

Logística y métodos para series de tiempo ecológicas: Ejemplos de la EPEA (INIDEP)

Vivian Lutz y Valeria Segura

L. Allega, C. Berghoff, M. Carignan, G. Cepeda, E. Cozzolino, D. Del Valle, R. DiMauro, M. Diaz, M. Do Souto, C. Hozbor, L. Epherra, J. Fernandez, M. Giorgini, E. Leonarduzzi, M. Luz Clara, A. Maenza, N. Montoya, **R. Negri**, L. Padovani, S. Peresutti, G. Ruiz, R. Silva

Programa “Dinámica del Plancton Marino y Cambio Climático”
(DiPlaMCC) INIDEP



XI Jornadas Nacionales de
Ciencias del Mar

XIX Coloquio de Oceanografía



Estación Permanente de Estudios Ambientales (EPEA)



Cinderella science

NATURE | Vol 450 | 6 December 2007

On-the-ground monitoring is unglamorous work, seldom rewarded by funding agencies or the science community. But we neglect it at our peril, warns **Euan Nisbet**.

Sometimes discovery comes slowly, not with a flash of revelation but creepingly, as larger patterns emerge painfully from years of data. Researchers who work in Mauna Loa, Hawaii, are celebrating the fiftieth anniversary of a measurement programme responsible for the longest continuous recording of atmospheric carbon dioxide. Seldom can such insight have grown (and continued to grow) over so long a time. Now that we look back, the resulting 'Keeling curve' of CO₂ concentrations ranks very high indeed among the achievements of twentieth-century science.

Charles David Keeling's account of his tribulations¹, "Rewards and penalties of monitoring the Earth", should be compulsory reading for politicians and science administrators. Idealistic young scientists, as yet unscarred, should read it and take note: courage and perseverance are required. Before Keeling, little was known about CO₂ in the atmosphere and available measurements had little value. Success came from Keeling's painstaking years of effort and innovation. Despite the import of the results,



Charles David Keeling's work made us aware of rising amounts of carbon dioxide in the atmosphere.

SIO ARCHIVES, UNIV. CALIFORNIA, SAN DIEGO

A veces, el descubrimiento llega lentamente, no con un destello de revelación, sino de forma progresiva, a medida que los patrones emergen dolorosamente a través de años de datos.

Series de Tiempo Ecológicas



International Group for Marine Ecological Time Series



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

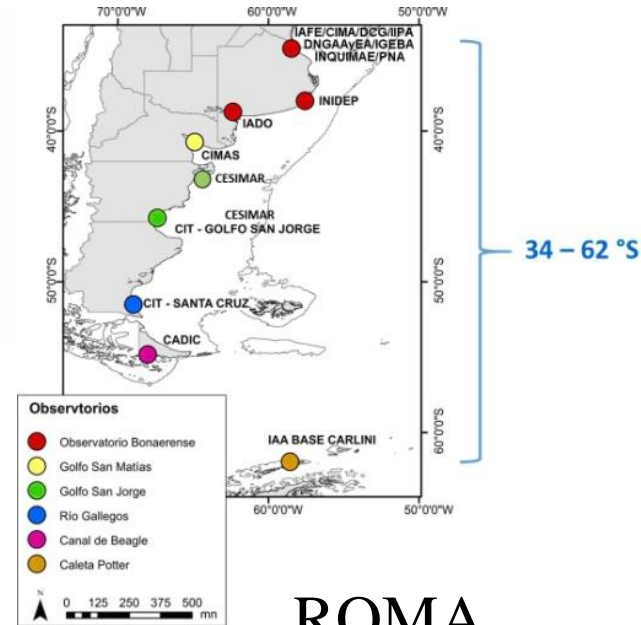
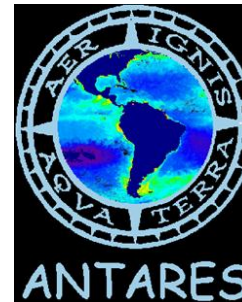


Intergovernmental
Oceanographic
Commission

<https://igmets.net/metabase/>

What are Marine Ecological Time Series telling us about the ocean?

La obtención sistemática de variables esenciales es fundamental para tomar el pulso de nuestro océano.



ROMA



International Group for Marine Ecological Time Series

<https://www.whoi.edu/website/TS-workshop/>



Global Intercomparability *in a* CHANGING OCEAN

[Home](#)

[Agenda and Talks](#)

[Time-Series Information](#)

[Participant List](#)

[Supporting Materials](#)

[Logistics](#)



An International Time-Series Methods Workshop



Workshop Dates and Venue

The workshop will take place November 28-30, 2012 at the [Bermuda Institute of Ocean Sciences \(BIOS\)](#). The workshop is being jointly convened by the [International Ocean Carbon Coordination Project \(IOCCP\)](#) and the [Ocean Carbon & Biogeochemistry \(OCB\) Program](#), and will focus on biogeochemical time-series methods and data intercomparison.

Workshop Rationale and Objectives

Ocean time-series represent one of the most valuable tools scientists have to characterize and quantify ocean carbon fluxes and biogeochemical processes and their links to changing climate. In order to acquire a more thorough understanding of natural cycles and human-driven changes in the global oceans, it is important that time-series methodologies (sampling and analytical protocols) be transparent and consistent. This workshop will provide an opportunity to convene representatives from global marine biogeochemical time-series sites to review current methodologies being used at the sites, with the aim of standardizing sampling and analytical protocols for key biogeochemical parameters being measured across sites. The workshop goals and outcomes include the following:

- Review current oceanographic time-series core sampling and analytical methodologies and rationale behind protocol differences
- To the extent possible, attempt to define standardized methods applicable across time-series
- Attempt to reconcile differences in variable nomenclature
- Examine new techniques available for more accurate and simplified measurements



[Enlarge Image](#)

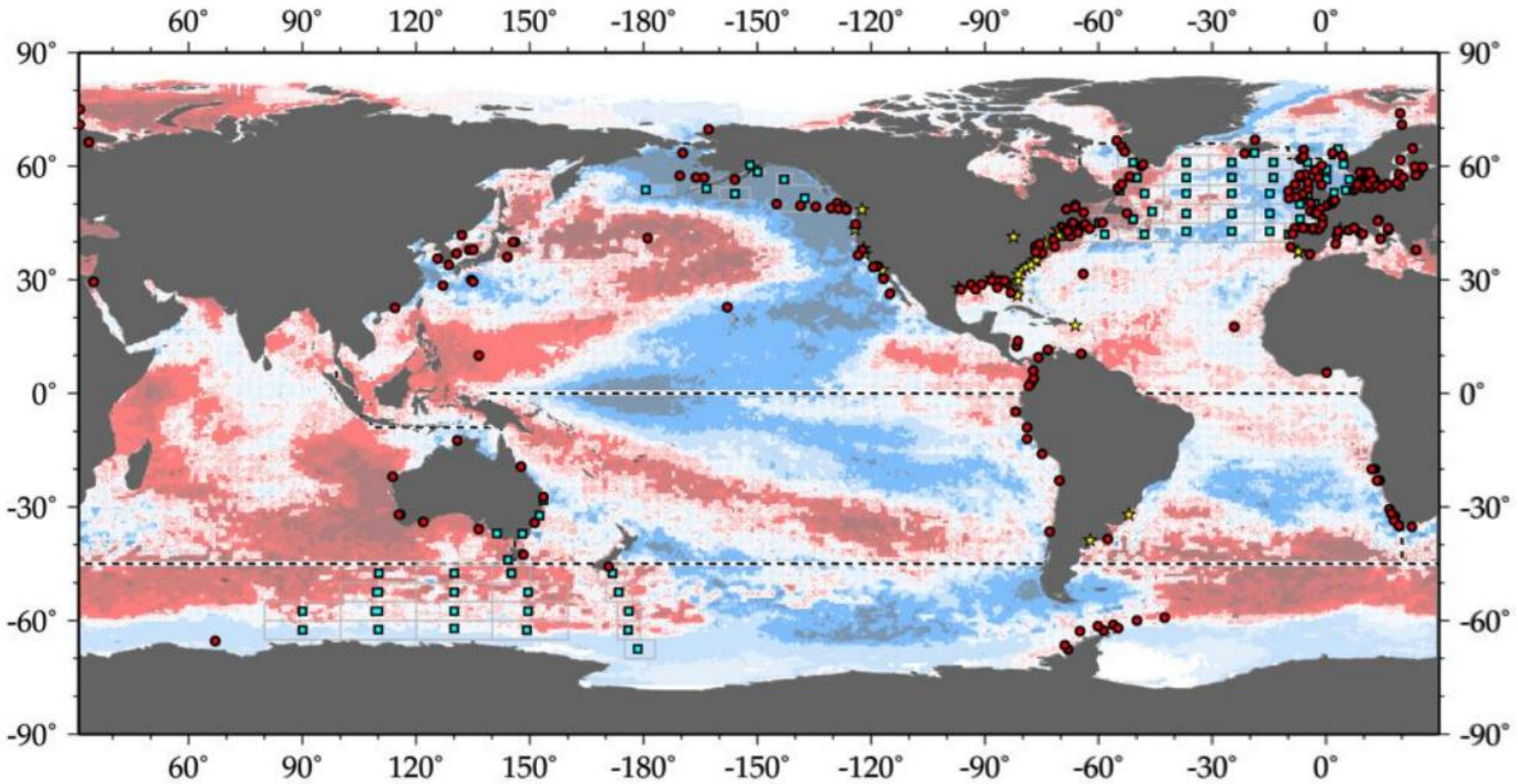


Figure 1.1. Map of IGMETS-participating time series on a background of 10-year (2003–2012) sea surface temperature trends. This map shows 344 time series (coloured symbols of any type), of which 71 were from Continuous Plankton Recorder subareas (blue boxes) and 46 were from estuarine areas (yellow stars). The dashed lines indicate boundaries between IGMETS regions, which are further examined in the chapters of this report. Additional information on the sites in this study is also presented in the Annex.

- Las series de tiempo proveen datos para caracterizar, y cuantificar los ciclos, patrones, variabilidad y tendencias del ambiente marino y su biota.
- **Se requieren más sitios y series más largas para ganar exactitud estadística y poder utilizar los datos en pronósticos.**
- A pesar de su probado valor científico los programas de monitoreo de largo plazo enfrentan desafíos:
 - Dependen de esfuerzos personales y la dedicación de investigadores cuyos puestos son finitos.
 - Reticencia de las agencias en mantener financiamiento por largo plazo; consideran estos proyectos como “monitoreo repetitivo” y “trabajo en progreso”.
- Esperanza que esta situación se revierta considerando la presión ambiental a la que se expone el océano, y que la información requerida para atender temas como el Cambio Climático y los ODS (14) dependen fuertemente de redes de observación, con sitios de monitoreo de largo plazo distribuidos en el océano mundial.

Series de Tiempo Ecológicas

- Aquellas que involucran un muestreo biogeoquímico desde un barco.
- Proveen **mediciones de alta calidad** de variables biológicas, físicas y químicas necesarias para:
 - detectar tendencias asociadas al cambio climático,
 - evaluar impactos sobre las tramas tróficas,
 - mejorar nuestra comprensión de los cambios en los ecosistemas y biodiversidad marina.

Variables “esenciales”

- Variables oceanográficas esenciales (EOVs) del “Global Ocean Observing System (GOOS)”.

Elegidas por su impacto y factibilidad

Physics	Biochemistry	Biology and Ecosystems
<ul style="list-style-type: none"> • Sea state • Ocean surface stress • Sea ice • Sea surface height • Sea surface temperature • Subsurface temperature • Surface currents • Subsurface currents • Sea surface salinity • Subsurface salinity • Ocean surface heat flux 	<ul style="list-style-type: none"> • Oxygen • Nutrients • Inorganic carbon • Transient tracers • Particulate matter • Nitrus oxide • Stable carbon isotopes • Dissolved organic carbon 	<ul style="list-style-type: none"> • Phytoplankton biomass and diversity • Zooplankton biomass and diversity • Fish abundance and distribution • Marine turtles, birds, mammals abundance and distribution • Hard coral cover and composition • Seagrass cover and composition • Macroalgal canopy cover and composition • Mangrove cover and composition • Microbe biomass and diversity (*emerging) • Invertebrate abundance and distribution (*emerging)
		
Cross-disciplinary (including human impact)		
	<ul style="list-style-type: none"> • Ocean colour • Marine debris (*emerging) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ocean sound

VARIABLES “ESENCIALES”

Grupo de Trabajo I del IPCC (2014):

- Temperatura de la parte superior (0-700m)
- Contenido energético de la parte superior
- Temperatura de la parte inferior
- Contenido de energía de la parte inferior
- Cambios en la salinidad de la parte superior
- Cambios en ciclos hidrológicos por cambios en la salinidad
- Flujo de calor aire-océano
- Precipitación en el océano y flujo de agua dulce
- Vientos
- Cambios en las olas de superficie
- Cambios en las propiedades de la masa de agua
- Cambios en la circulación del océano
- Cambios en el nivel del mar
- Cambios biogeoquímicos:
 - Carbono
 - Acidificación antropogénica
 - Acidificación del océano
 - Oxígeno
 - Nutrientes

VARIABLES “ESENCIALES”

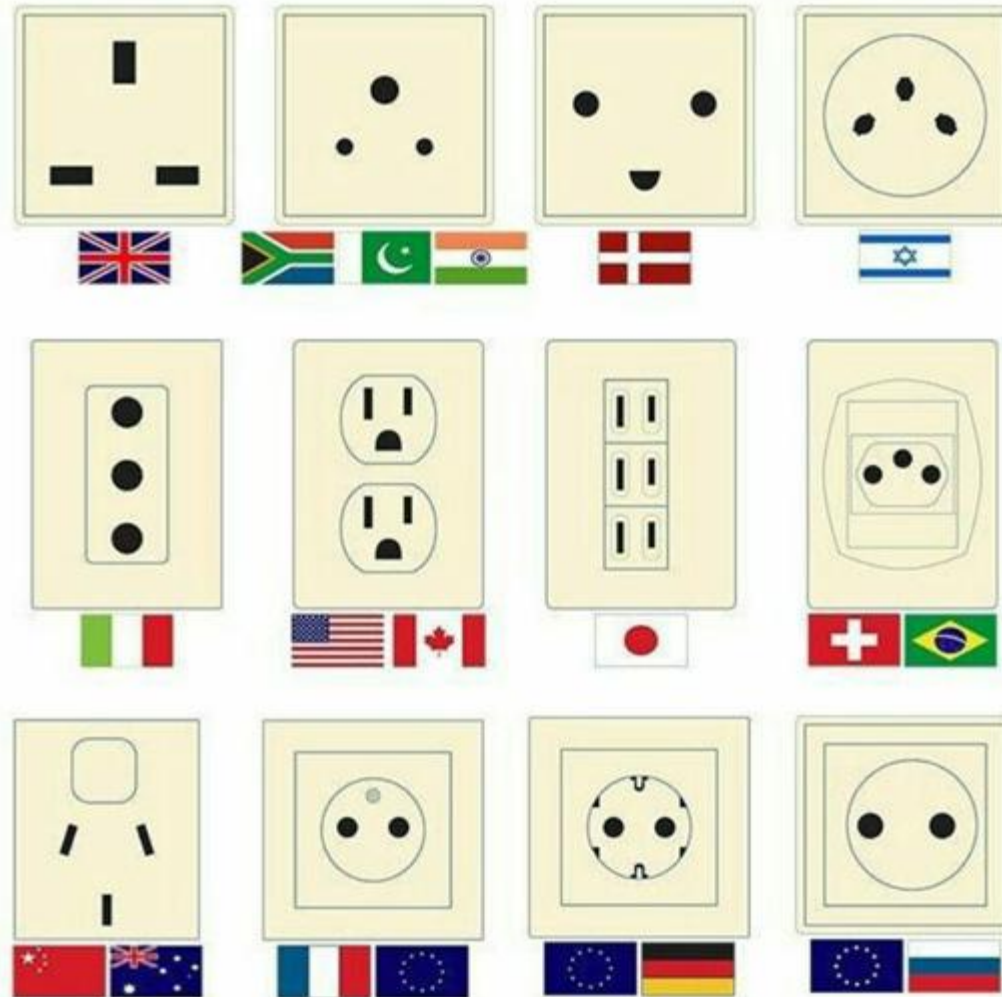
Series Ecológicas ROMA

Ambiente	Variables	GRUPO ESTUARIO										
		INIDEP	IADO	CIMAS	CESIMAR	GTGSJ - CIT-GSJ	CIT-SC	CADIC	SHN	BASE CARLINI	BASE ORCADAS	
Columna de agua	Temperatura	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
	Salinidad	X	X	X			X	X	X	X	X	X
	Corrientes superficiales (radar)											
	Corrientes columna de agua (ADCP)				X	X	X		X			
	Altura y período de olas						X					
	Fluorescencia (clorofila a)		X			X		X	X			
	Clorofila a (discreto)		X	X		X		X			X	
	Fluorescencia (hidrocarburos)											
	Fluorescencia (FDOM)							X				
	Oxígeno disuelto	X	X				X	X	X	X		
	PAR		X				X		X		X	X
	Radiación multiespectral/hyper	X	X	X								
	Turbidez	X		X			X	X	X			
	Seston											X
	Absorción fitoplancton	X	X	X								
	Absorción partículas no algales	X	X	X								
	CDOM	X	X	X					X			
	DOC	X							X			
	POC-PON											
	Fitoplancton	X	X	X		X	X		X		X	X
	Bacterioplancton		X			X	X		X			X
	Virioplancton						X		X			
	Zooplancton		X	X		X	X				X	X
	Metagenómica ambiental								X			
	Nutrientes inorgánicos	X	X	X			X		X			X
	Fotosíntesis		X			X			X			
	Respiración								X			
	pH	X	X	X		X	X		X			
	Alcalinidad	X	X			X						
	pCO2	X	X			X						
	Patógenos virales					X						
	Contaminantes emergentes	X		X								
	Distribución de tamaño de partícula											
Peces	X											
Metales	X											
Ruido ambiental						X						
Atmósfera	Meteorológicos				X		X	X	X	X		
	Polvo atmosférico				X							
	PAR + UVR incidente		X					X				
	Radiación multiespectral incidente	X	X	X								

Variables “esenciales”

- Comenzar por las principales por su impacto y factibilidad:
 - **Temperatura**
 - Salinidad
 - ...
 - **Clorofila**
 - ...
 - Producción Primaria
 - ...
 - Oxígeno
 - Sistema de los carbonatos
 -
 - Fitoplancton
 - Zooplancton

Métodos/Protocolos “estandarizados”



- Reconocimiento que no todas las series de tiempo pueden adoptar el mejor método para cada variable.
- Importancia de documentar en detalle los métodos usados.
- Consideración de nuevos métodos que mejoren la exactitud y precisión, asegurando la continuidad para la intercomparabilidad de los datos.
- **Clasificación de métodos en:**
 - **Mejor**
 - **Bueno**
 - **Aceptable**

Aseguramiento de Calidad (QA) – Control de Calidad (QC)

Bushnell et al. 2019

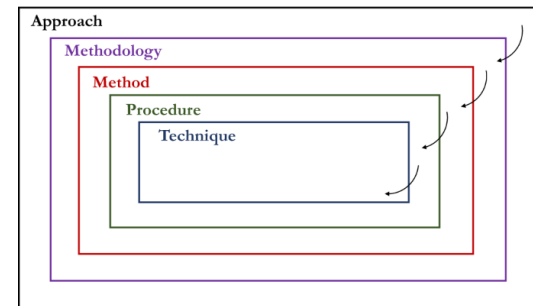
- **QA:** Acciones llevadas a cabo *a priori* de la – toma de una muestra o – utilización de un instrumento para mejorar la probabilidad de generar buenos datos.
- **QC:** Esfuerzo realizado para examinar los datos resultantes – para mejorar la probabilidad de guardar datos buenos.

National Marine Biological Analytical Quality Control

- **QA:** Evaluación de todos los aspectos de un programa de monitoreo (desde el diseño de muestreo, los métodos de campo y de laboratorio, el almacenamiento y análisis de las muestras) para asegurar que se cumpla un estándar de calidad que permita la comparabilidad de los datos (*internamente y entre distintas organizaciones*).

Técnica - Método - Protocolo

- **Técnica** es un principio físico o químico para estudiar un “analito”.
 - Ejemplo determinación de clorofila (Cla): Espectrofotometría, Fluorometría, Cromatografía.
- **Método** es una forma específica de aplicar una técnica.
 - Ejemplo Cla técnica fluorométrica, métodos: Holm-Hansen 1965; Holm-Hansen y Riemann 1978; Welschmeyer 1994.
- **Protocolo** es una guía detallada de como aplicar un método, usualmente ajustado a la infraestructura existente en una organización.
 - Ejemplo Cla técnica fluorométrica, método Holm-Hansen 1965 modificado Lutz et al. 2010, protocolo de Segura et al. 2022 (INIDEP).



Andiappan, V., Wan, Y.K.. *Clean Techn Environ Policy* **22**, 547–555 (2020).

Buenas Prácticas (Best Practices)

Pearlman et al. 2019 (<https://www.oceanbestpractices.org/>)

- **Buena práctica:** “Una metodología que repetidamente produjo resultados superiores en relación a otras metodologías para el mismo objetivo; para ser totalmente considerada una buena práctica, un método prometedor debe ser adoptado y empleado por múltiples organizaciones”.
- **El objetivo final es mejorar la calidad y consistencia en los procesos, mediciones y datos a través de prácticas acordadas.**

Otra aspección (más simple del día-a-día)

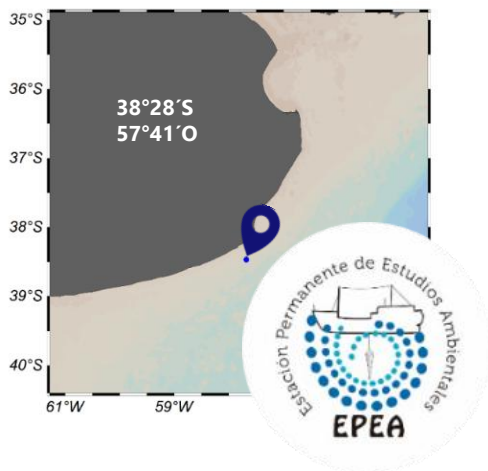
- Conjunto de acciones (aplicación de técnicas, métodos, protocolos, calibraciones, etc.), incluyendo simples pasos (e.g., colocar dos etiquetas en las muestras de clorofila) que resultarán en QA/QC y por lo tanto llegar los mejores datos.

Dinámica del Plancton Marino y Cambio Climático

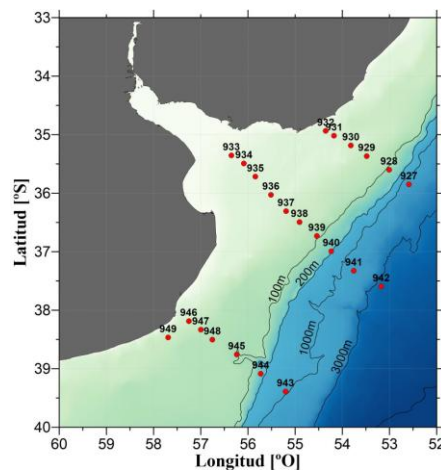
Observaciones del plancton y su ambiente
en series de tiempo ecológicas del sector bonaerense



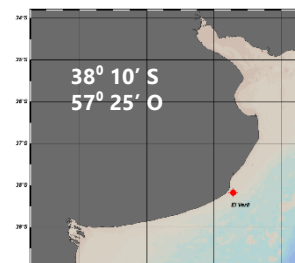
EPEA
2000- presente
(153 campañas)



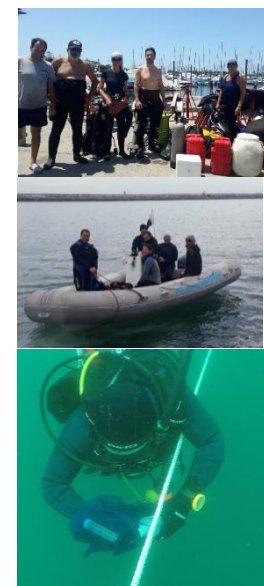
COSTAL(es)
2009- presente
(11 campañas)



El Veril
2018- presente
(17 campañas)



Proyecto con
participación de buzos
del Club CASE como
ciudadanos científicos



¿Quienes somos y qué hacemos en la EPEA?



<https://www.argentina.gob.ar/inidep/programa-dinamica-del-plancton-marino-y-cambio-climatico>

Coronavirus COVID-19 conocé información y recomendaciones del Ministerio de Salud.



Argentina.gov.ar

Buscar trámites, servicios o áreas



miArgentina

Inicio / Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca / INIDEP / Programa Dinámica del Plancton marino y Cambio Climático

Programa Dinámica del Plancton marino y Cambio Climático

Inicio / Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca / INIDEP / Programa Dinámica del Plancton marino y Cambio Climático

Programa Dinámica del Plancton marino y Cambio Climático

Programa Dinámica del Plancton marino y Cambio Climático

Acerca de

Equipo de Trabajo

Compartir en redes sociales



Ambiente físico-químico

T-S – Nutrientes – Oxígeno –
Sistema de los carbonatos
Columna de agua

Sensores remotos

Ambiente lumínico y características
bioópticas

Producción primaria

Fitoplancton

Micro (20 - 200 μm)

Nano (2 - 20 μm)

Pico (0,2 - 2 μm)

Diversidad pigmentaria

Protozooplancton (2-200 μm)

Bacterioplancton

Zooplancton

Ictioplancton

Condición nutricional de larvas

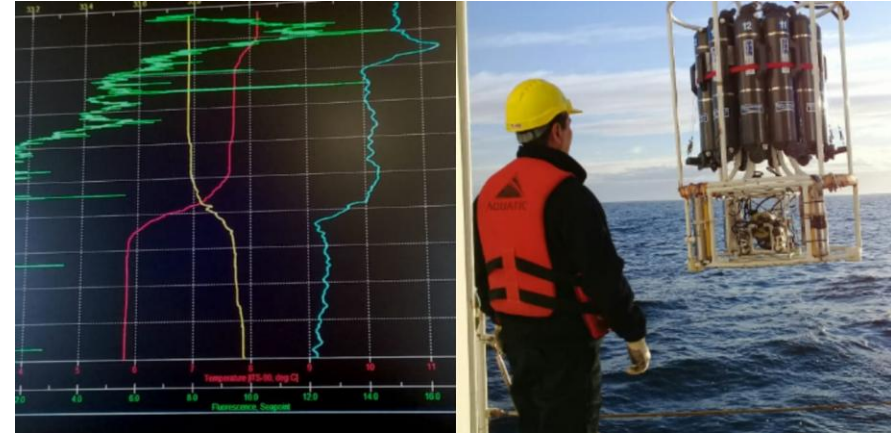
Contaminación por

Micro - Plásticos

VARIABLES MEDIDAS EN LA EPEA

Muestreo continuo vertical (CTD):

- Temperatura
- Salinidad
- Fluorescencia *in vivo*
- Oxígeno



Perfiladores libres:

- Irradiancia – Incidente (PAR)
- Irradiancia – Incidente (Espectral)
- Irradiancia – Perfil (PAR)
- Irradiancia – Perfil (Espectral)

Muestreo continuo aéreo PAR incidente (~2 días antes a 2 días después de la campaña EPEA) -- Cuando se estima PP.



Variables medidas en la EPEA

A partir de muestras de agua tomadas a profundidades discretas:

- Salinidad
- Oxígeno disuelto
- pH del agua de mar
- Alcalinidad Total
- Nutrientes
- Clorofila a Total
- Clorofila a $< 5 \mu\text{m}$
- Absorción del material particulado
- Absorción del material orgánico disuelto (CDOM)
- Abundancia y diversidad de bacterias
- Bacterias degradadoras de hidrocarburos
- Comunidad del fitoplancton (cuali-cuantitativo)
- Tasa de producción primaria en superficie
- Pigmentos del fitoplancton
- Toxinas del fitoplancton
- Microplásticos en agua



VARIABLES MEDIDAS EN LAS COSTAL(ES)

Muestreo continuo en la trayectoria:

- Aéreo:
 - Estación Meteorológica
- Sub-superficial:
 - Temperatura
 - Salinidad
 - Fluorescencia *in vivo*
 - Oxígeno
 - pCO₂ (mar y atmósfera)



Variables medidas en la EPEA



Tabla-VARIABLES-EPEA-para-ppt [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

Variable	Técnica - Método genéricos	Referencia Método - Protocolo	Responsables	Contacto - Email	Observaciones
Clorofila	Fluorométrico Protocolo DiPlaMCC	Protocolo para la Determinación de la Concentración de la Clorofila a en Agua de Mar. Inf. Proced. (enviado)	V. Segura & V. Lutz & C. Berghoff	vsegura@inidep.edu.ar vlutz@inidep.edu.ar cberghoff@inidep.edu.ar	Berghoff, C. F.; Lobo, Y.; Reta, R.; Lutz, V. A. 2016. Procedimiento de calibración del fluorómetro Turner Designs 10-AU para cuantificación de la concentración de clorofila-a. Inf. Asesoram. y Transf. INIDEP N° 6/2016, 15 pp.
Sensores CTD	"Método genérico" (para T y S): SBE911, SBE25 y SBE19				
Temperatura	Sensores Seabird	Registros procesados con el software	Gabinete Oceanografía Física (GOF)	bardo@inidep.edu.ar	
Salinidad	Sensores Seabird	"Algorithms for computation of fundamental properties of seawater". by N.P. Fofonoff	GOF	bardo@inidep.edu.ar	La salinidad se deriva de los registros de conductividad y temperatura.
Fluorescencia in vivo	Sensor Seapoint	(*)	GOF	bardo@inidep.edu.ar	Los perfiles verticales de fluorescencia in vivo se convierten luego en perfiles de Clorofila-a (C _{la}), calculando una relación de fluorescencia a C _{la} a las profundidades donde se analizaron las muestras de C _{la} e interpolando linealmente las relaciones de fluorescencia de C _{la} entre estos puntos (Lutz et al, 2010).
		Bittiz, H., et al., 2018. SCOR WG 142: Quality			

Temas a tratar

- Logística previa a una campaña
- Logística/organización del trabajo a bordo
- Preservación de la información
- Protocolos de algunas variables medidas en la EPEA:
 - Medición de Clorofila-a
 - Calibración del fluorómetro
 - Determinación de la concentración de Clorofila
 - **Transformación de Fluorescencia *in vivo* a concentración de Clorofila**
 - Absorción de luz por Componentes Ópticamente Activos
 - Absorción Particulada (Fitoplancton y Particulado No-Algal “NAP”)
 - Material Orgánico Disuelto Coloreado (CDOM)
 - Producción Primaria
 - Muestreo – Procesamiento
 - Cálculos
 - Sistema de carbonatos
 - pH
 - TA