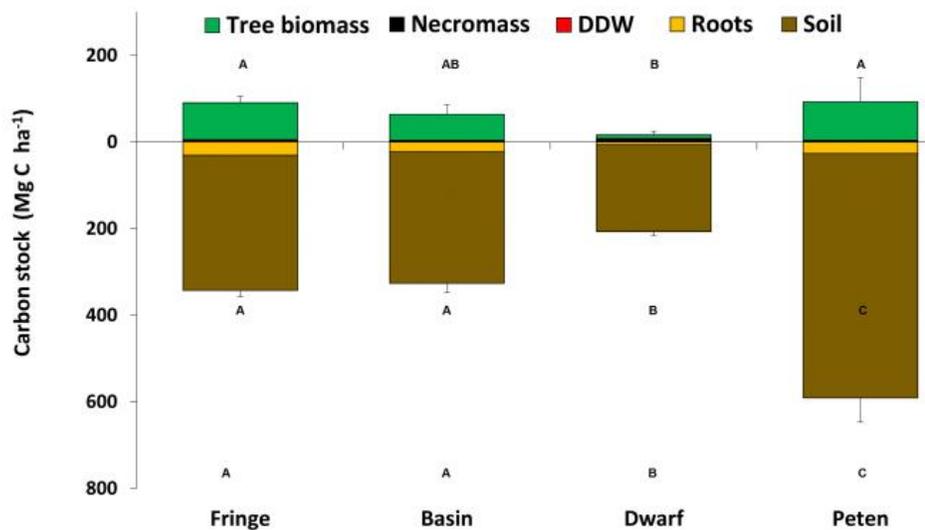
Captura y  
secuestro de  
carbono

# Marco teórico



**Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics**

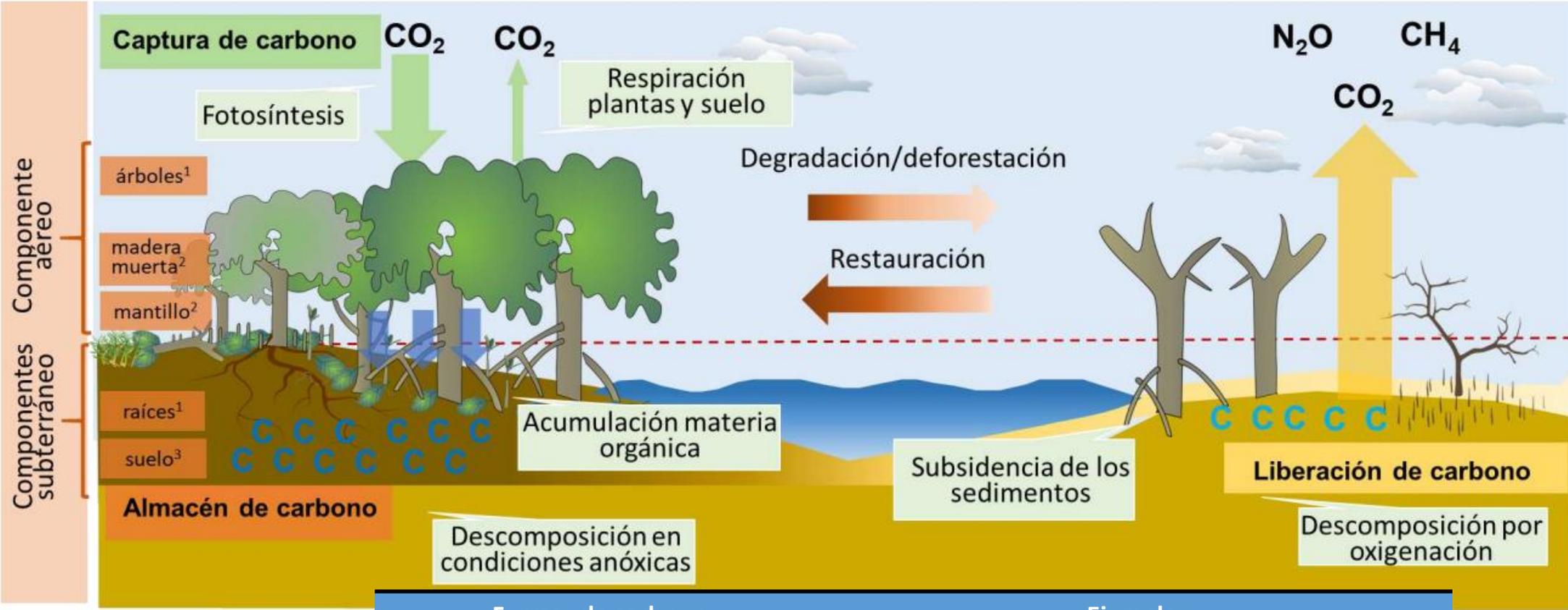
Donato, D. C., et., al. (2011)



**Carbon stock in different ecological types of mangroves in a karstic region (Yucatan, México): an opportunity to avoid site scale emissions**

Cinco-Castro, S. (2023)

# Marco teórico



Cisneros-de la Cruz D.J. et al. (2021)

Formas de carbono	Ejemplos
Carbono orgánico particulado (POC)	Residuos vegetales
Carbono orgánico disuelto (DOC)	Azúcares, aminoácidos, ácidos húmicos, etc.
Carbono inorgánico disuelto (DIC)	$\text{CO}_2$ , $\text{CO}_3^{-2}$

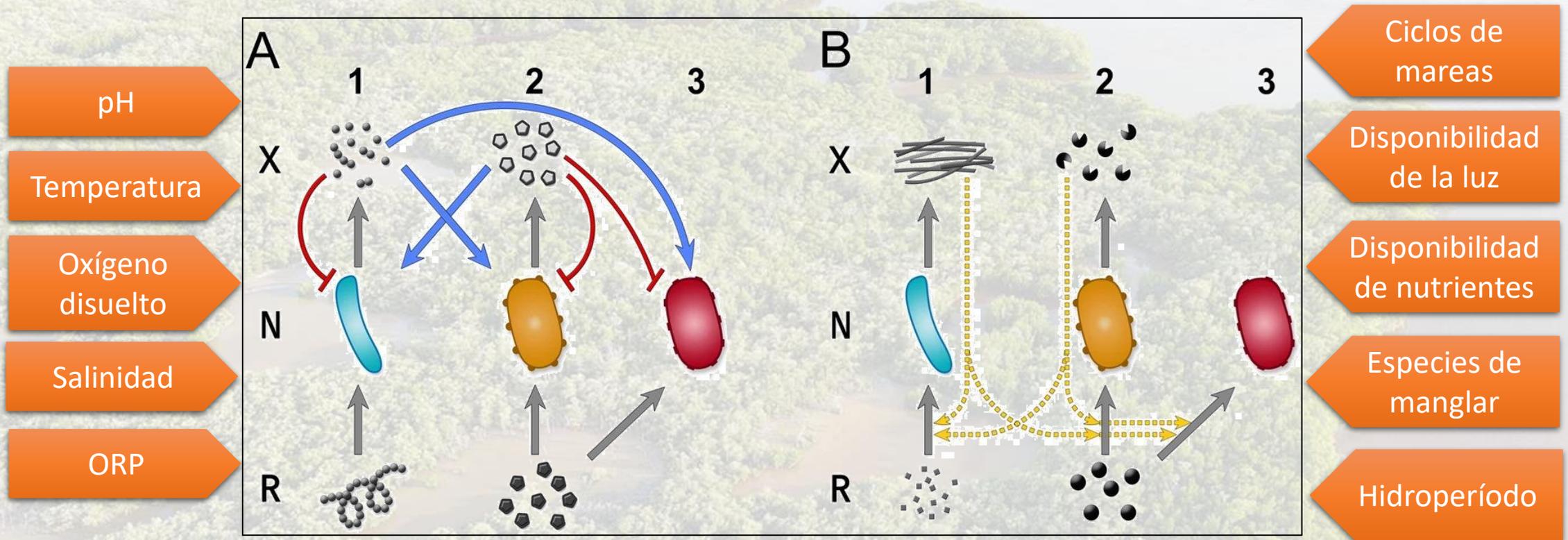
Arnaud, M., et., al. (2023)

# Marco teórico

Autores, año	Enfoque
Tian, Y. et., al. (2008) Liu, HJ. et., al. (2010) Navarrete-Euan, H; et., al. (2021) Costa, GMD. et., al. (2023) Ghose, M. et., al. (2024) Siddique, A. et., al. (2024) Guillen-Chablé, F. et., al. (2024)	Comportamiento de comunidades microbianas en sitios contaminados/afectados (origen antropogénico)
Nathan, VK. et., al. (2020) Gómez-Acata, ES. et., al. (2021)	Ubicación geográfica y comunidades microbianas
Wang, F. et., al. (2023)	Cronosecuencia de sitios restaurados y el microbioma
Wu, P. et., al. (2016)	Comunidades microbianas asociadas a diferentes especies de manglares
Muñoz-García, A. et., al. (2022)	Genes que expresan resistencia a metales pesados
Palit, K and Das S. (2020)	Temporalidad asociada a comunidades microbianas
Lu, Z. et., al. (2023)	Defoliación y degradación de materia orgánica asociado a comunidades microbianas

¿Qué se sabe hasta ahora sobre los mecanismos por los cuáles los microorganismos dan soporte al secuestro de carbono en los sedimentos de los manglares?

# Marco teórico



# Marco teórico

A Systematic Review of the Physicochemical and Microbial Diversity of Well-Preserved, Restored, and Disturbed



*Review*

## A Systematic Review of the Physicochemical and Microbial Diversity of Well-Preserved, Restored, and Disturbed Mangrove Forests: What Is Known and What Is the Way Forward?

Jiayong Lai <sup>1</sup>, Wee Cheah <sup>1,\*</sup> , Kishneth Palaniveloo <sup>1,\*</sup> , Rempei Suwa <sup>2</sup> and Sahadev Sharma <sup>1</sup>



Palit, K., et. al (2022)

Jiayong, L. et. al., (2022)

# Marco teórico

ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY



## **Mangrove Sediment Microbiome: Adaptive Microbial Assemblages and Their Routed Biogeochemical Processes in Yunxiao Mangrove National Nature Reserve, China**

**Xiaolan Lin<sup>1</sup> · Buce Hetharua<sup>1</sup> · Lian Lin<sup>1</sup> · Hong Xu<sup>1</sup> · Tianling Zheng<sup>1,2</sup> · Zhili He<sup>3</sup> · Yun Tian<sup>1</sup>**

Received: 1 April 2018 / Accepted: 3 September 2018

© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2018

Se sugiere que el monitoreo de los niveles de metano y sus procesos microbianos asociados podría servir como indicadores de la salud y la biodiversidad de los ecosistemas de manglares.

# Marco teórico

Science of the Total Environment 944 (2024) 173961



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



## Comprehensive profiles of sulfur cycling microbial communities along a mangrove sediment depth

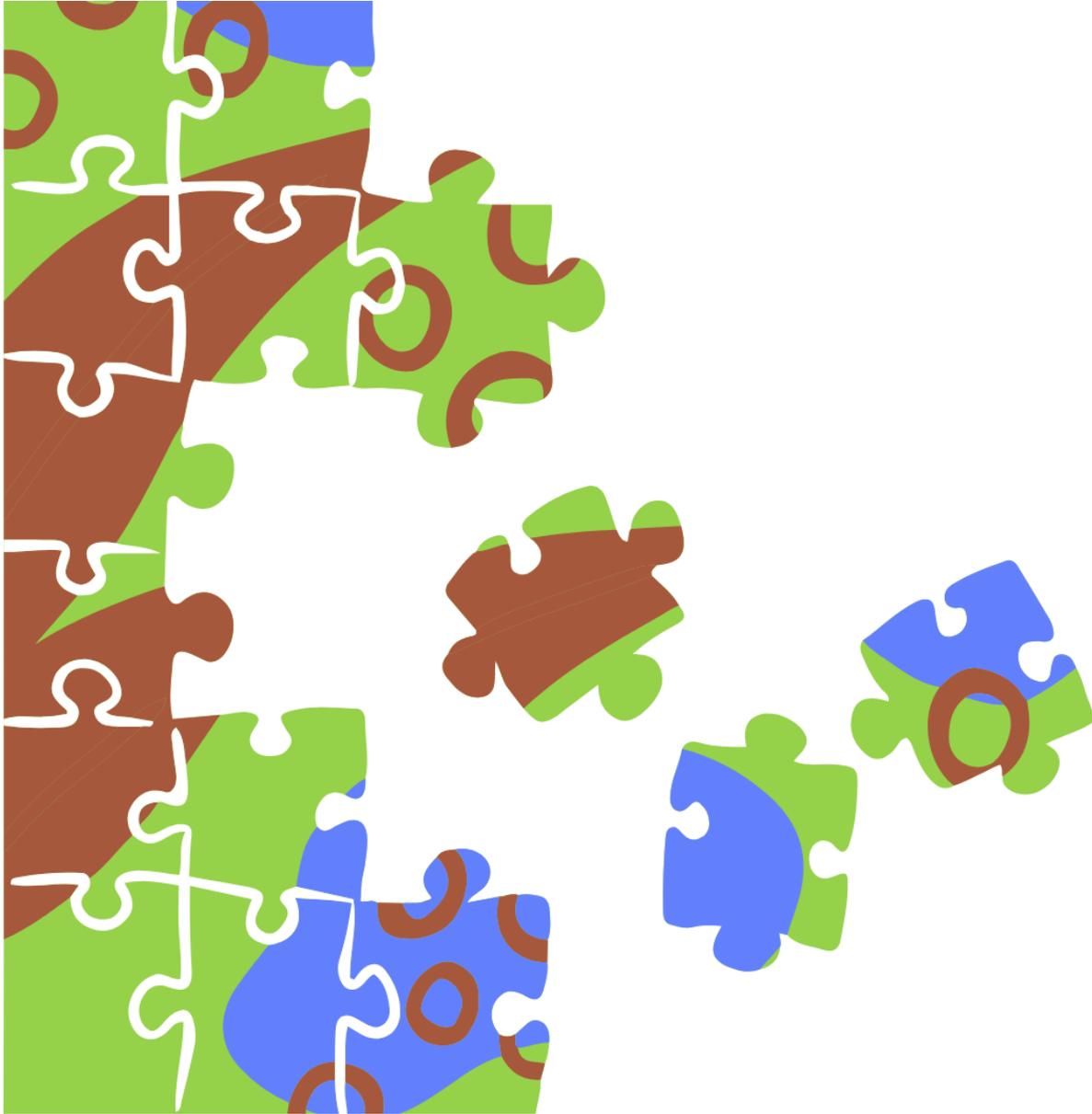
Lu Qian<sup>a</sup>, Bozhi Yan<sup>a</sup>, Jiayin Zhou<sup>b</sup>, Yijun Fan<sup>a</sup>, Mei Tao<sup>a,c</sup>, Wengen Zhu<sup>a</sup>, Cheng Wang<sup>a</sup>, Qichao Tu<sup>b</sup>, Yun Tian<sup>d</sup>, Qiang He<sup>e</sup>, Kun Wu<sup>a</sup>, Mingyang Niu<sup>a</sup>, Qingyun Yan<sup>a</sup>, Zoran Nikoloski<sup>f,g</sup>, Guangli Liu<sup>a,\*</sup>, Xiaoli Yu<sup>a,\*</sup>, Zhili He<sup>a,\*</sup>



# Marco teórico

*“El microbioma subterráneo del carbono azul es un sistema complejo cuyas dinámicas aún **no se comprenden completamente**, si se descifrara, ampliaría nuestra comprensión de los ciclos biogeoquímicos globales y otros servicios ecosistémicos proporcionados por los ecosistemas costeros de carbono azul”*

- Hurtado-McCormick (2022)



¿Cuál es la  
aportación  
del  
proyecto?



# Hipótesis

La estructura del microbioma bacteriano en los sedimentos de manglares del Golfo de México varía de acuerdo con el estado de conservación del ecosistema, mostrando una mayor diversidad y funcionalidad en zonas de manglares conservados en comparación con aquellas que se encuentran degradadas.

# Objetivos

## **General:**

Analizar la relación entre la estructura y funcionalidad del microbioma bacteriano y el estado de conservación en los sedimentos en los manglares en tres sitios en el Golfo de México.



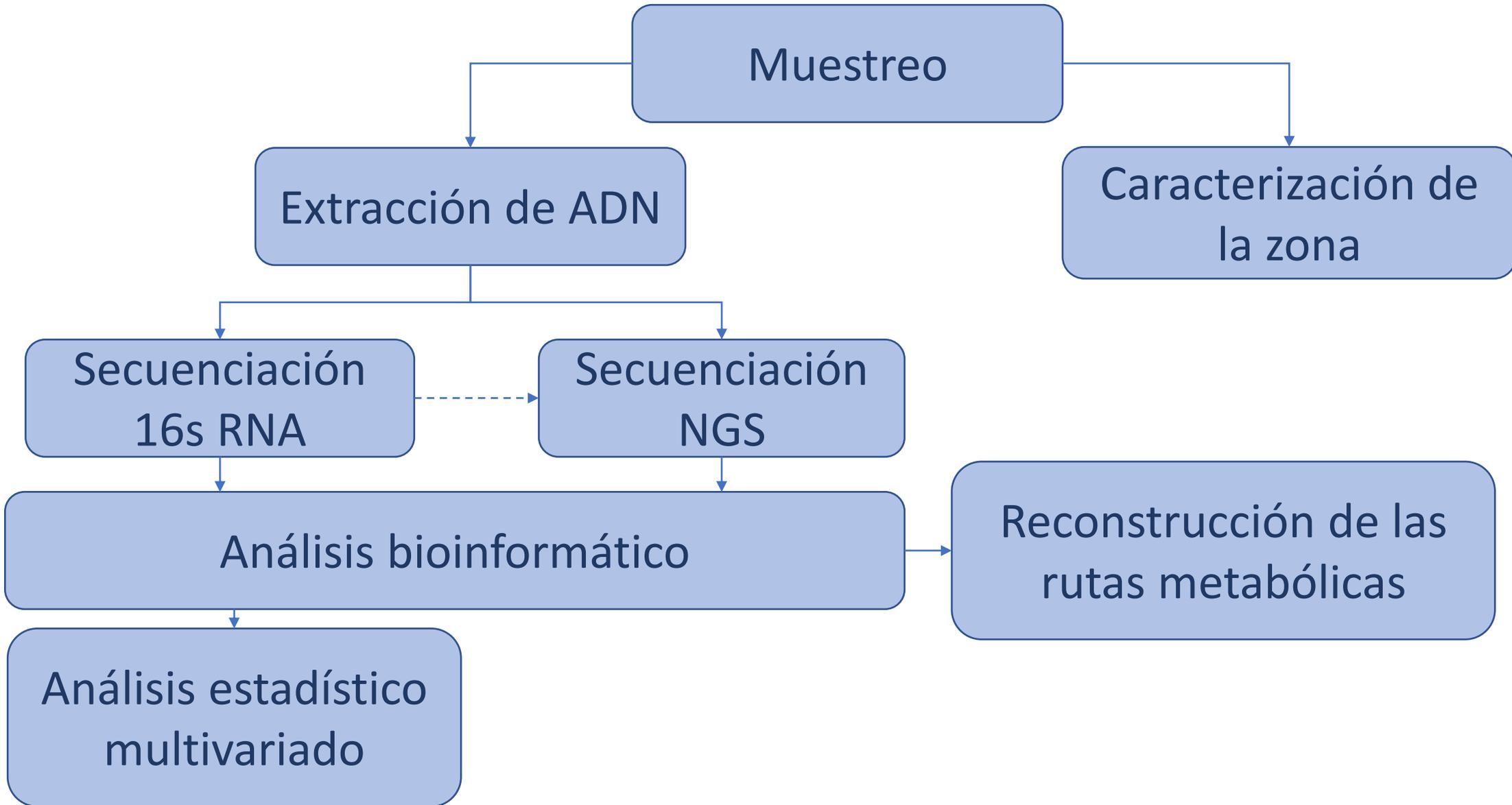
# Objetivos



## **Específicos:**

1. Determinar el grado de conservación de los manglares mediante una caracterización espacial con Sistemas de Información Geográfica (SIG) y parámetros fisicoquímicos.
2. Determinar la estructura poblacional microbiana a través del análisis del gen 16S rRNA.
3. Determinar la estructura del microbioma de los sedimentos mediante la secuenciación del genoma completo mediante la secuenciación de próxima generación (NGS).
4. Analizar los genes asociados a los ciclos de carbono, nitrógeno y azufre.

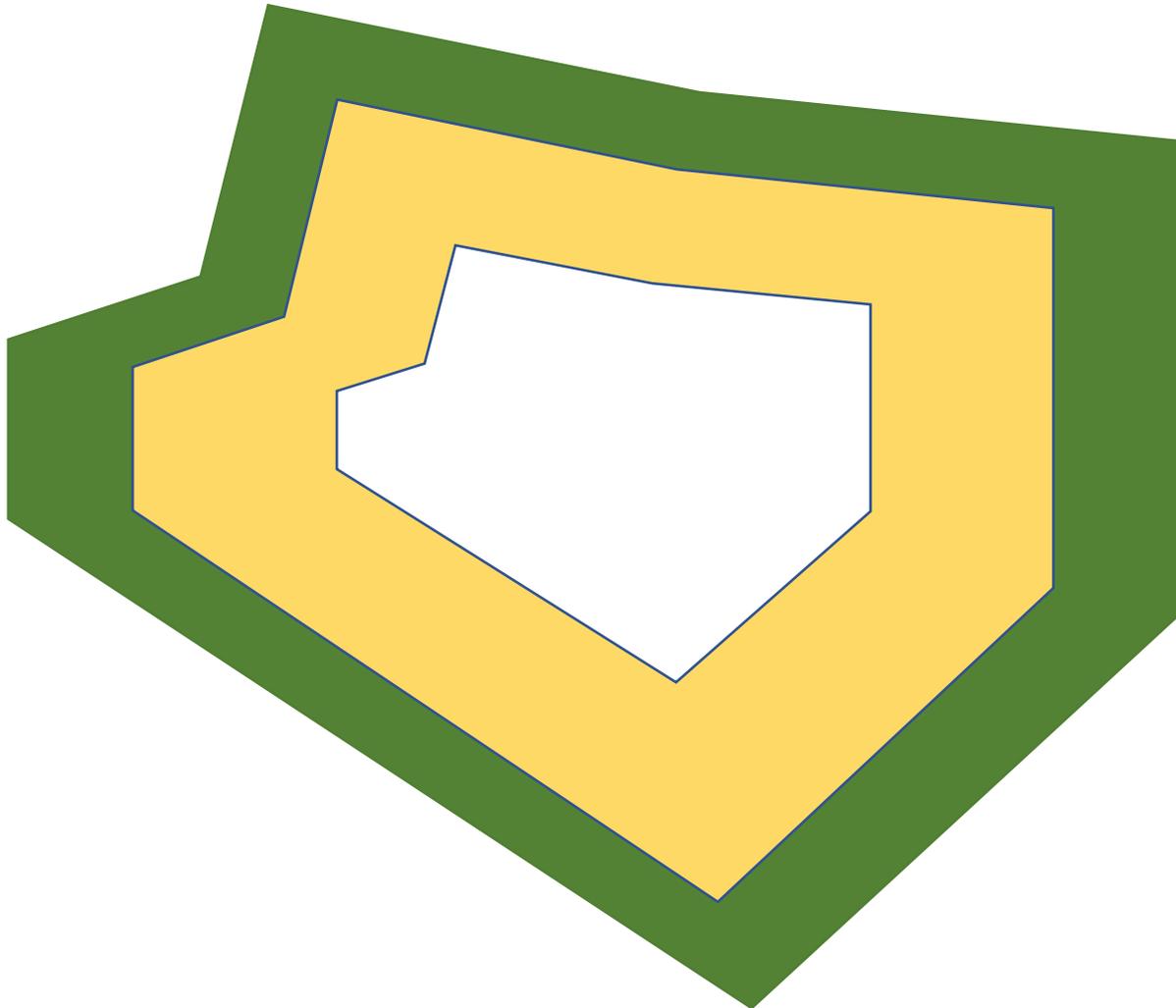
# Esquema general del proyecto



# Sitios seleccionados



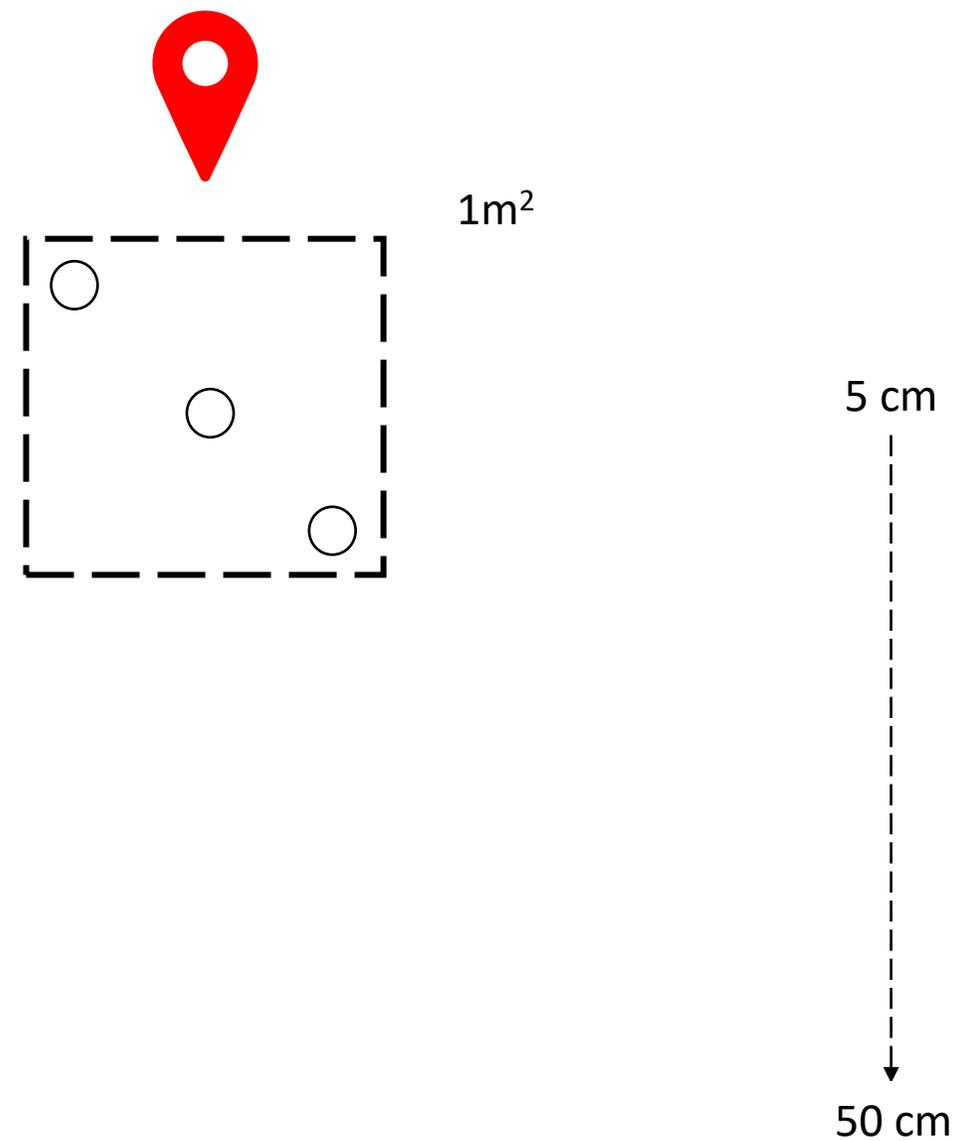
# Caracterización de la zona



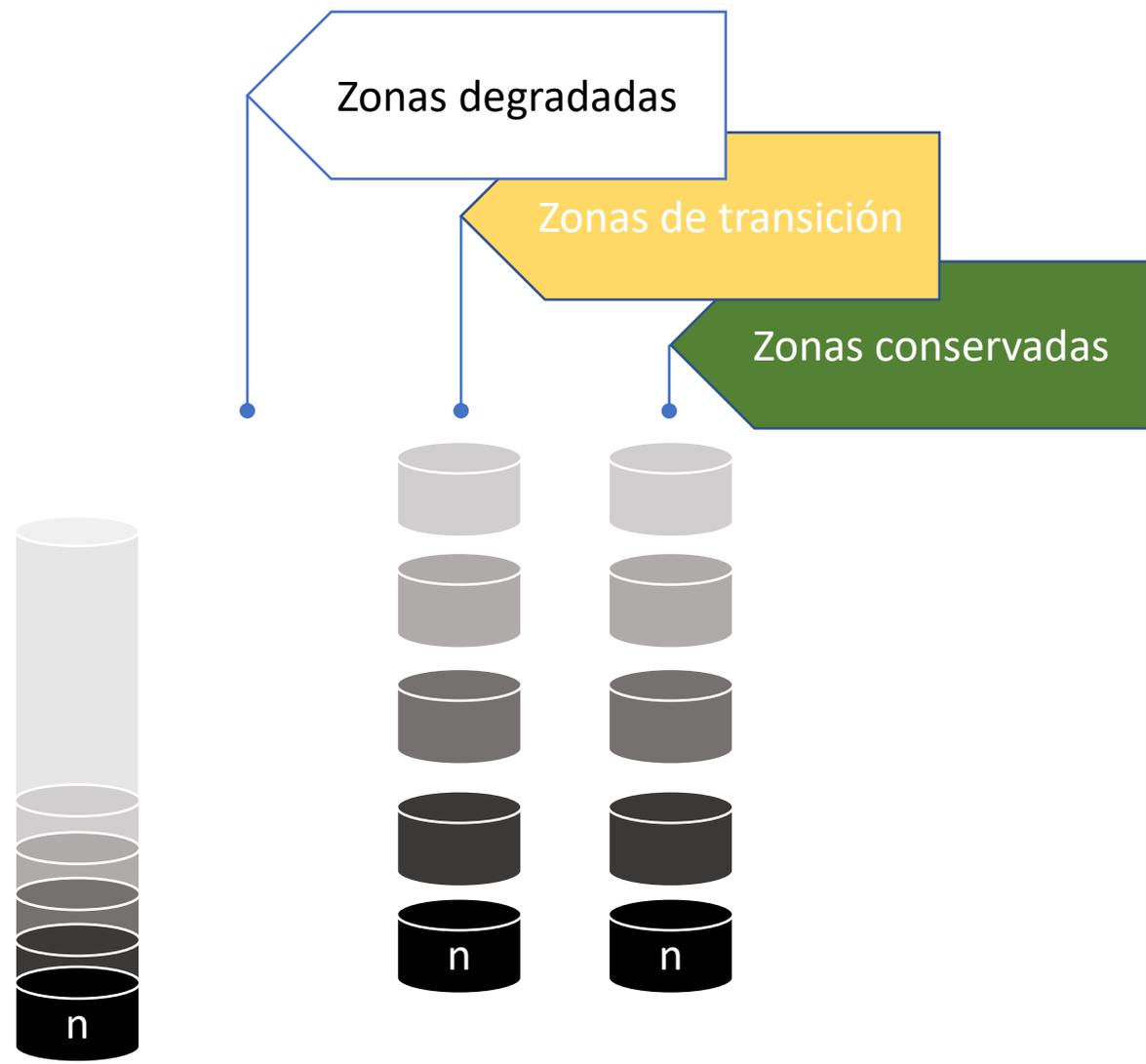
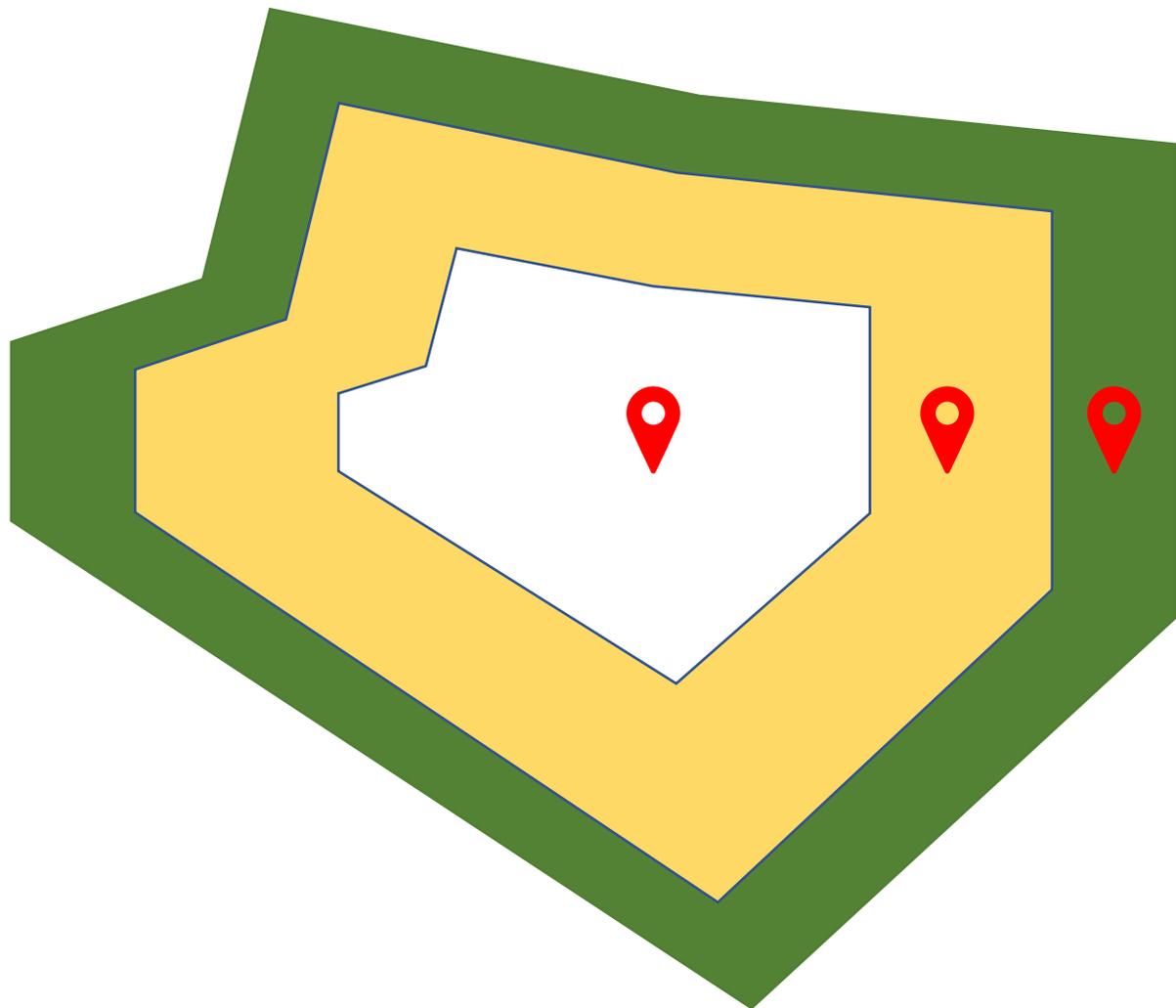
ÍNDICES DE VEGETACIÓN

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> pH        | <input checked="" type="checkbox"/> Nitrógeno |
| <input checked="" type="checkbox"/> Salinidad | <input checked="" type="checkbox"/> Carbono   |
| <input checked="" type="checkbox"/> ORP       | <input checked="" type="checkbox"/> Azufre    |

# Muestreo

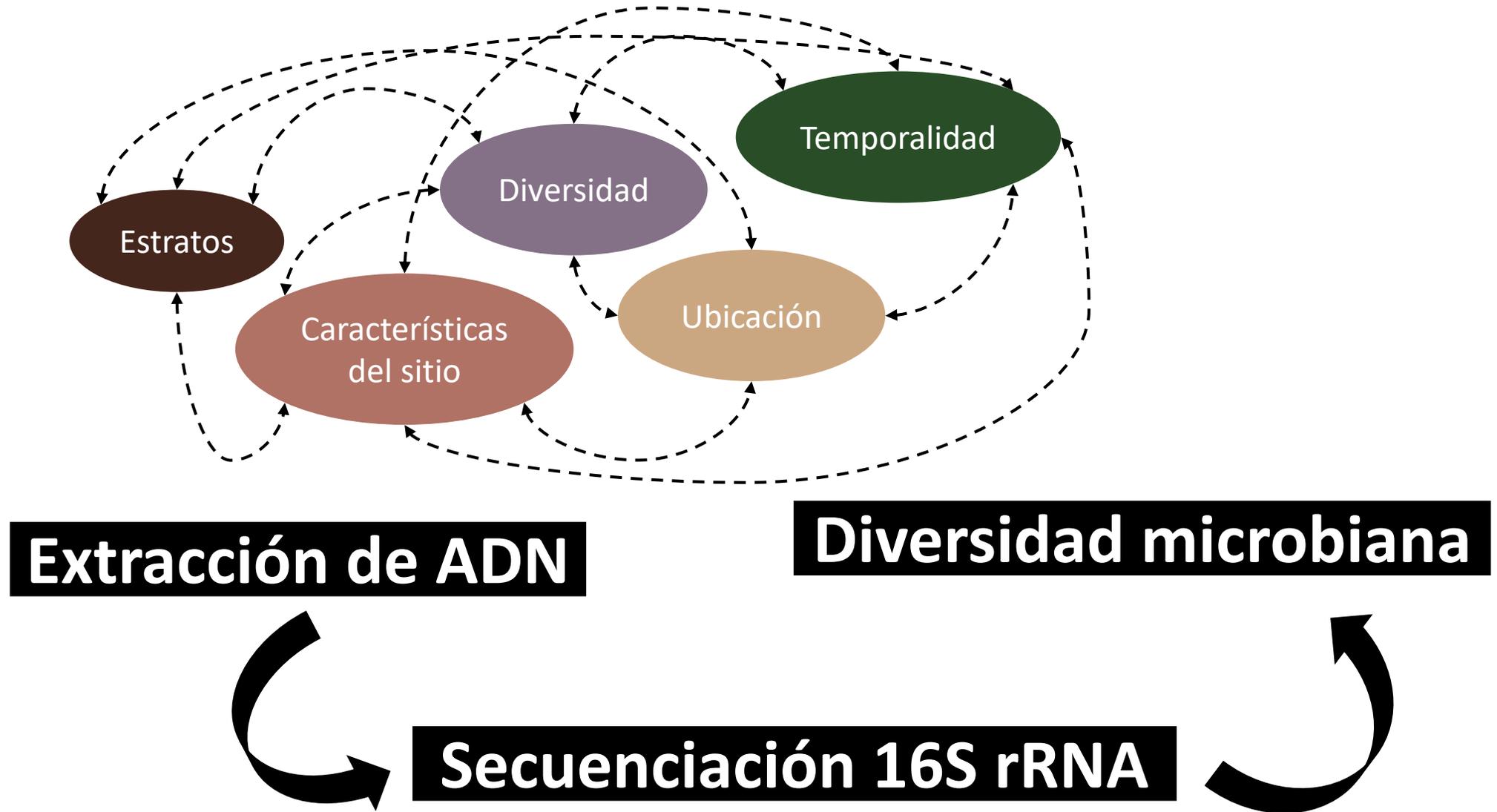
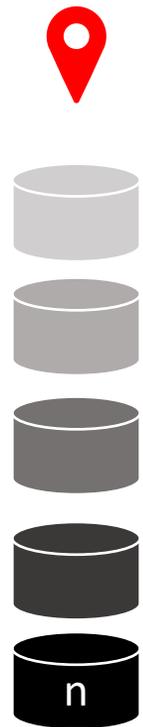


# Muestreo



✖ 3 sitios

# Secuenciación 16S rRNA



# WGS

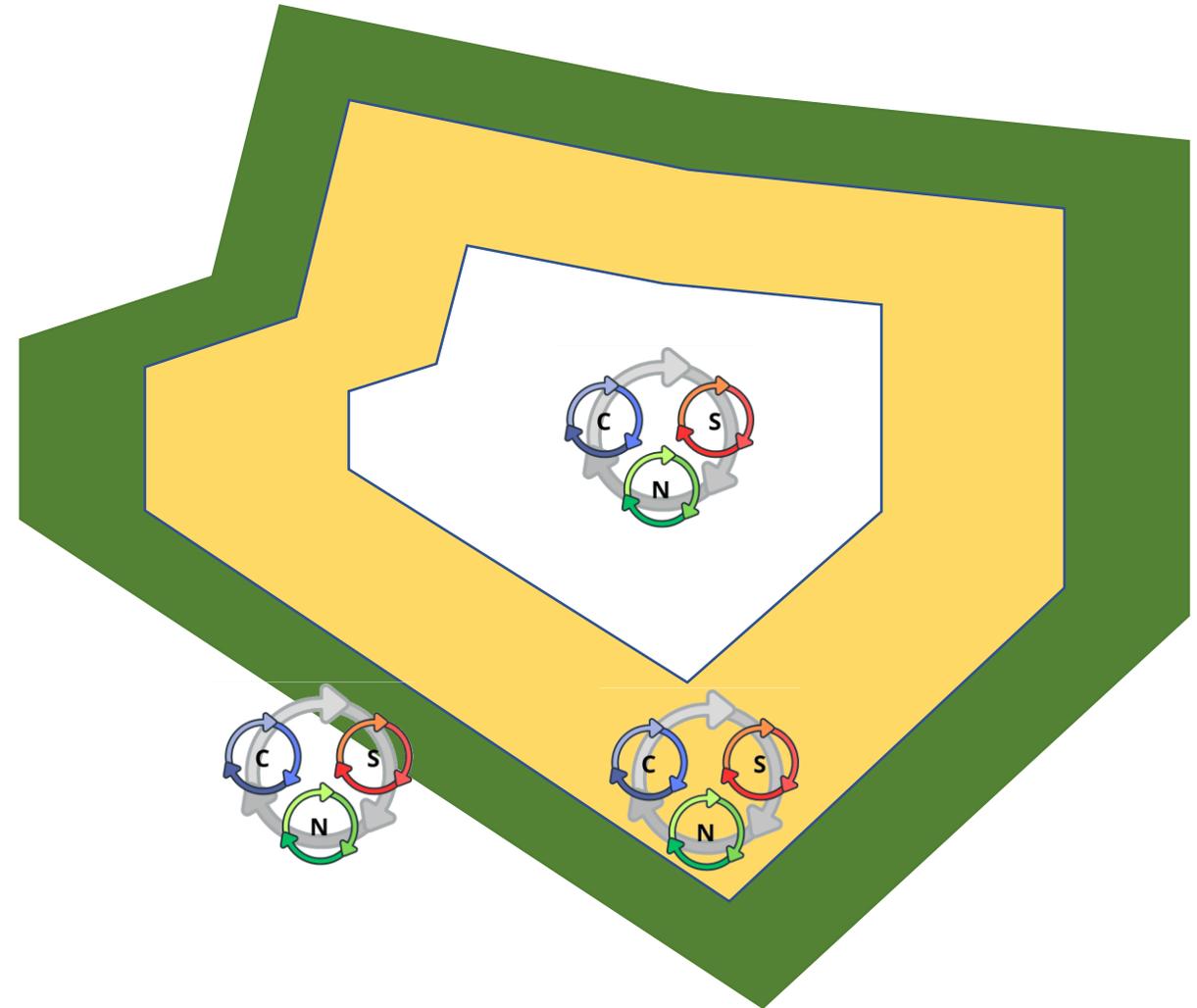
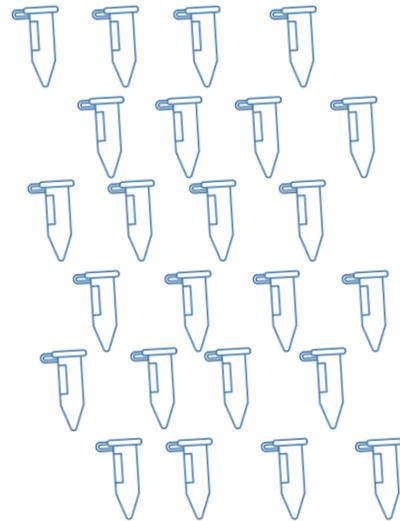






Image © 2016 Google

Google Earth



2005



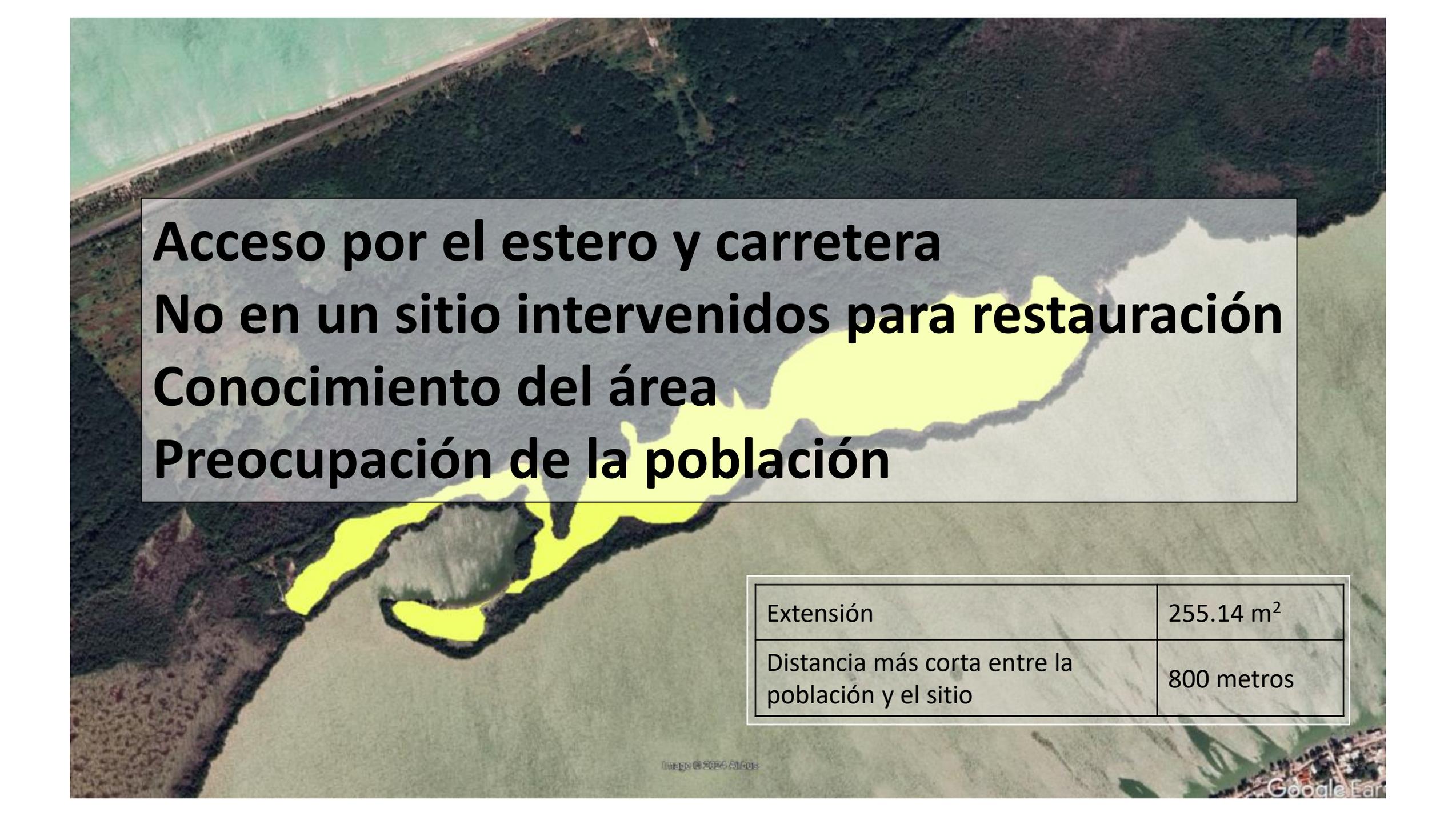
2015



2020



2024

An aerial satellite image showing a wetland or estuary area. A large, irregularly shaped area is highlighted in bright yellow, indicating the site of interest. The surrounding landscape includes a road, a body of water, and various types of vegetation. A semi-transparent grey box with black text is overlaid on the image, and a table with site details is located in the bottom right corner.

**Acceso por el estero y carretera**  
**No en un sitio intervenidos para restauración**  
**Conocimiento del área**  
**Preocupación de la población**

Extensión

255.14 m<sup>2</sup>

Distancia más corta entre la  
población y el sitio

800 metros

**14** LIFE BELOW WATER



**9** INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE



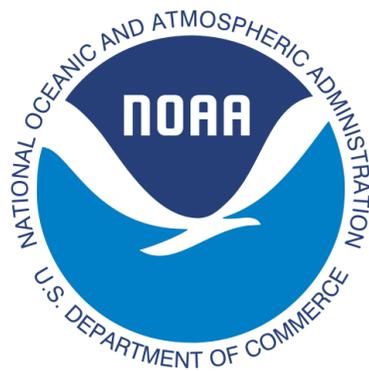
**6** CLEAN WATER AND SANITATION



**2** ZERO HUNGER



**5** GENDER EQUALITY

# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



# Agradecimientos

Proyecto: Programa de acción estratégico del gran ecosistema marino del Golfo de México, patrocinado por el GEF

CONAHCYT

Gracias