



PROYECTO PN COIBA-08-025

Instituciones Participantes

- Universidad de Panamá
- Autoridad Nacional del Ambiente
- Autoridad de Los Recursos Acuáticos de Panamá
- Smithsonian Tropical Research Institute
- Planeta Panamá Consultores

Institución Financiadora

- Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT).

Colaboradores

- Luis Cubilla Ríos
- Ana L. García
- Diana Araúz
- Félix Rodríguez
- Manuel Zarate
- Diana Pérez
- Hendrick Fuentes

The background of the slide is a solid blue color. At the top, there are several wavy, horizontal lines in shades of light blue and cyan, creating a layered, ocean-like effect.

**“Caracterización Sedimentológica y Geoquímica de los
Sedimentos Marinos de Bahía Honda y Bahía Damas,
Provincia de Veraguas., Panamá. ”**

MSc. ANA LUISA GARCIA



OBJETIVOS

- **Objetivo General.**

- ✓ Caracterizar los sedimentos superficiales de Bahía Honda y Bahía Damas para determinar su calidad ambiental y reconocer las zonas de enriquecimiento de metales pesados (Cd, Cu, Cr, As y Pb).

- **Objetivos Específicos.**

- ✓ Levantar la información base de los sedimentos marinos y metales pesados de las áreas de Bahía Honda y Bahía Damas en los periodos secos y lluviosos a través de cuatro campañas de monitoreo.
- ✓ Realizar análisis sedimentológicos (textura) utilizando el método de hidrómetro de Bouyoucos y geoquímicos (metales pesados y carbono orgánico total) de las muestras colectadas en las áreas de estudio.



Sedimentos Marinos

- Los sedimentos Marinos son el resultado de la acumulación de diversos tipos de constituyentes, tanto derivados del transporte continental como de origen biogénico generados in situ.



Metales Pesados

- Los metales pesados son uno de los más serios contaminantes en un ambiente natural, debido a su toxicidad, persistencia y problemas de bioacumulación, (Tan & Wong, 2000).
- El término metales pesados se refiere a cualquier elemento químico metálico que tiene una densidad relativamente alta y es tóxico, altamente tóxico o venenoso a bajas concentraciones, (Bryan y Langston, 1992).



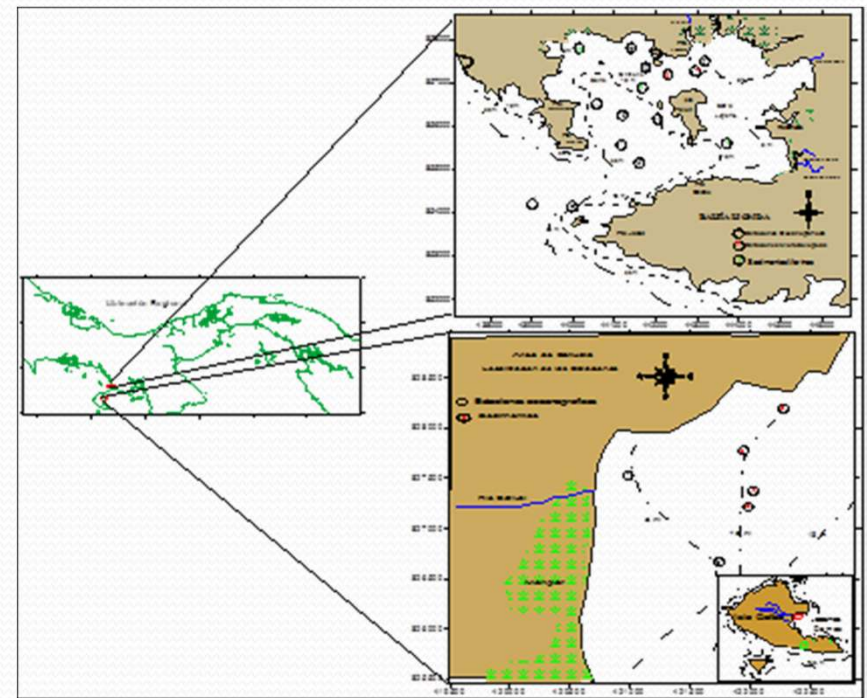
OBJETIVOS

- **Objetivos Específicos.**

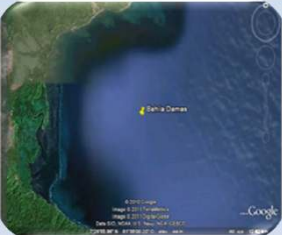
- Establecer el tipo de sedimento característico de cada área de estudio, a través del análisis de textura, para determinar su relación con la acumulación de los metales pesados.
- Determinar valores de concentración de elementos traza en sedimentos marinos que sirvan como referencias de las áreas y poder establecer áreas o zonas con mayor grado de susceptibilidad a ser contaminadas para futuros usos.
- Establecer un análisis comparativo sobre la contaminación de los sedimentos marinos por metales pesados entre las zonas de estudio.

Localización del Área de Estudio

- El Parque Nacional Coiba, se encuentra ubicado en la República de Panamá formando parte del corredor Marino del Pacífico Este Tropical, se localiza en el Golfo de Chiriquí, en la región suroccidental del Pacífico panameño, en el se ubica Coiba, la isla más grande del Pacífico Centroamericano, con una superficie de 503,14km²
- Todo el límite del Parque Nacional Coiba está situado en el mar. Sus límites: al norte con la provincia de Veraguas al sur y este con el océano pacífico y al oeste, con el golfo de Chiriquí.



Selección de las Zonas de Estudio

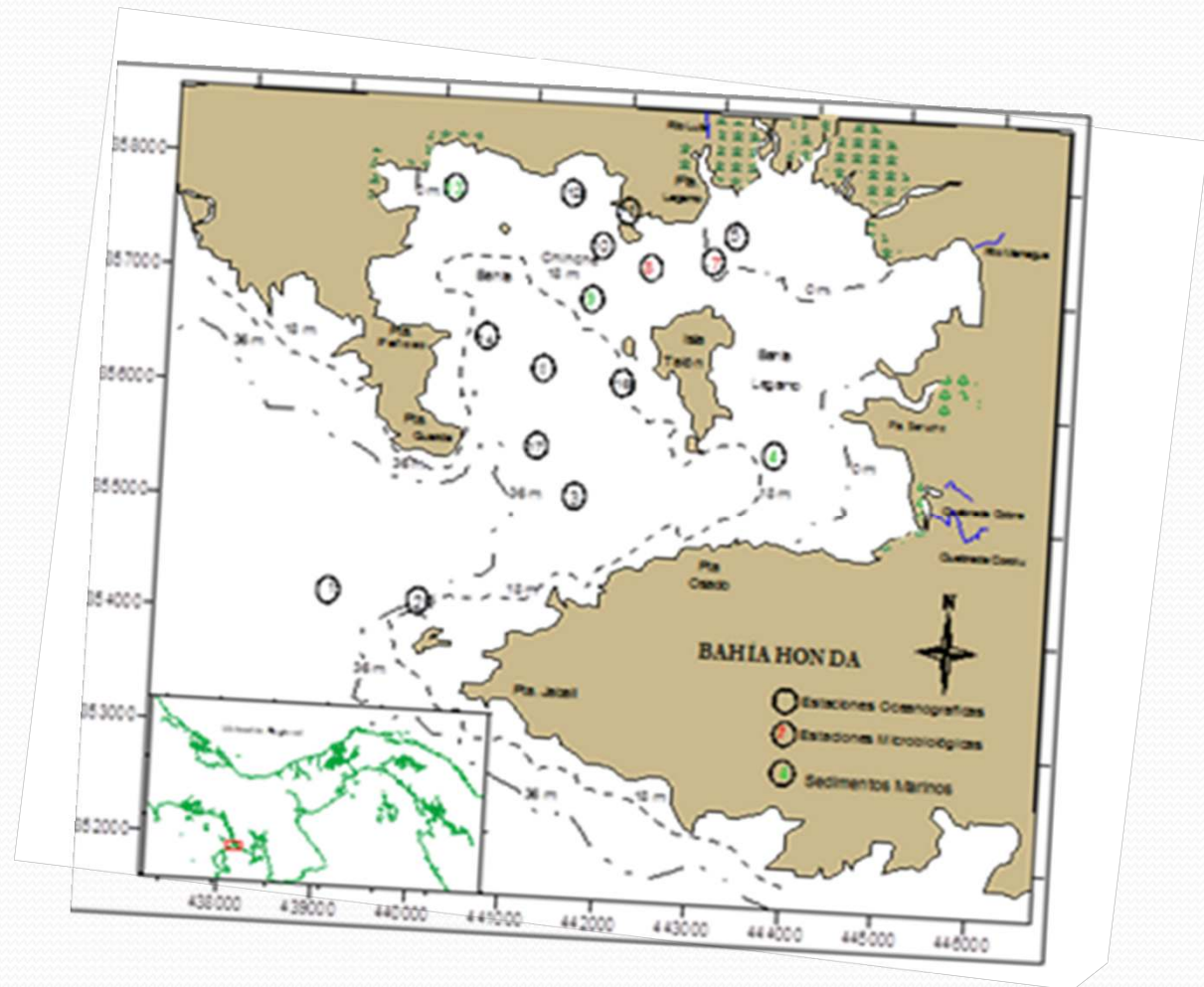
Zonas de Estudio	Observación
Bahía Honda	Existencia de actividad humana y futuro nodo de desarrollo turístico
	
Bahía Damas (parte este de la isla, 5km S.O de la Colonia Penal)	Evaluación de los posibles efectos causados por la presencia de la Colonia Penal
	

BAHIA HONDA

La región de Bahía Honda, está situada en la costa Pacífica de la Provincia de Veraguas, en el Golfo de Chiriquí

Es considerada como una de las áreas de mejor desarrollo natural, con arrecifes coralinos (CPPS, 2000).

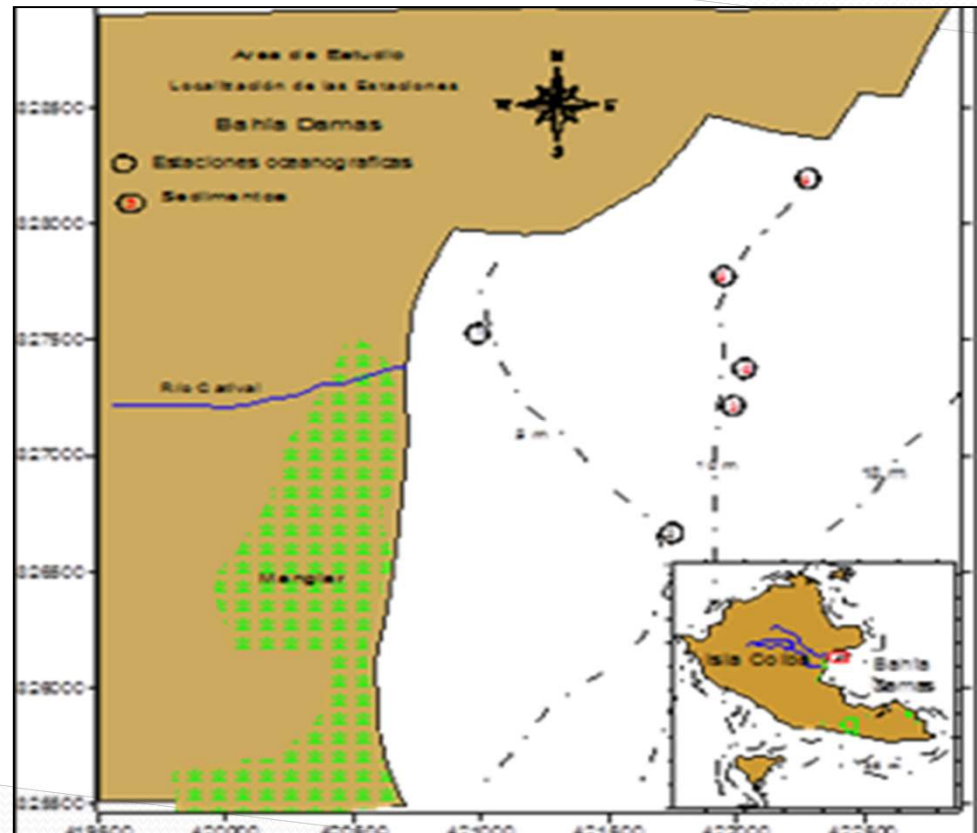
Según Ibáñez (2005), en el área existe una población formada por aproximadamente 2000 personas, quienes se dedican a la economía de subsistencia, basada en la pesca artesanal, ganadería y agricultura de roza y quema.



BAHIA DAMAS

Bahía Damas, es una de las principales particularidades geomorfológicas que presenta la isla de Coiba. El área del presente estudio se encuentra circunscrita al sector costero comprendido entre Pta. Clara en el extremo Norte de la Bahía (828000 N -422400E), y el extremo Norte del río San Juan, ubicada en el área Sur de la Bahía (826600N-421000E).

Este sector corresponde al área de influencia directa de las aguas continentales drenadas por la Cuenca Hidrográfica del río Catival y secundariamente por el río San Juan.



Metodología

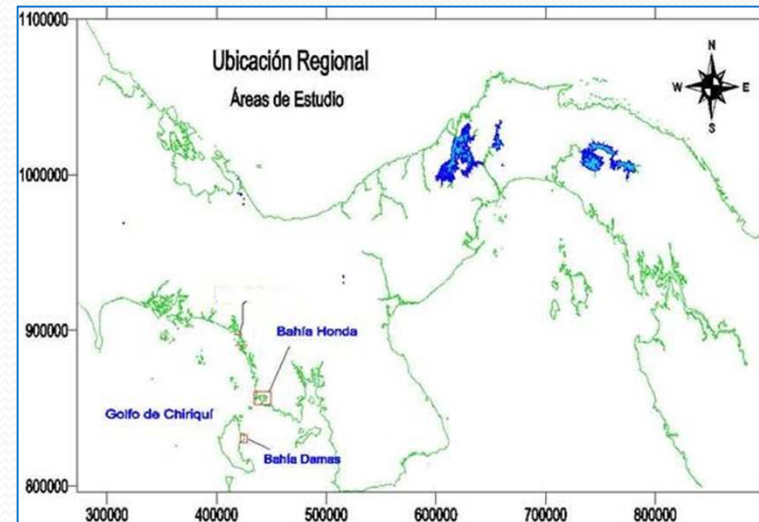
Diagrama de flujo



DISEÑO DE MUESTREO

Descripción de las campañas de muestreo -Variaciones estacionales de la región

Campaña N°	Época
1	Seca 2009
2	Lluviosa 2009
3	Seca 2010
4	Lluviosa 2010



•Descripción de las Zonas de Muestreo

Se seleccionò una zona costera continental tomando en cuenta la presencia de actividad humana, posibles polos de desarrollo, y su probable influencia sobre el Parque Nacional Coiba; se ubicaron las estaciones de muestreo, en función de la textura del fondo marino y de la profundidad de las aguas. *Protocolo de Montreal, Oslo París, 1995.*

En la Isla de Coiba una zona insular considerando su orientación con respecto a las zonas costeras continentales y con respecto a las corrientes marinas que inciden en el área, además de su ocupación como colonia penal.

Bases de los Procedimientos

OSLO-PARIS 1991 JOINT MONITORING
PROGRAMME

PROTOCOLOS

ISO 17500

COI

REGISTROS OCEANOGRAFICOS

CUSTODIA DE LA MUESTRA

INDICASAT-AIP UNIDAD DE SERVICIOS QUIMICOS HOJA DE CAMPO - SEDIMENTOS PROYECTO: PNC01BA08-025																
Zona: Bahía Damas Fecha: 24-9-09 Hora Inicio: 2:25 p.m. Hora Final: 4:30 p.m.					Técnicos DA Equipo de Medición: hydrolab PERFILES:					Claves para las observaciones de campo Oloro (O) [p: olor fuerte] [n: olor normal] [n: olor débil] Agente del Agua (AA) [n: transparente] [n: opaco] [n: turbio] [n: muy turbio] Velocidad (V) [n: 0-10] [n: 10-20] [n: 20-30] [n: 30-40] [n: 40-50] [n: 50-60] [n: 60-70] [n: 70-80] [n: 80-90] [n: 90-100]						
Estación	Observaciones de Campo					Coordenadas UTM		Mediciones de Campo							Observaciones Adicionales	
	Hora	CL	AA	V	Anchor Profundidad (cm)	E	N	T°C	OD (mg/L)	pH	Cond(µS/cm)	Sal (ppt)	TDS (mg/L)	% OD		
8	2:25pm	1	1	N/A	N/A	1.7	827528	42086	30.11	7.15	8.59	0.029	33.91	32.95	114	Sedimentos arenosos gruesos (piedras de fondo, se tomó 60 segundos)
9	02:25	1	1	N/A	N/A	1	827528	42086	30.11	7.15	8.59	0.029	33.91	32.95	114	Sedimentos arenosos gruesos (piedras de fondo, se tomó 60 segundos)
10	02:30	1	1	N/A	N/A	1	827528	42086	29.4	7.67	8.61	0.019	34.05	33.07	105	Sedimentos arenosos gruesos (piedras de fondo, se tomó 60 segundos)
11	2:42 p.m.	1	1	N/A	N/A	1.3	827527	42050	29.27	6.69	8.64	0.019	34.11	32.14	105	Sedimentos arenosos gruesos (piedras de fondo, se tomó 60 segundos)
12	3:00 p.m.	1	1	N/A	N/A	1	827527	42188	29.24	6.66	8.64	0.019	34.27	33.18	105	Sedimentos arenosos gruesos (piedras de fondo, se tomó 60 segundos)
13	3:20 p.m.	1	1	N/A	N/A	1	827775	42184	29.31	6.58	8.64	0.019	34.15	33.13	104	Sedimentos arenosos gruesos (piedras de fondo, se tomó 60 segundos)
14	3:40 p.m.	1	1	N/A	N/A	1	826666	42174	29.01	6.56	8.64	0.019	34.17	33.17	104	Sedimentos arenosos gruesos (piedras de fondo, se tomó 60 segundos)
15	4:00 p.m.	1	1	N/A	N/A	1.1	828194	42228	29.23	6.65	8.63	0.019	34.07	33.09	104	Sedimentos arenosos gruesos (piedras de fondo, se tomó 60 segundos)
16	4:20 p.m.	1	1	N/A	N/A	1.1	828194	42228	29.23	6.65	8.63	0.019	34.11	33.22	94	Sedimentos arenosos gruesos (piedras de fondo, se tomó 60 segundos)
17	4:40 p.m.	1	1	N/A	N/A	1.1	828194	42228	29.23	6.65	8.63	0.019	34.11	33.22	94	Sedimentos arenosos gruesos (piedras de fondo, se tomó 60 segundos)

Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos

Zonas Marinas	Matriz	Agua de mar	pH, T, salinidad, STD, conductividad, oxígeno disuelto, coliformes totales, coliformes fecales.
		Sedimento	Carbono orgánico total, textura, metales pesados, hidrocarburos clorados
Zona Continental	Matriz	Agua continental	pH, T, salinidad, conductividad, oxígeno disuelto, nitratos, nitritos, fosfatos, cloruros, alcalinidad, metales pesados, cationes.



Sonda multiparametro Horiba U- 22XD.

Draga Dietz-La Fond, modelo KAHLSICO N^o 214 WA130

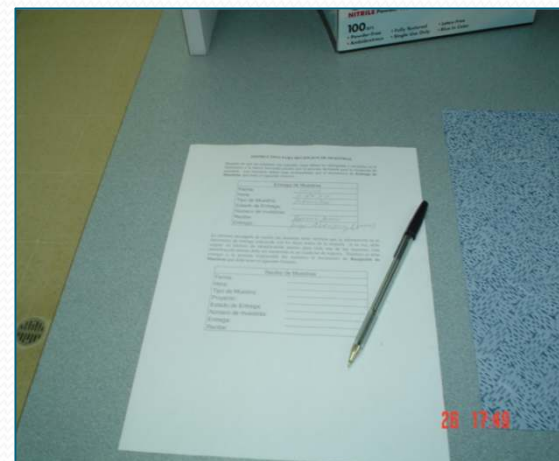
Colecta de Sedimento



Custodia y Entrega al Laboratorio



Las muestras rotuladas se preservan y se custodian hasta el laboratorio para mantener la calidad de las mismas, para su posterior tratamiento y análisis.





PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS Y ANALISIS INSTRUMENTAL

Textura



Secado: peso constante a 40 °C



Tamizado: < 2 mm



Densidad de la Solución
(Hidrómetro) (40 s / 7
horas) y T (° C)

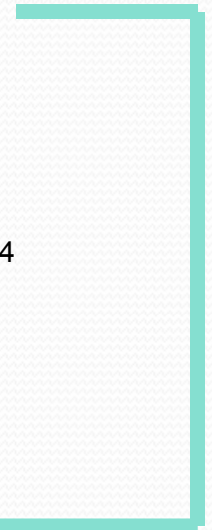
Carbono Orgánico Total



Secado, Molido y Homogenizado



12,5 gramos/37.5 ml K_2SO_4
(0.5 M)



Agitación / 1 hora.

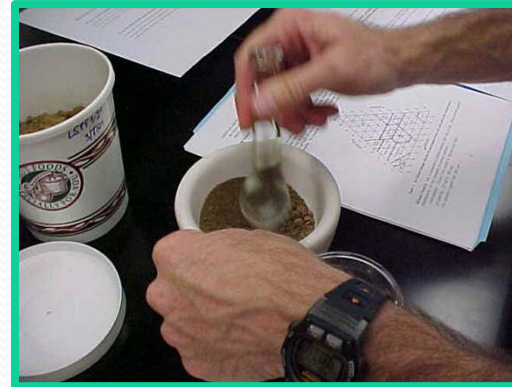


Shimadzu 5000 (TOC)
T (° C): 680; Gas Acarreador (Aire)
15 ml/min

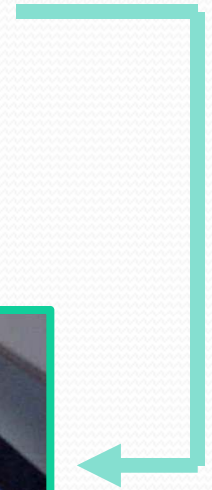
Metales Pesados



Secado: peso constante a 30 °C



Triturado



Tamizado: 63 μm
1,0g/ HNO_3 : HCl (1:1) v/v



DGM (IO Analytical 7925)
Presión: 120 psi.
T °C: 25-175
Tiempo: 4min.

Metales Pesados



Filtrado al vacío: filtros de $0,2\ \mu\text{m}$ de tamaño de poro.



Aforo: a 25 ml con agua destilada



Metales Pesados



Aparato

ICP-OES Spectro Ciros CCD,
equipado con nebulizador de flujo
cruzado

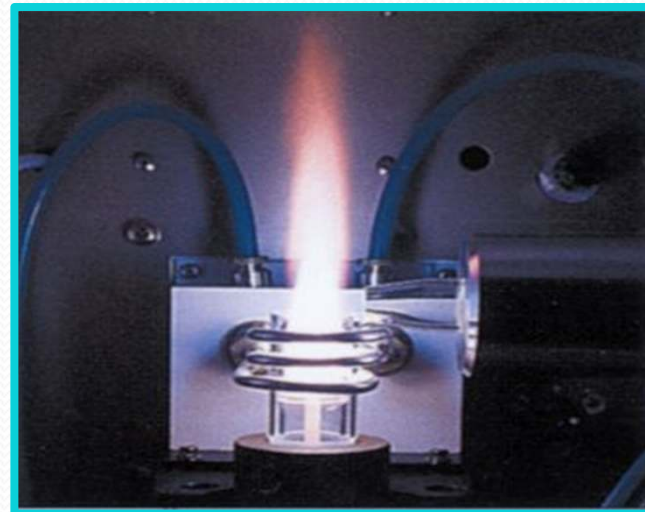
Condiciones de Análisis

Flujo Refrigerante: 14 L/min

Flujo Nebulizador: 0.95 L/min

Potencia Plasma: 1350 W

Los límites de detección de los elementos analizados fueron: Cu 0.004 mg/L, As 0.004 mg/L, Cd 0.003 mg/L, Pb 0.015 mg/L y Cr 0.003 mg/L.



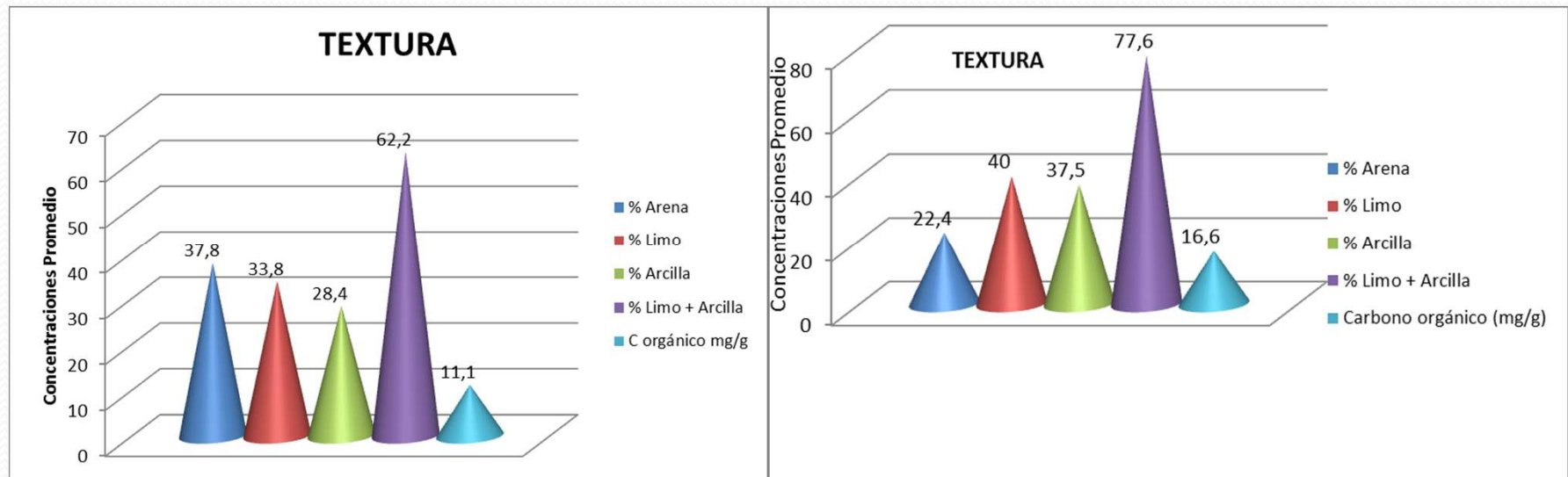
PORCENTAJES DE RECUPERACION OBTENIDO DEL MATERIAL DE REFERENCIA CERTIFICADO IAEA 405

	As	Cd	Cr	Cu	Pb
Valor Certificado (mg/L)	23.6	0.7	84.0	47.7	74.8
Valor Medido (mg/L)	21.1	0.8	76.2	41.5	67.6
% Recuperación	89.5	97.6	90.7	87.1	90.4

TEXTURA (BAHIA DAMAS Y BAHIA HONDA)

Bahía Damas

Bahía Honda



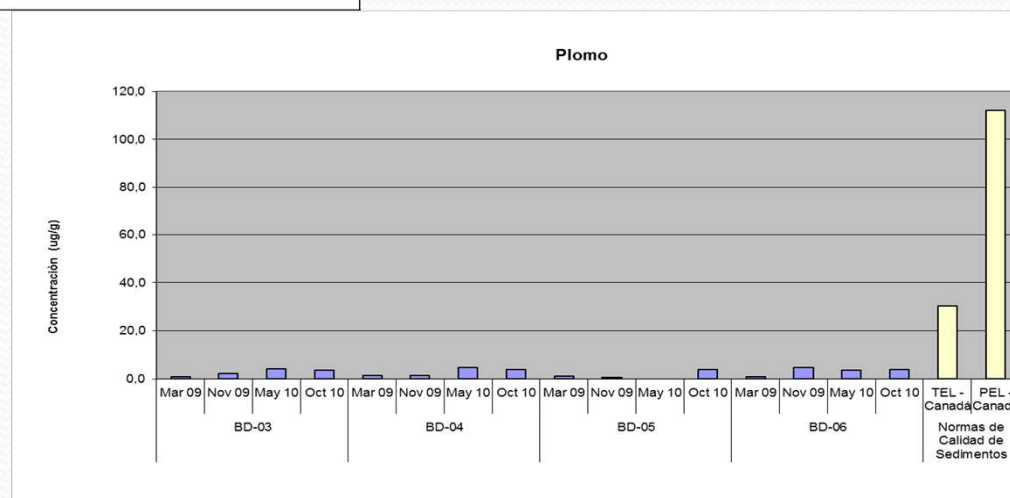
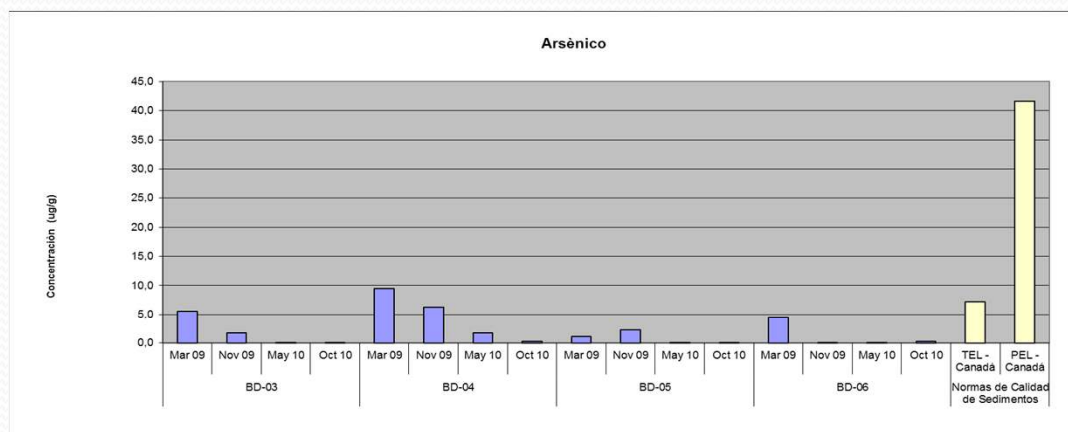
VALORES GUIAS CANADIENSES DE LA CALIDAD AMBIENTAL, 2003.

- Normas Canadienses “Valores Guías de la Calidad Ambiental (ISQG)”, 2003.
- TEL (concentración por debajo de la cual no se espera efectos biológicos adversos)
- PEL (Nivel de Efecto Probable): concentración sobre la cual se encuentran con frecuencia efectos biológicos adversos

Metal Pesado	ISQG (µg/g)	
	TEL	PEL
Arsénico	5,9	17,0
Cadmio	0,6	3,5
Cobre	35,7	197,0
Cromo	37,3	90,0
Plomo	35,0	91,3

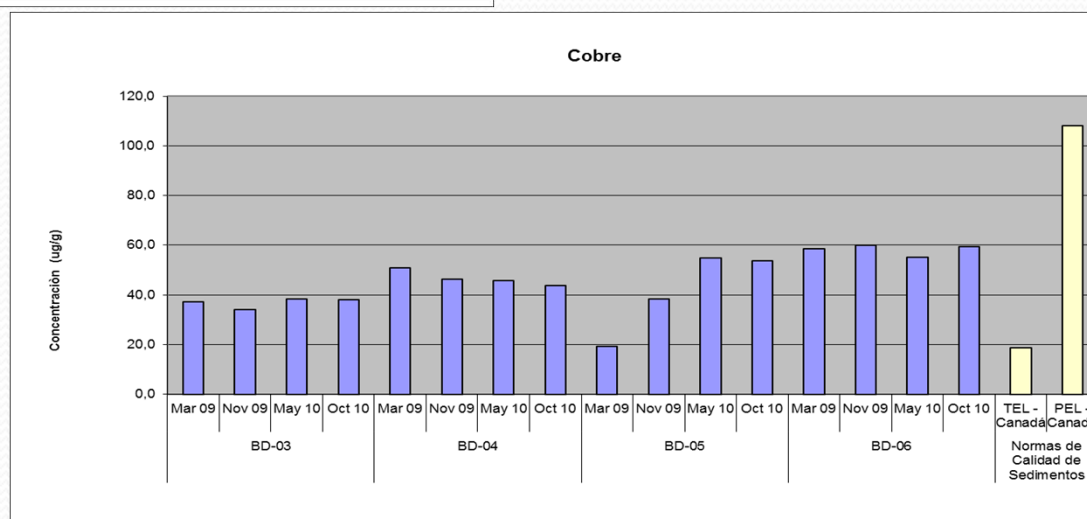
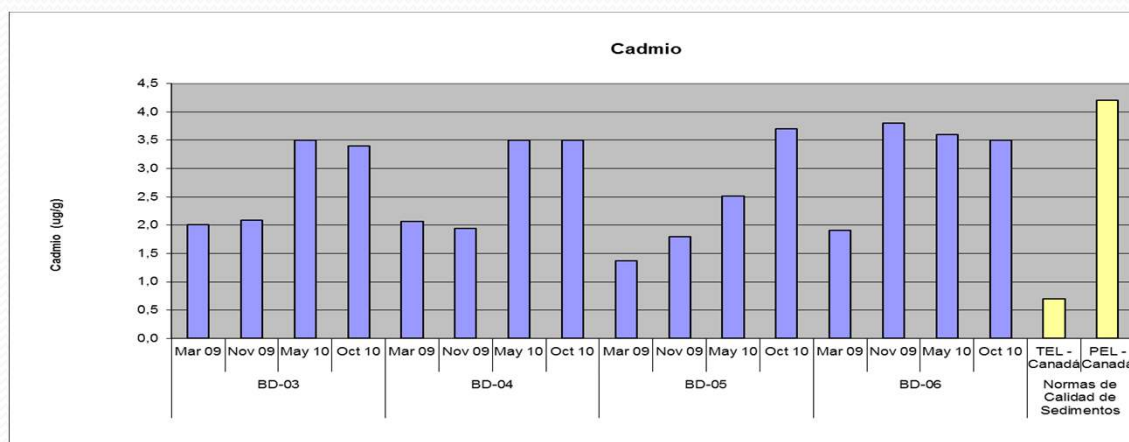
CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

- Bahía Damas



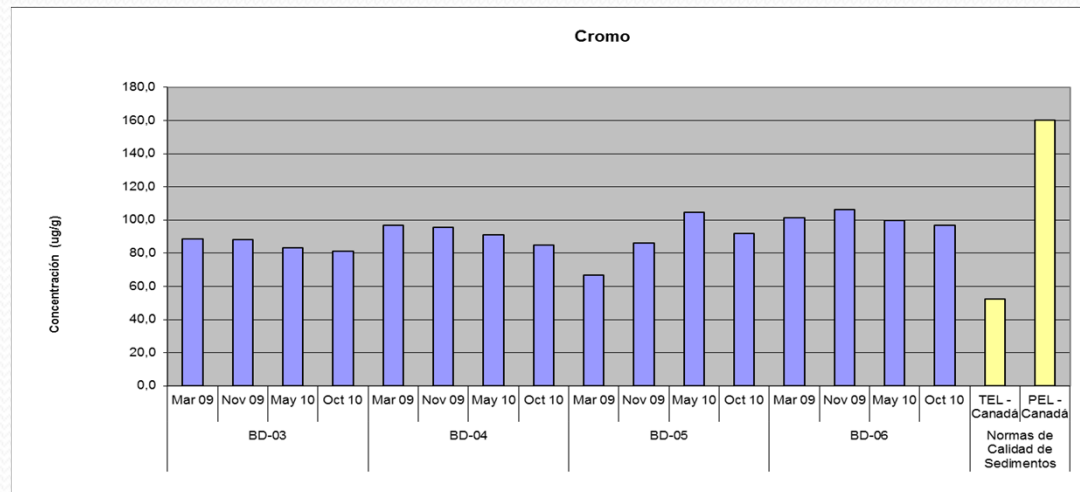
CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

- Bahía Damas



CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

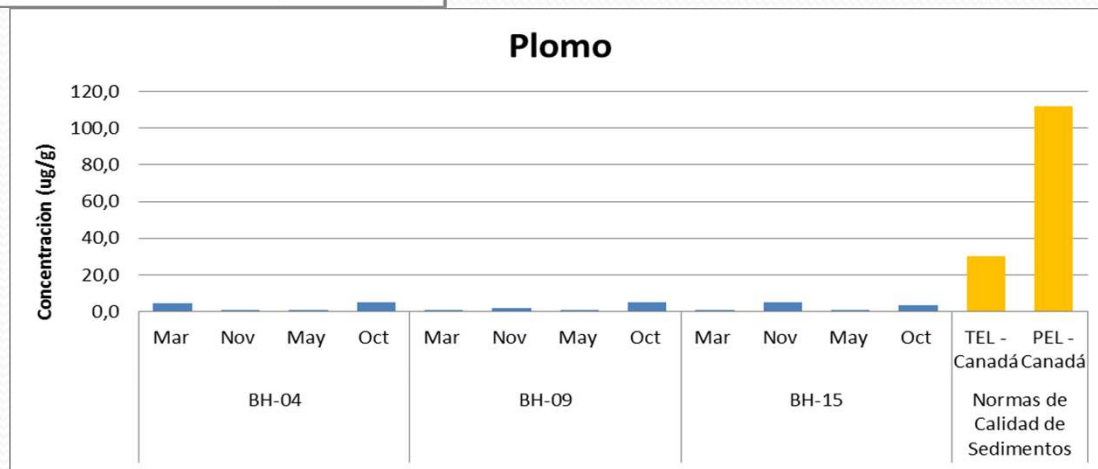
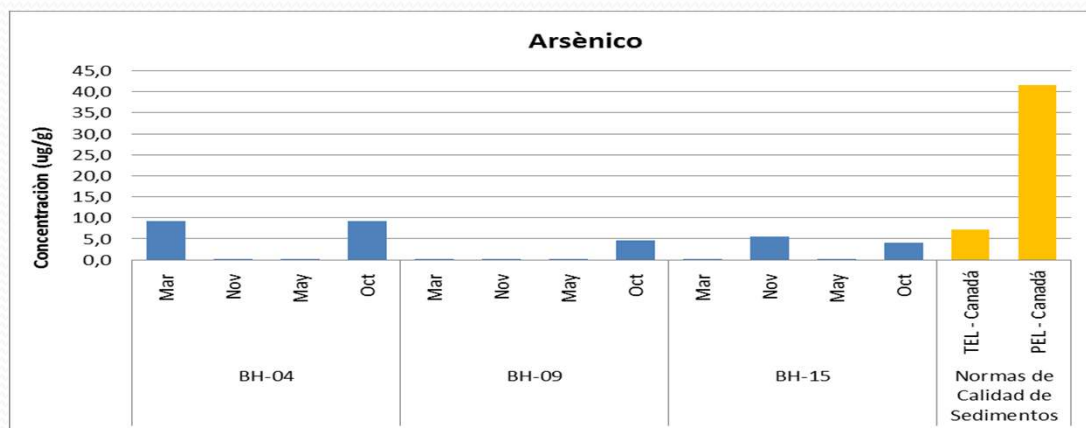
- Bahía Damas



Para Bahía Damas los flujos de energía de aporte de metales pesados en los sedimentos marinos pueden estar supeditados a cambios de densidad, temperatura y salinidad por los efectos de las mareas en la resuspensión de los sedimentos en el periodo seco, mientras que en el periodo lluvioso es la influencia del río Catival en sus máximos periodos de escorrentías donde hay aportes masivos de sedimentos limo-arcilla.

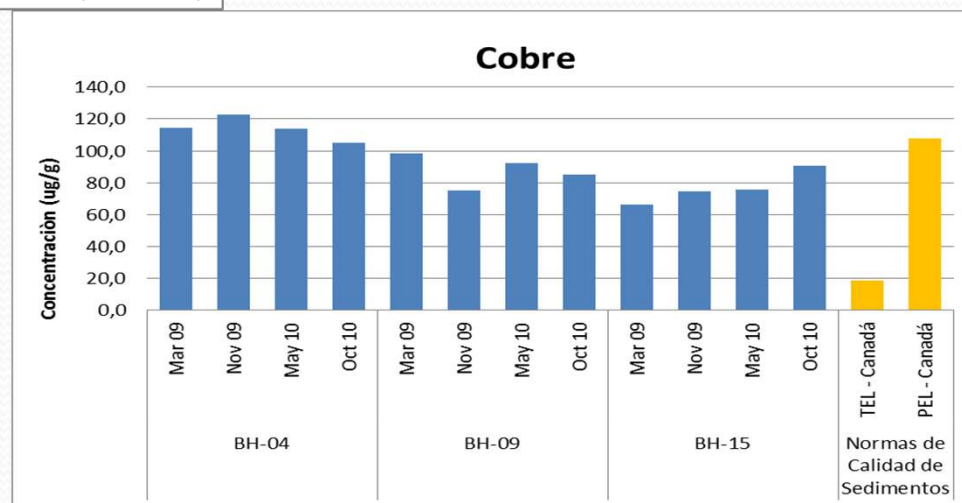
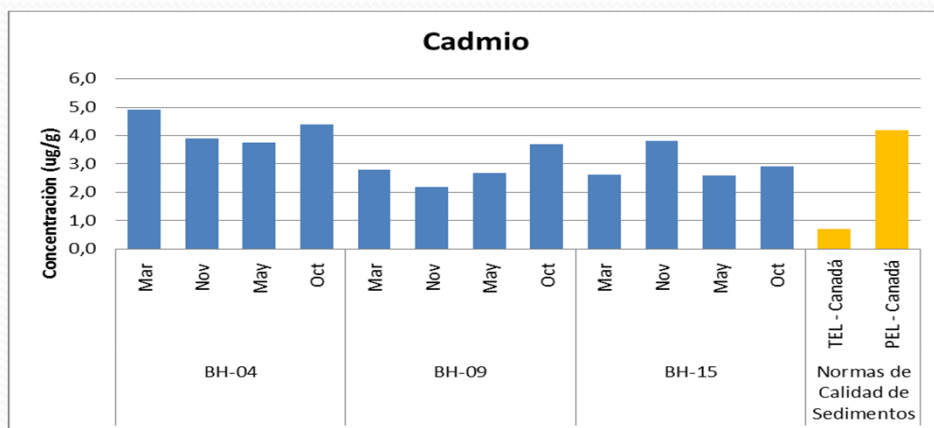
CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

● Bahía Honda



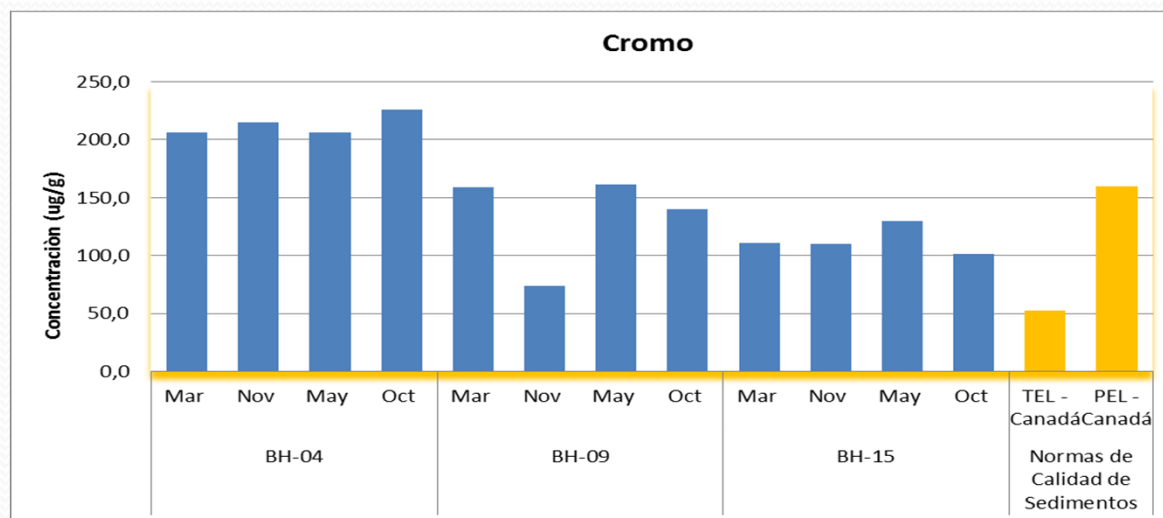
CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

● Bahía Honda



CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS EN LOS SEDIMENTOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

- Bahía Honda



Las concentraciones más altas de metales pesados se ubican geográficamente en el sector este, específicamente en la estación BH-04; esto puede deberse a los siguientes factores: de origen antropogénico, ya que esta Bahía recibe una fuerte influencia de los ríos San Luis en la parte norte, río Managua al noreste y las quebradas Corotú y Cobre, que tienen fuertes arrastres de áreas agrícolas. Otros factores que pueden estar influenciando son los dinámicos, por mareas y/o cambios hidrológicos. Así, como la geomorfología y batimetría del área.

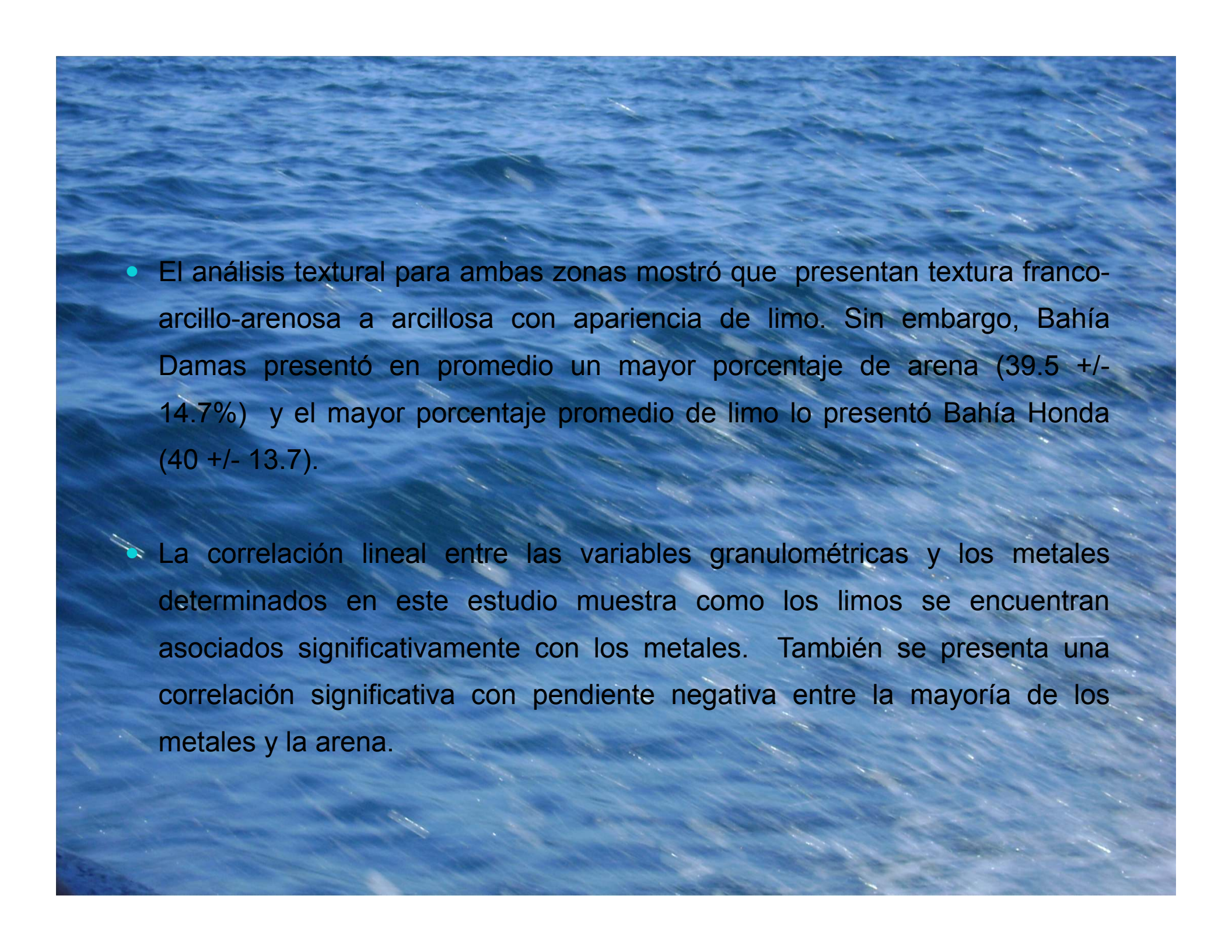
MATRIZ DE CORRELACIÓN DE PEARSON

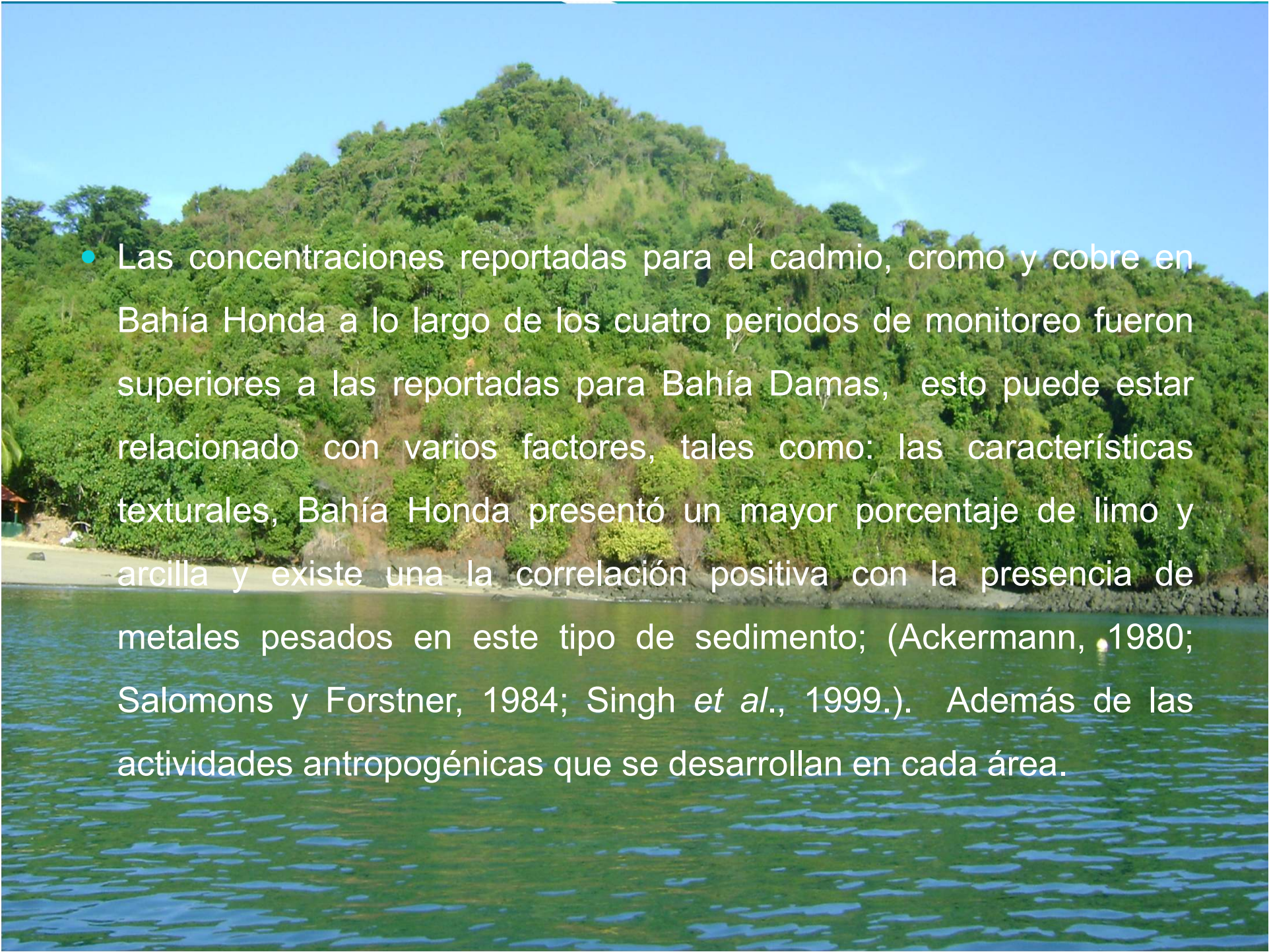
	Cr	Cu	As	Cd	Pb
Cr	1.00	0.91	0.72	0.71	0.45
Cu		1.00	0.70	0.62	0.46
As			1.00	0.36	0.17
Cd				1.00	0.85
Pb					1.00
Arena	-0.73	-0.73	-0.42	-0.64	-0.43
Limo	0.73	0.65	0.50	0.68	0.42
Arcilla	0.51	0.67	0.15	0.37	0.32
Carbono Organico	0.45	0.54	0.31	0.42	0.65

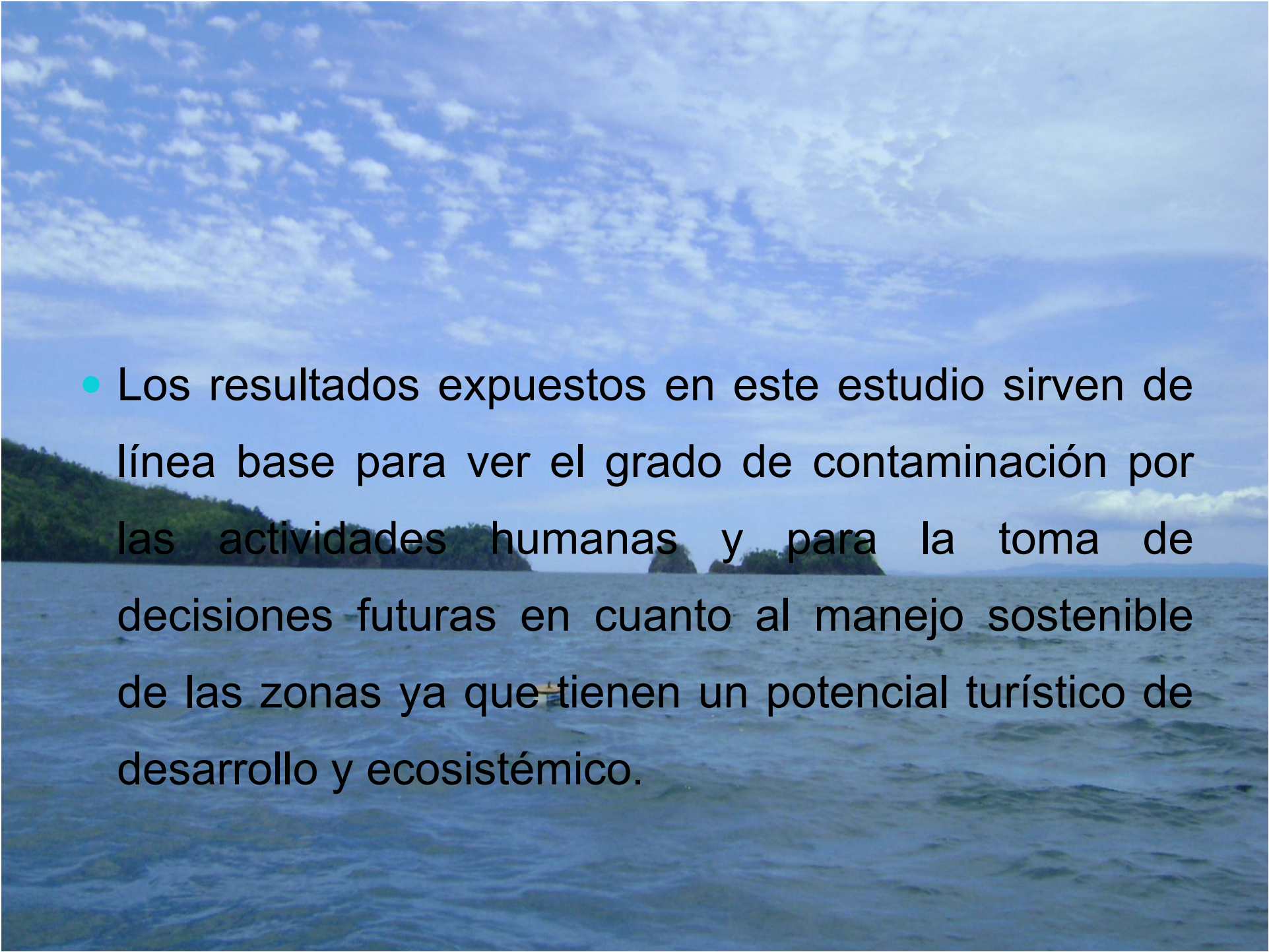
Textura, en los 2 sitios hubo una fuerte correlación positiva entre cromo y limo ($r = 0.73$, $p < 0.0001$), y una fuerte correlación negativa entre cromo y arena ($r = -0.73$, $p < 0.0001$), y entre cobre y arena ($r = -0.73$, $p < 0.0001$).

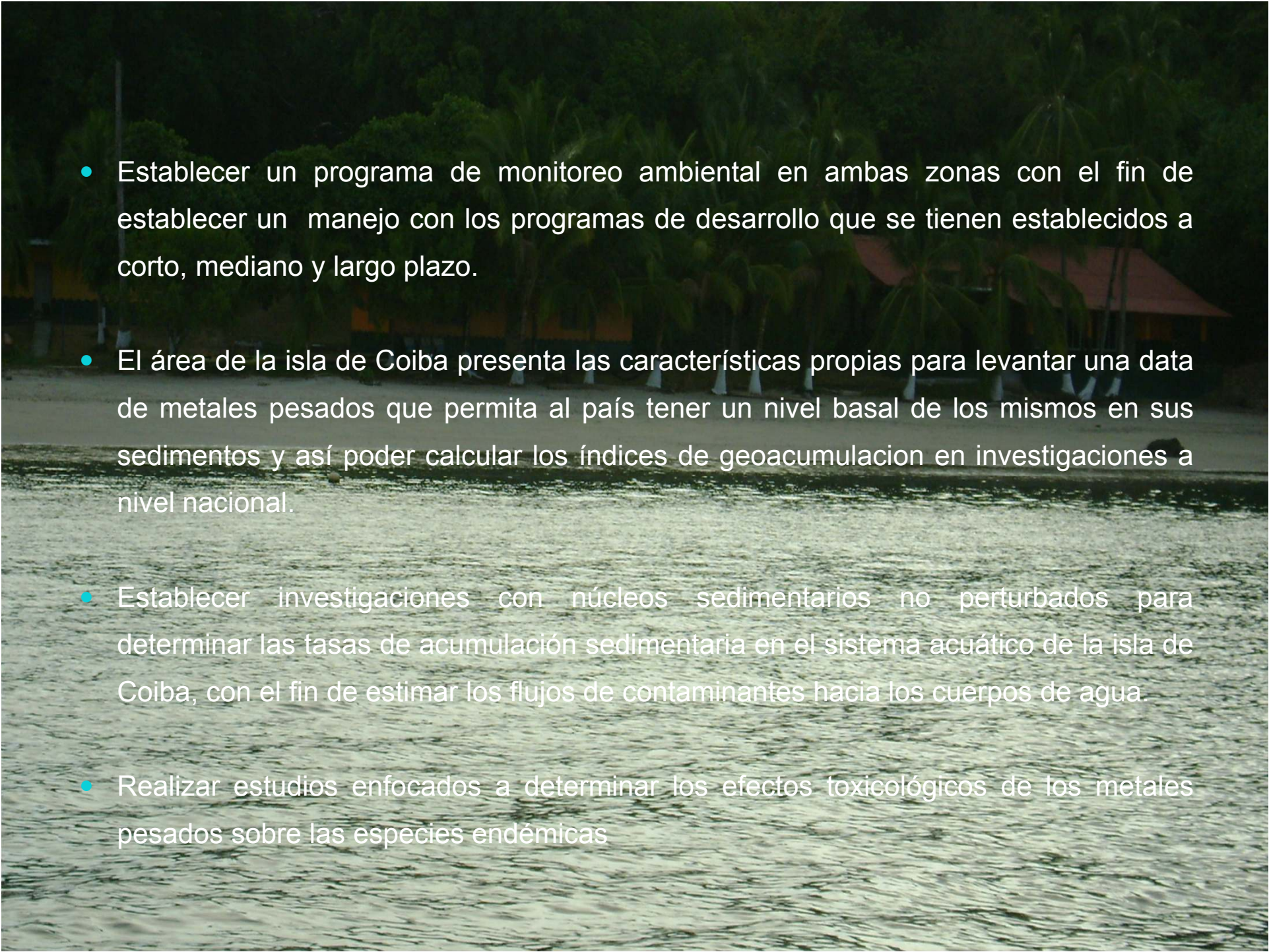
El plomo presentó la mayor correlación positiva con el carbono orgánico ($r = 0.65$), el plomo es un metal muy poco móvil y que tiende a adsorberse por el material arcilloso y la materia orgánica (Navarro et.al., 1998).

Conclusions

- 
- El análisis textural para ambas zonas mostró que presentan textura franco-arcillo-arenosa a arcillosa con apariencia de limo. Sin embargo, Bahía Damas presentó en promedio un mayor porcentaje de arena ($39.5 \pm 14.7\%$) y el mayor porcentaje promedio de limo lo presentó Bahía Honda (40 ± 13.7).
 - La correlación lineal entre las variables granulométricas y los metales determinados en este estudio muestra como los limos se encuentran asociados significativamente con los metales. También se presenta una correlación significativa con pendiente negativa entre la mayoría de los metales y la arena.

- 
- Las concentraciones reportadas para el cadmio, cromo y cobre en Bahía Honda a lo largo de los cuatro periodos de monitoreo fueron superiores a las reportadas para Bahía Damas, esto puede estar relacionado con varios factores, tales como: las características texturales, Bahía Honda presentó un mayor porcentaje de limo y arcilla y existe una la correlación positiva con la presencia de metales pesados en este tipo de sedimento; (Ackermann, 1980; Salomons y Forstner, 1984; Singh *et al.*, 1999.). Además de las actividades antropogénicas que se desarrollan en cada área.

- 
- Los resultados expuestos en este estudio sirven de línea base para ver el grado de contaminación por las actividades humanas y para la toma de decisiones futuras en cuanto al manejo sostenible de las zonas ya que tienen un potencial turístico de desarrollo y ecosistémico.

- 
- Establecer un programa de monitoreo ambiental en ambas zonas con el fin de establecer un manejo con los programas de desarrollo que se tienen establecidos a corto, mediano y largo plazo.
 - El área de la isla de Coiba presenta las características propias para levantar una data de metales pesados que permita al país tener un nivel basal de los mismos en sus sedimentos y así poder calcular los índices de geoacumulación en investigaciones a nivel nacional.
 - Establecer investigaciones con núcleos sedimentarios no perturbados para determinar las tasas de acumulación sedimentaria en el sistema acuático de la isla de Coiba, con el fin de estimar los flujos de contaminantes hacia los cuerpos de agua.
 - Realizar estudios enfocados a determinar los efectos toxicológicos de los metales pesados sobre las especies endémicas



BUEN VIENTO BUENA MAR.

Fotografía: María Luisa Rodríguez.
Parque Nacional Coiba