

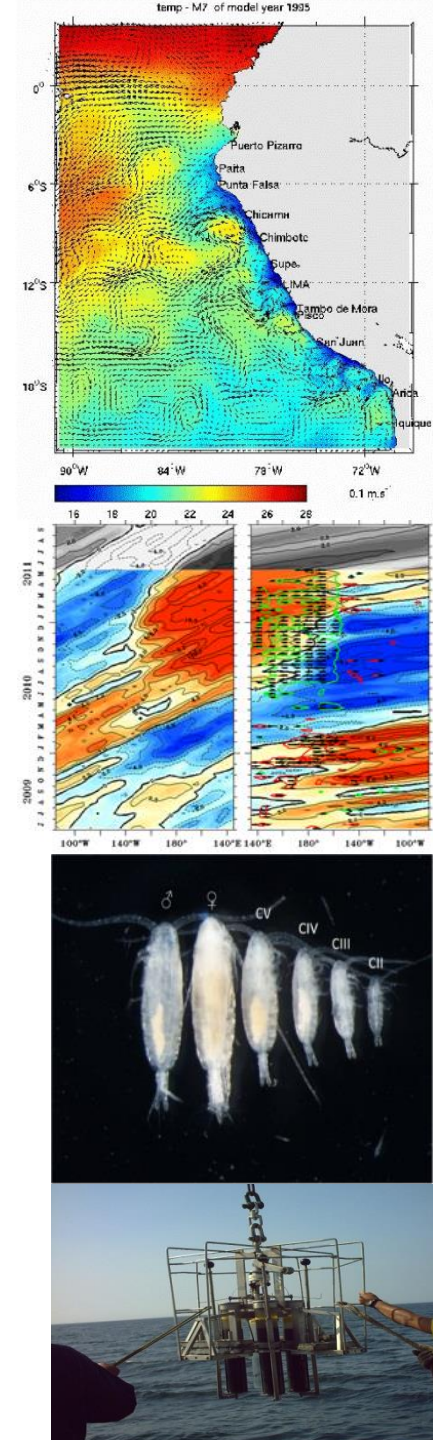


Experiencias en oceanografía en el mar peruano: procesos físicos, químicos y biológicos bajo influencia de El Niño y el cambio climático en las zonas marinas y costeras

Dr. Jorge Tam

Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

Diciembre 2018





DGIOCC

Personal	728	CAS
Profs.	12	30*
Técnicos	4	1
Apoyo	3	1
Total	19	32*

Doctor: 4
 Magister: 7
 Doctorantes: 3
 Maestrandos: 6

Laboratorios de oceanografía

Oceanografía Física

Hidrofísica

10P
1T

Modelado
Ocean. y Ecosist.

7P

Hidroquímica

6P
2T

Geología Marina

3P*

Fitoplancton &
Prod Primaria

6P

Zooplankton &
Prod Secundaria

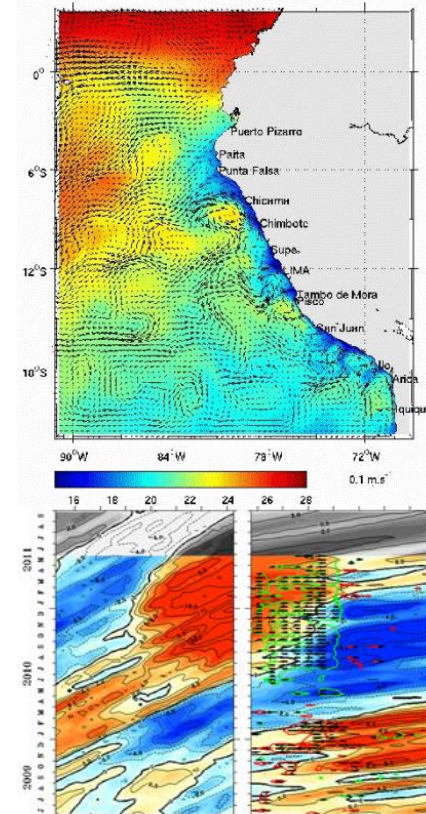
6P*
1T

Bentos

3P
1T

Oceanografía Biológica

Oceanografía Química y Geológica



Proyectos de Oceanografía

PPR 068 Estudio y monitoreo de los efectos de El Niño en el ecosistema marino

Fortalecimiento capacidades
(KOICA-KIOST-
IMARPE)

Afloramiento costero
& acoplamiento
bento-pelágico

KOSMOS-PERÚ
(GEOMAR-IMARPE)

PPR 137

Cambio Climático:
impactos, análisis y
modelos

Adaptación al CC
(BID, Fondo de
Adaptación)

**Oceanografía
Pesquera**

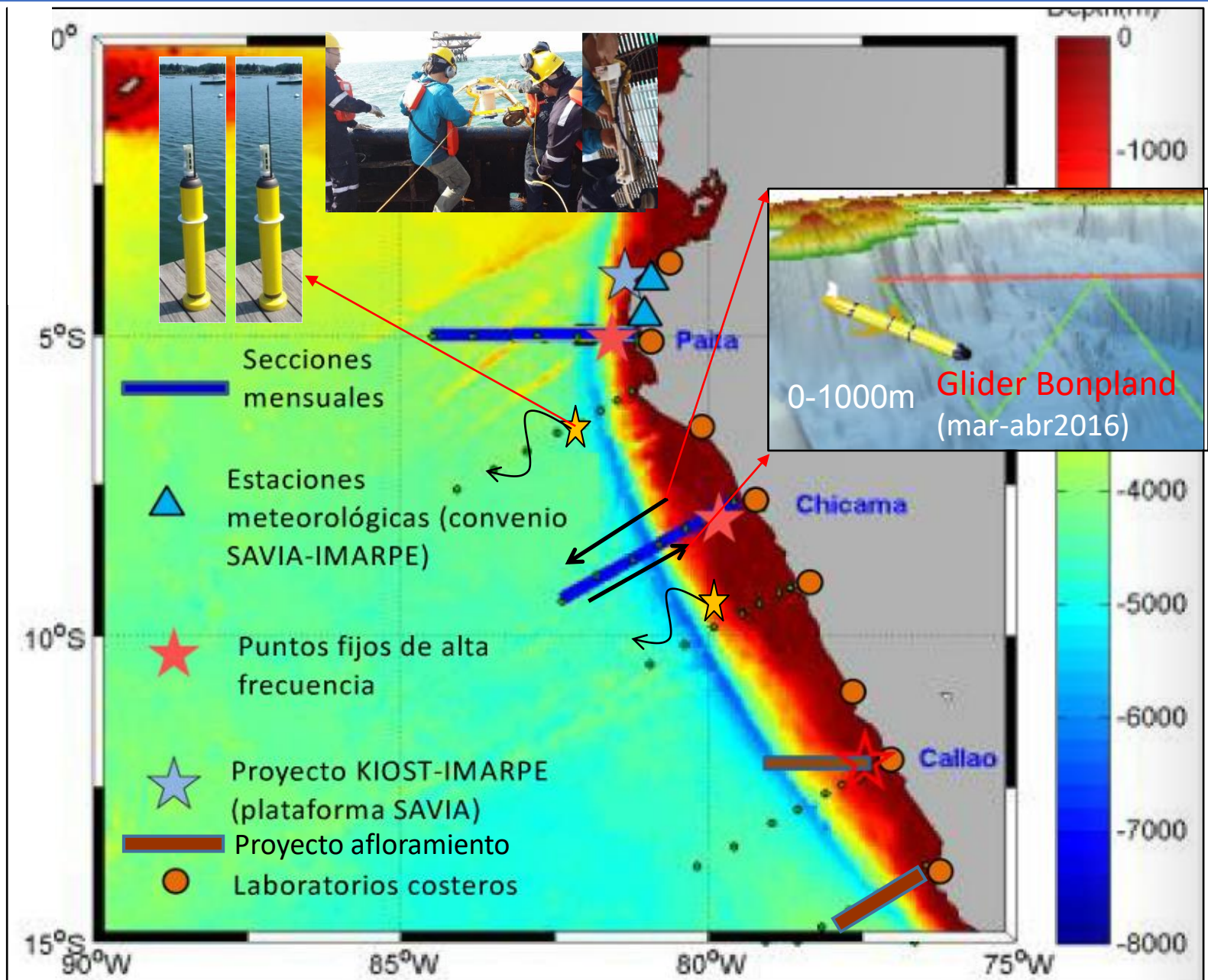
**Ecosistemas de borde
costero**

Fortalecimiento
capacidades – FAN
(DDP)

DGIOCC

```
graph LR; DGIOCC[DGIOCC] --- PPR068[PPR 068 Estudio y monitoreo de los efectos de El Niño en el ecosistema marino]; DGIOCC --- PPR137_PPR137[PPR 137]; DGIOCC --- Afloramiento[Afloramiento costero & acoplamiento bento-pelágico]; DGIOCC --- CambioClimatico[Cambio Climático: impactos, análisis y modelos]; DGIOCC --- OceanografiaPesquera[Oceanografía Pesquera]; DGIOCC --- Ecosistemas[Ecosistemas de borde costero]; PPR068 --- Fortalecimiento1[Fortalecimiento capacidades (KOICA-KIOST-IMARPE)]; PPR137_PPR137 --- KOSMOS[KOSMOS-PERÚ (GEOMAR-IMARPE)]; PPR137_PPR137 --- AdaptacionCC[Adaptación al CC (BID, Fondo de Adaptación)]; PPR137_PPR137 --- Fortalecimiento2[Fortalecimiento capacidades – FAN (DDP)]; Afloramiento -.-> KOSMOS; CambioClimatico -.-> AdaptacionCC; Ecosistemas -.-> Fortalecimiento2;
```


Operaciones oceanográficas



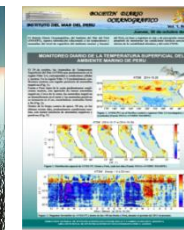
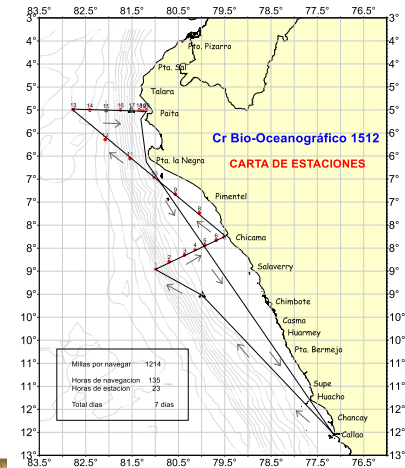
Estudio y monitoreo de los efectos del fenómeno El Niño en el ecosistema marino frente a Perú (PPR 068)

IP: LUIS VASQUEZ

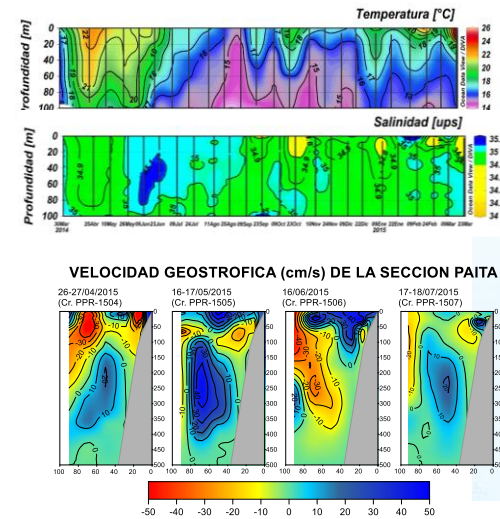
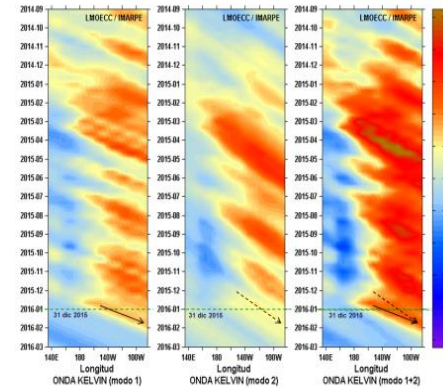
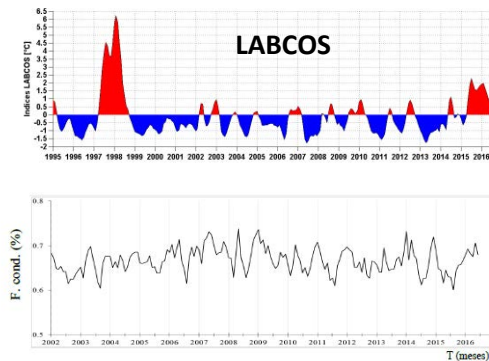
Objetivo: Generación y entrega de información y pronósticos frente al Fenómeno El Niño para la toma de decisiones y acciones de prevención

Producto: “Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño”.

- **Tarea 1.** Monitoreo mensual bio-oceanográfico en la zona norte del litoral peruano y monitoreo de alta frecuencia de los parámetros físicos en un punto fijo frente a Paita, Chicama, Callao e Ilo
- **Tarea 2.** Monitoreo diario de indicadores biológicos marinos provenientes del Seguimiento de la Pesquería y Programas Bitácoras de Pesca
- **Tarea 3.** Modelado operacional del impacto de ondas costeras sobre el ecosistema marino frente al Perú
- **Tarea 4.** Difusión en web

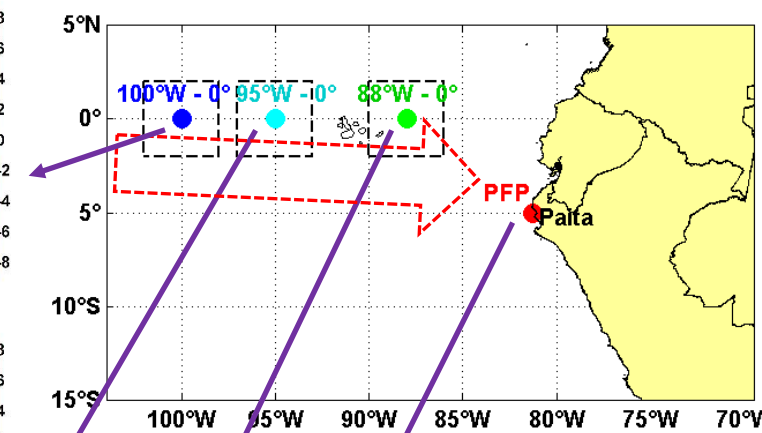
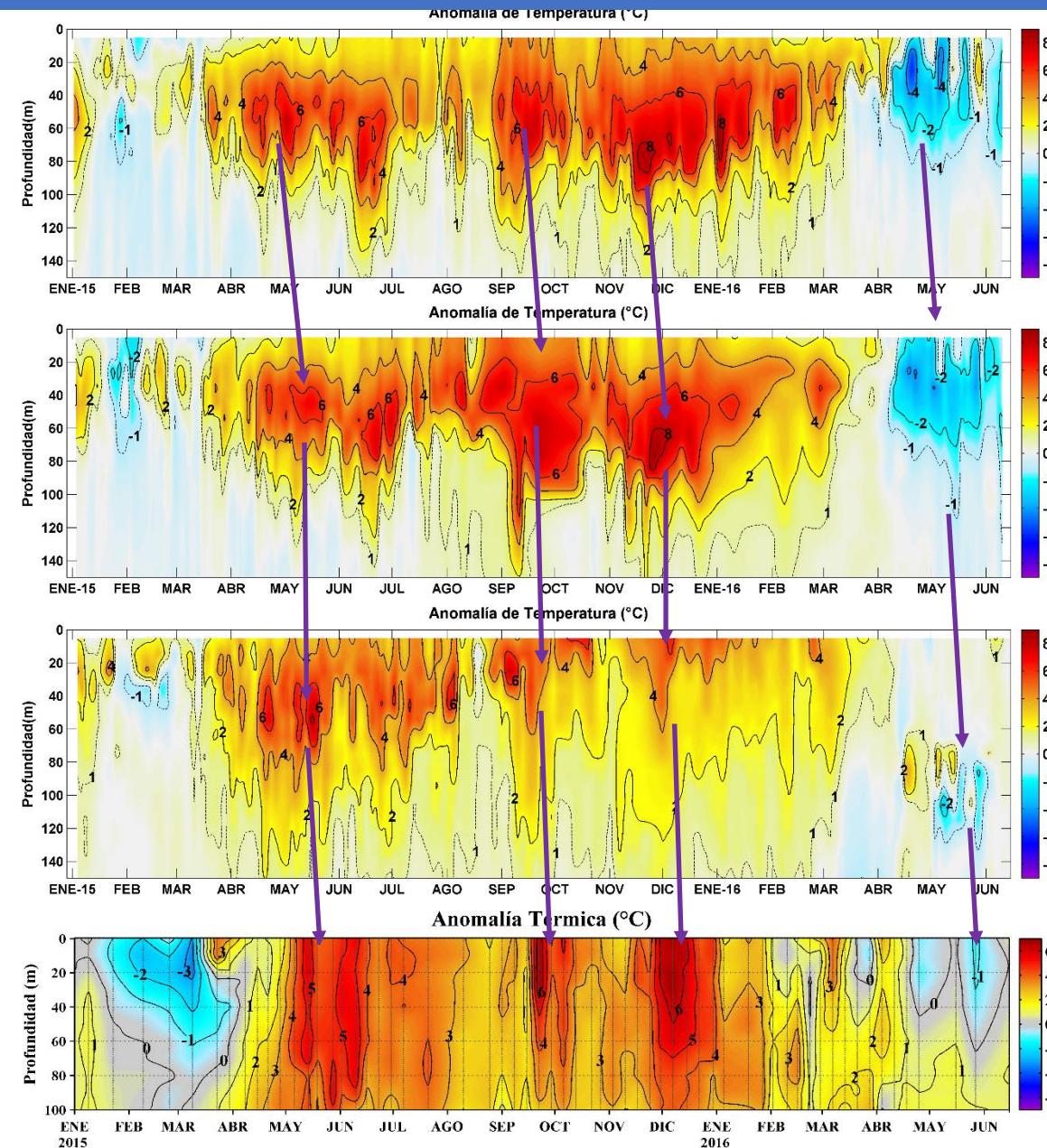


EL NIÑO - OSCILACIÓN DEL SUR	
REPORTES	
Boletín diario oceanográfico	A tra aspe
Boletín semanal de TSM en el litoral peruano	fluctu inten
Boletín semanal monitoreo de El Niño	A esp el m
Informe mensual de condiciones oceanográficas y biológico - pesqueras	ENJO (Osc (La t
MONITOREO	
Laboratorios costeros de IMARPE	ENJO s
Operaciones en el mar	calles
Información satelital	varias
Presión atmosférica a nivel del mar	presi
Anomalías de los vientos	disip
Temperatura superficial del mar	al en
Altura del nivel medio del mar	hum
Corrientes marinas	duras
Clorofila	ecorda
MODELADO	monit
Ondas Kelvin	ENJO com
PROYECCIONES	signi
PPR 068 - El Niño	Pap; i
Atlas Satelital de Observación del Océano	alter
ENLACES	assoc
Boletines nacionales	succ
Boletines internacionales	diste
Fuentes de información científica	supe
Misceláneas	peru
Publicaciones científicas	



Ondas Kelvin Ecuatoriales

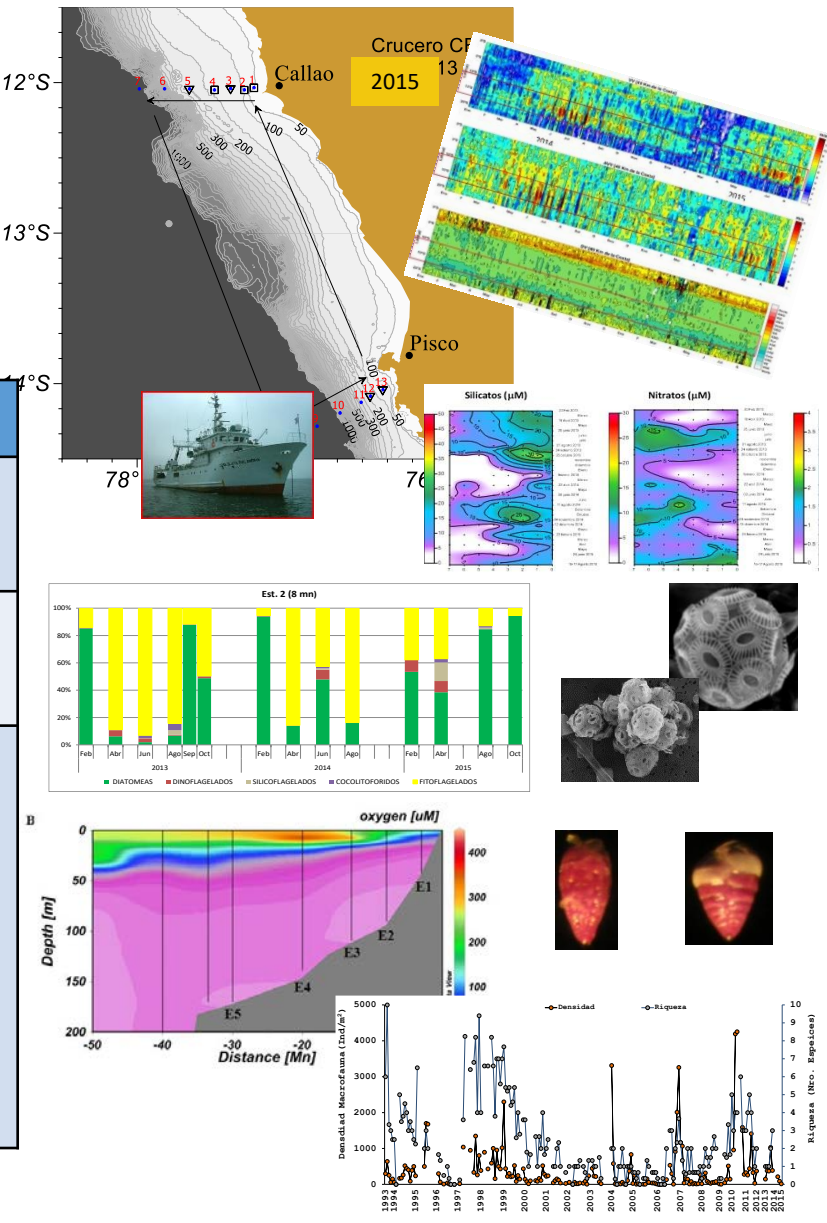
Estudio y monitoreo de los efectos del fenómeno El Niño en el ecosistema marino frente a Perú (PPR 068)



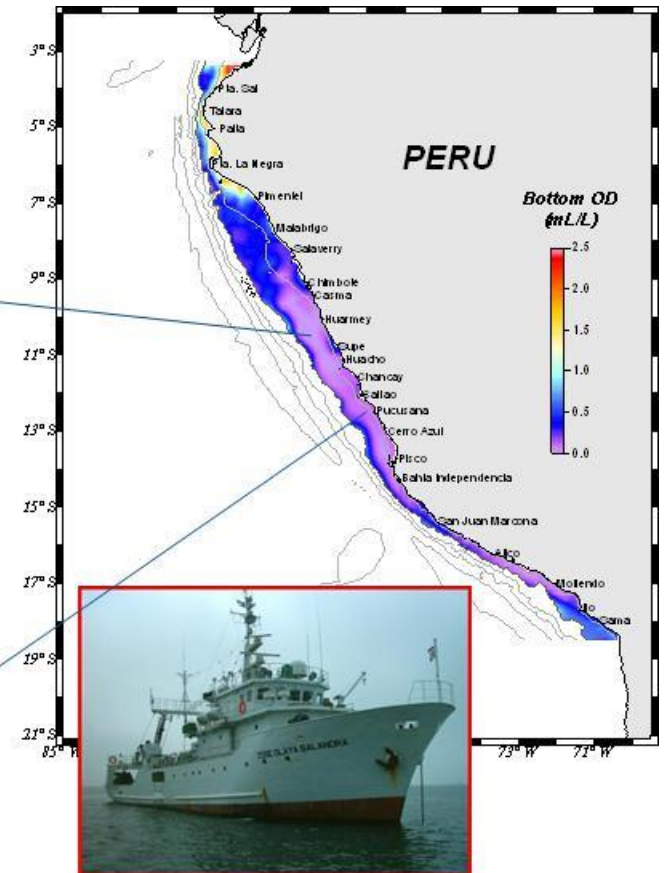
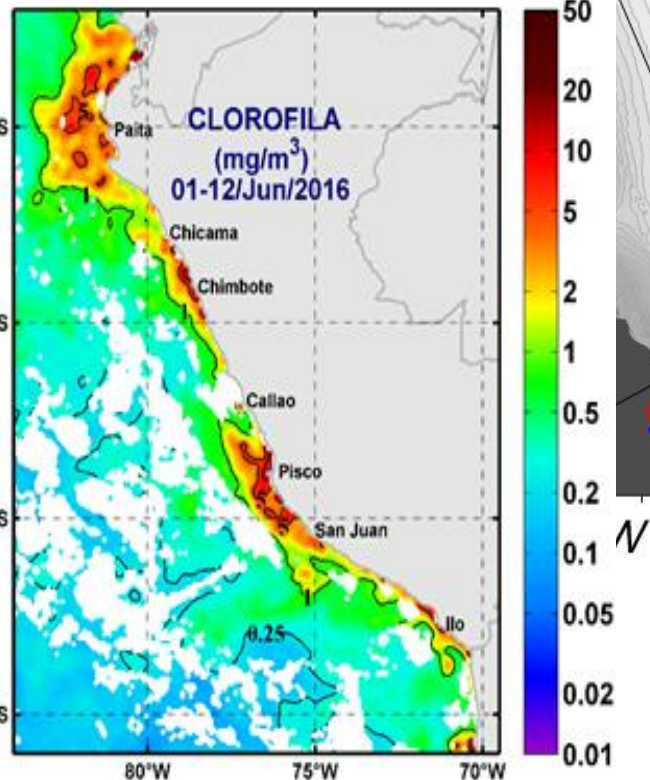
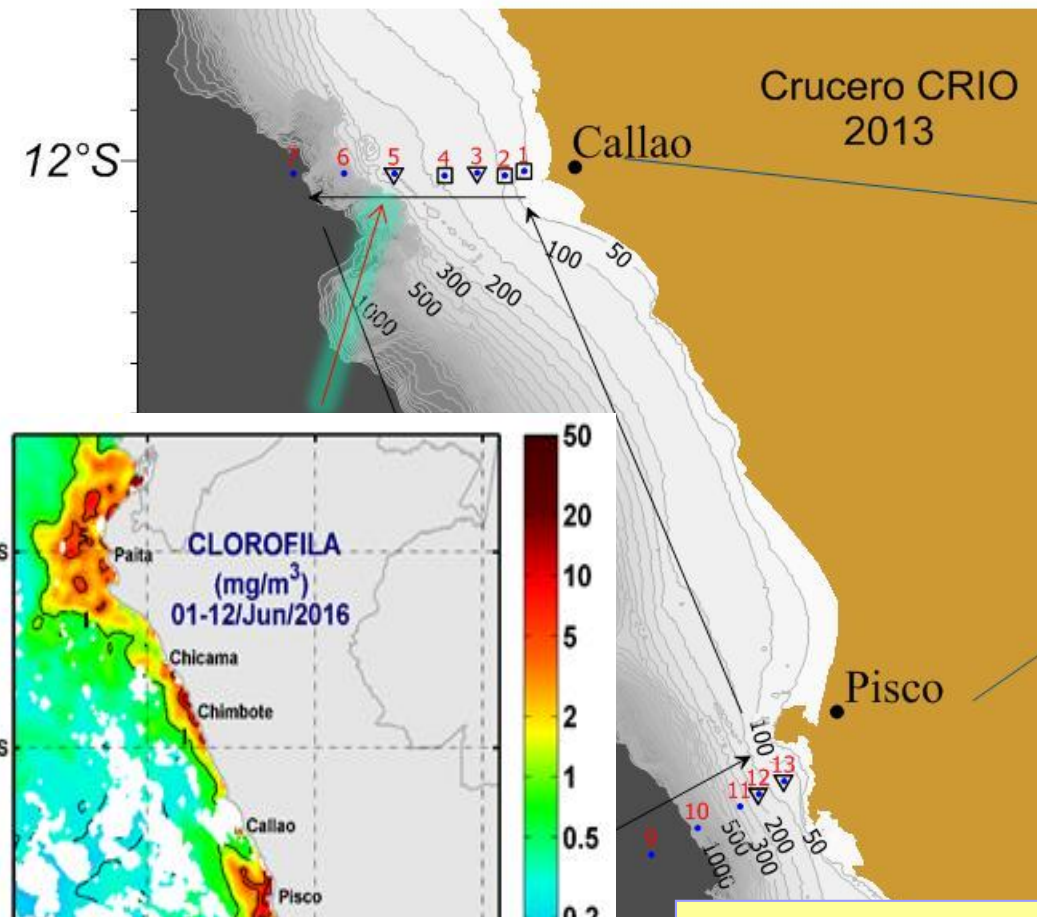
Anomalías
térmicas (boyas
ARGO y estación
Paita), 15.06.16

Objetivo: Determinar las condiciones físico-químicas y la dinámica de las comunidades planctónicas y bentónicas asociadas al afloramiento costero, con énfasis en el gradiente costa-océano y su variabilidad a diferentes escalas de tiempo.

ACTIVIDADES	2017
4 Prospecciones Callao 50 mn	febrero, junio, octubre, diciembre
2 CRIO Callao-Pisco	abril, agosto (multidisciplinarios/ procesos)
Información y análisis	Data oceanográfica-nutrientes, oxígeno, clorofila, sedimentos, plancton, bentos. Alcalinidad, pH, DIC. Información satelital: vientos y clorofila-a Índices afloramiento, Índice productivo



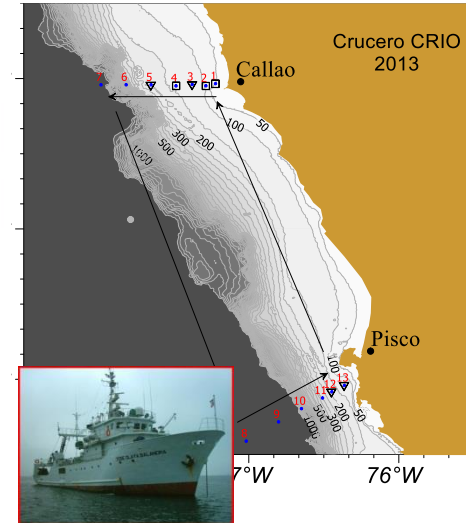
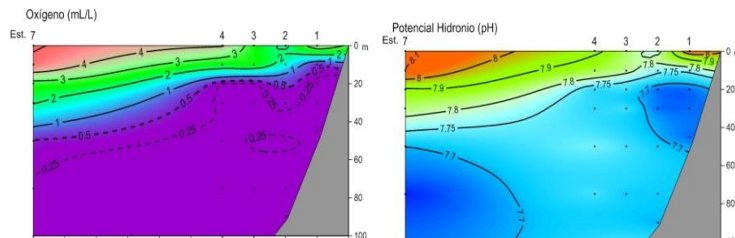
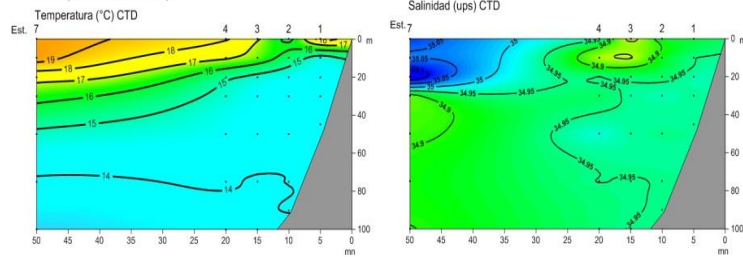
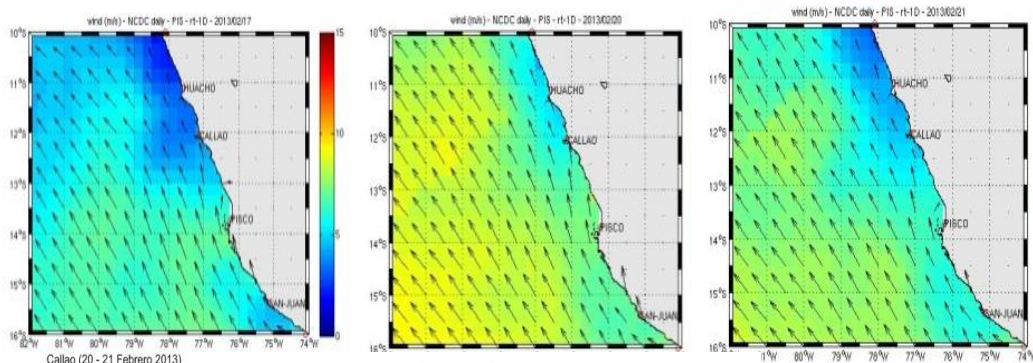
Proyecto Integrado del Afloramiento Costero



Procesos físicos y químicos (e.g. **deficiencia de oxígeno, bajo pH**), intercambio océano-atmósfera y comunidades planctónicas y bentónicas asociadas al afloramiento peruano, con énfasis en gradientes costa-océano frente al Perú central a diferentes escalas temporales.

Proyecto Integrado del Afloramiento Costero

WIND A KEY PARAMETER?



Series de tiempo Callao (IMARPE): 1992-2012

2013- bimonthly 50 nm

CRIO- Callao-Pisco (Summer fall- Winter)

Oceanographic data T (°C), Salinity (ups)

Nutrients, Oxygen, pH. Sediments (OM,

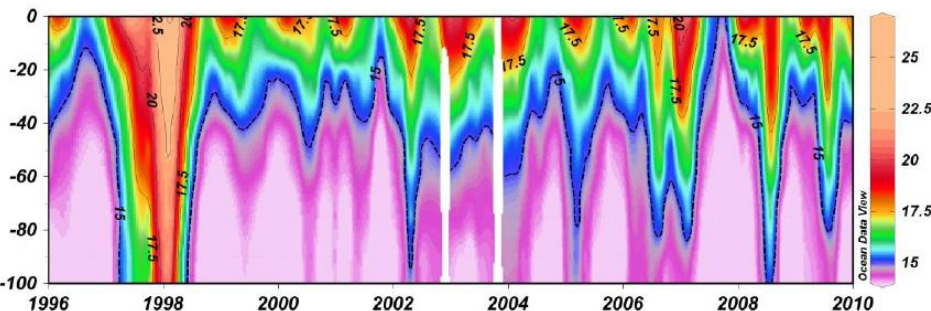
porewater).

Plankton, benthos

Experiments- pellets

MODELING/ REMOTE SENSING/

HISTORICAL DATA

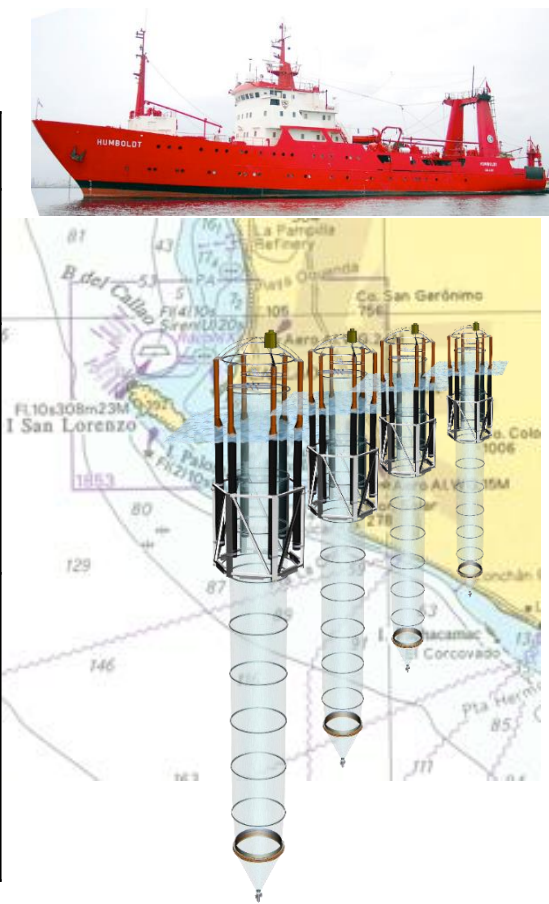


Gutiérrez et al., 2008, Graco et al., 2008, 2011, Echevin et al., 2011

Objetivo:

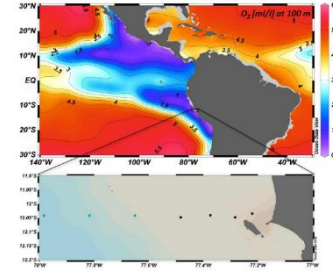
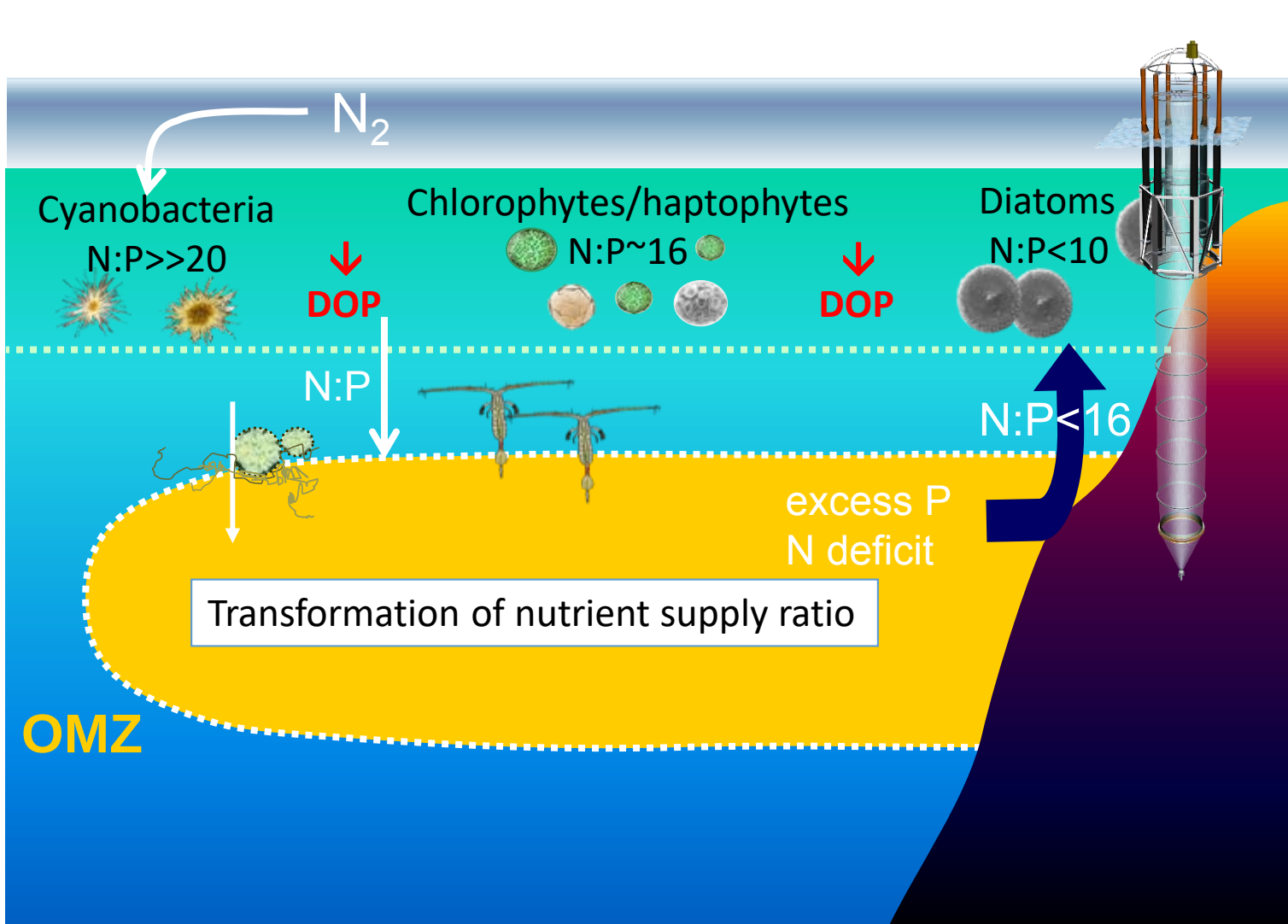
Comprender los cambios a alta resolución temporal de las condiciones químicas del afloramiento costero en la ecología del plancton y de los estadios tempranos de recursos claves del ecosistema de afloramiento peruano (anchoveta, concha abanico).

ACTIVIDADES	
2prospecciones Callao 20 mn	Enero (Línea base)- Febrero (siembra) abril (fin de experimento)
Muestreos	Interdiarios- columna de agua- fitoplancton, bacterias, parámetros básicos, trampa sedimento. Semanales (4-7 días)- zooplancton, larvas.
Información y análisis	Data oceanográfica-nutrientes, oxígeno, clorofila, pH, biogeoquímica sedimentos, plancton biovol.,coclitofóridos- calcificación, larvas supervivencia, crecimiento, fisiología. Anchoveta, concha abanico



Un sistema productivo, hipóxico y ácido

El experimento KOSMOS-Peru (Geomar/Imarpe)

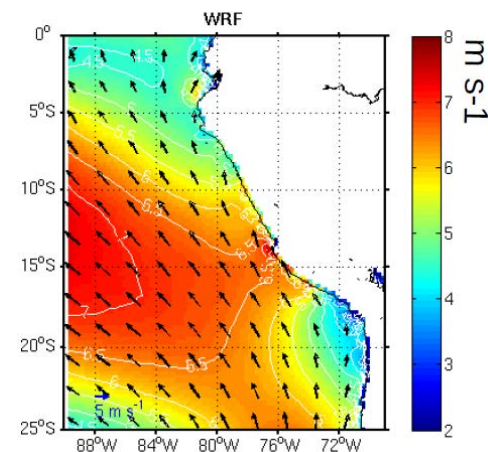


Objetivo:

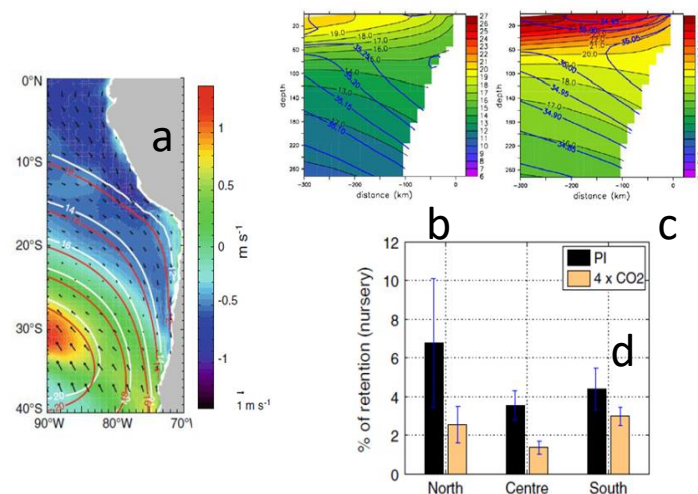
- Estudiar (i) mecanismos de gradiente de viento y presión durante eventos de calentamiento; y (ii) relación entre el oxígeno, los nutrientes y la productividad durante eventos de calentamiento, usando el modelo atmosférico WRF y el modelo hidrodinámico y biogeoquímico ROMS-PISCES.
- Reconstruir condiciones paleo-ecológicas (viento, temperatura y productividad) frente a la costa peruana en períodos climáticos desde el Pleistoceno tardío en zonas seleccionadas de la costa y realizar calibraciones de señales paleo-climáticas frente a Pisco.

Proy. BID/PRODUCE

- Modelar las relaciones bioclimáticas y estudiar su influencia sobre la dinámica de poblaciones de la anchoveta peruana, en el contexto del CC
- Realizar un análisis de vulnerabilidad ecológica de la zona de Huacho y un análisis de riesgo ecológico al cambio climático de especies pesqueras y acuícolas.



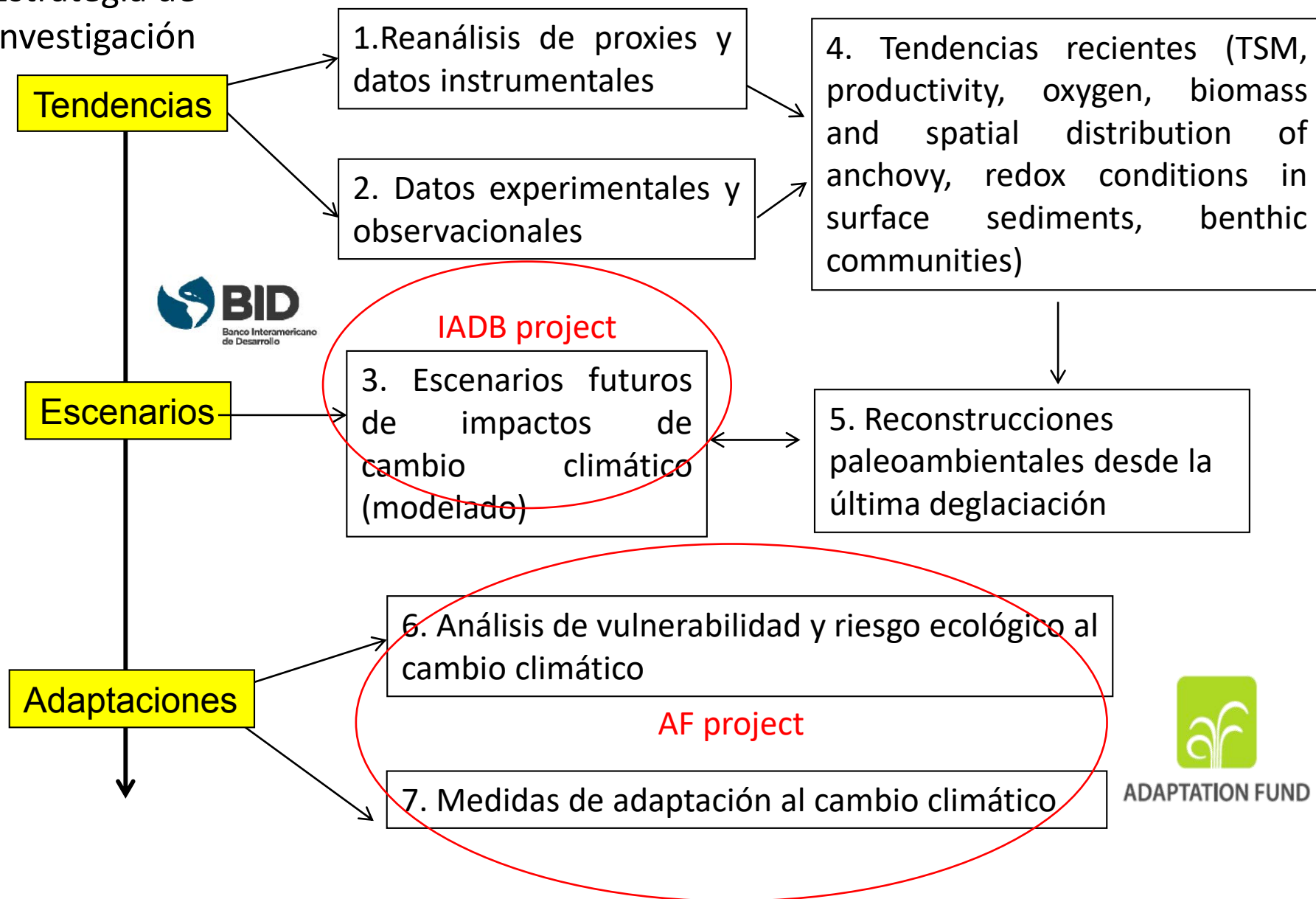
Vientos superficiales con el modelo WRF



a) Adaptado de Bel Madani et al., (2013). b) y c) Echevin et al., (2012). d) Retención de larvas de anchoveta bajo escenarios PI y 4 x CO2 (Brochier et al., 2013).

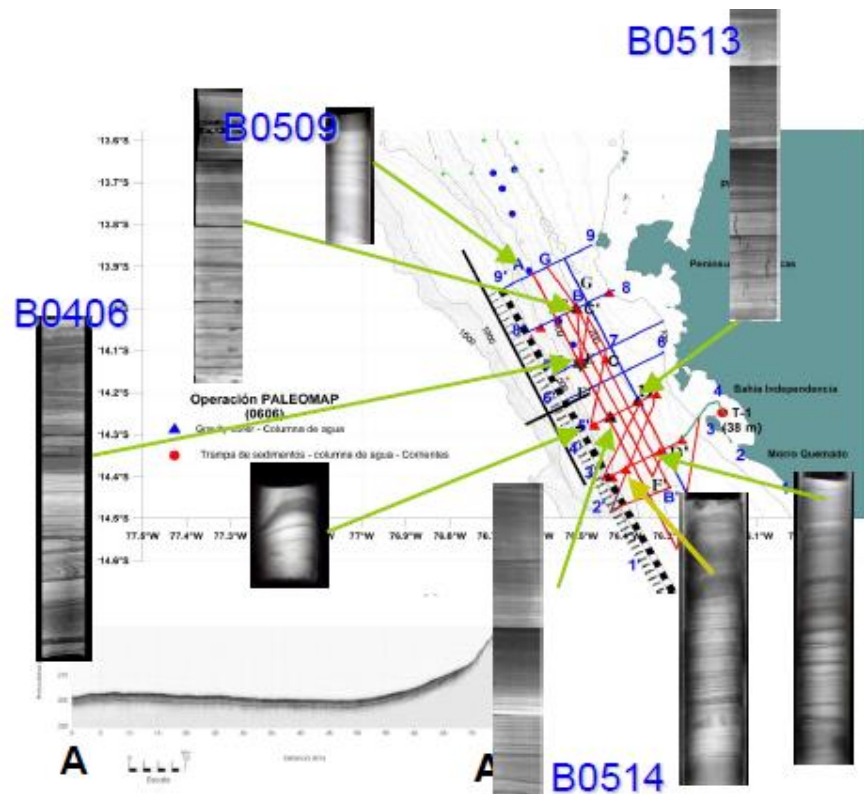
Impacto de Cambios Climáticos en los ecosistemas marinos frente a Perú

Estrategia de investigación

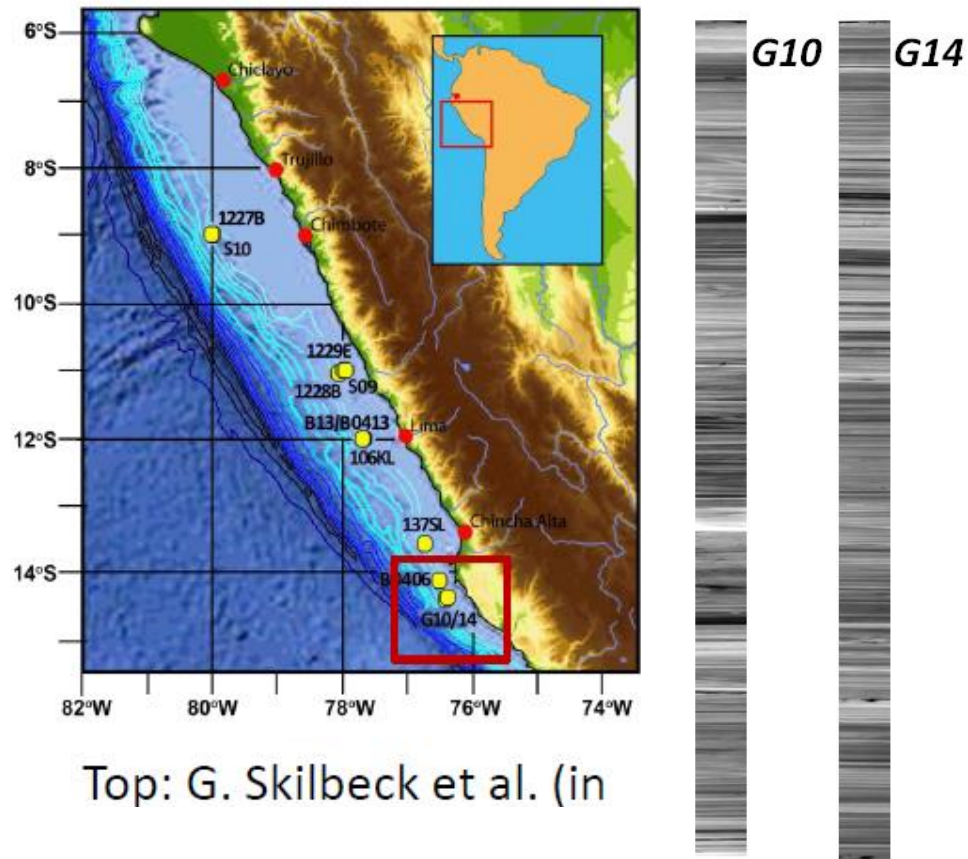


Impacto de Cambios Climáticos en los ecosistemas marinos frente a Perú

Paleo-registros del sistema de afloramiento peruano (SAP)



The Pisco upwelling '*mud lens*'

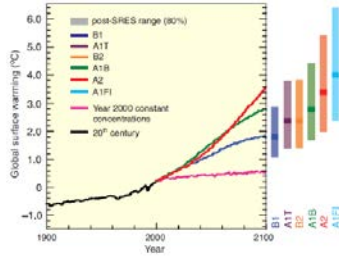


Top: G. Skilbeck et al. (in

La deficiencia de oxígeno y la alta sedimentación favorece la preservación de sedimentos laminados en varias áreas del margen continental.

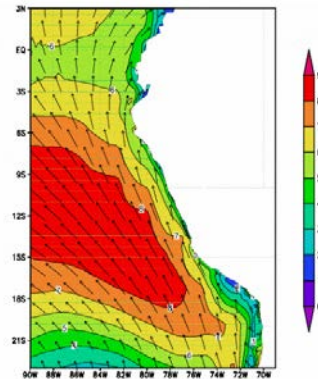
Impacto de Cambios Climáticos en los ecosistemas marinos frente a Perú

Modelado de impactos del cambio climático



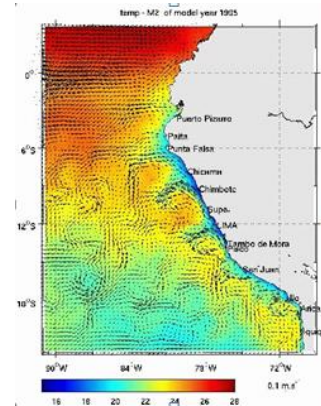
Modelos IPCC

Downscaling modelo atmosférico WRF



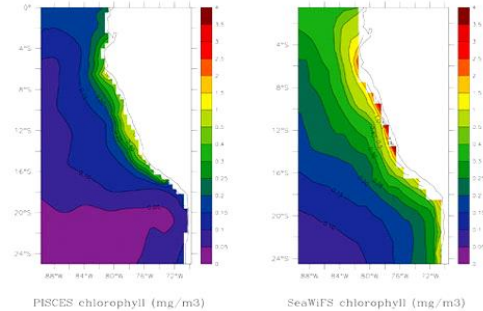
Proyección de vientos

Modelo oceánico ROMS

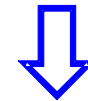


Proyección de temperatura

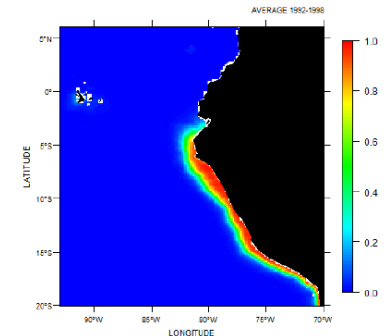
Modelo biogeoquímico PISCES



Proyección de clorofila



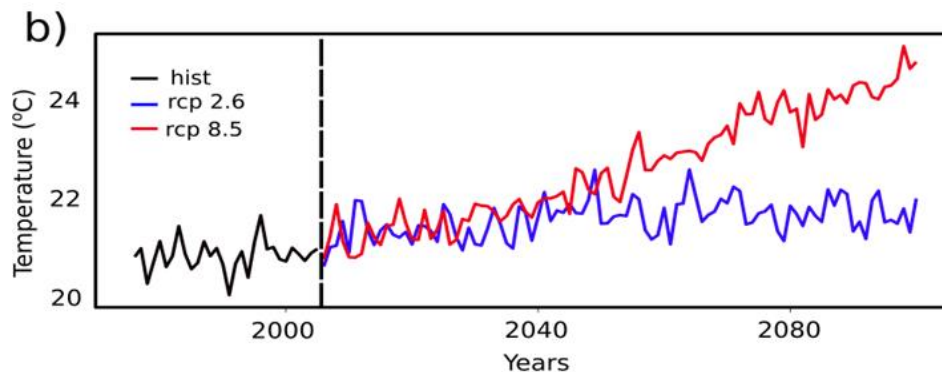
Cluster de alto desempeño (Proyecto BID) en laboratorio de modelado del IMARPE



Modelo IBM OSMOSE

Impacto de Cambios Climáticos en los ecosistemas marinos frente a Perú

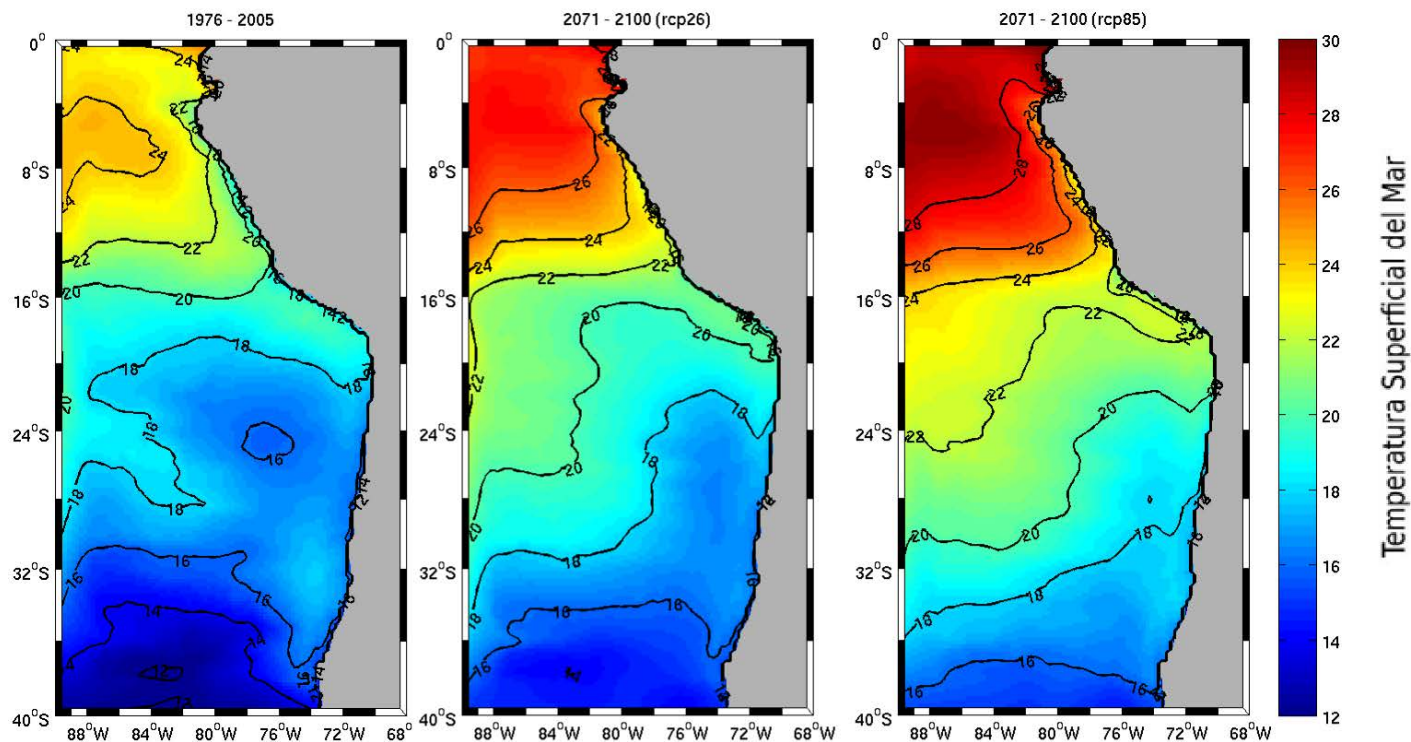
Downscaling estadístico
de escenarios de cambio
climático



Histórico
(1976-2005)

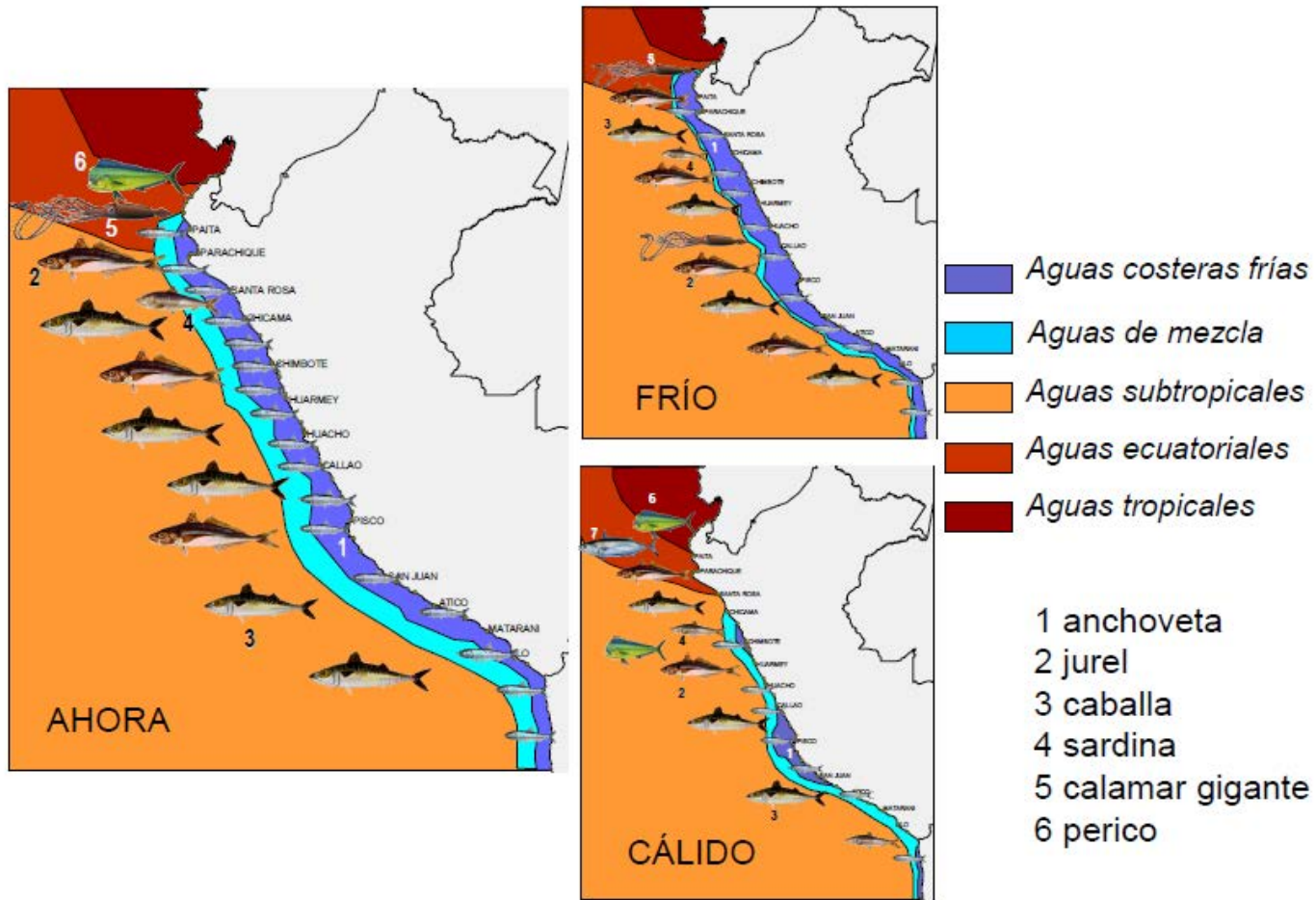
Esc. Optimista
(2071-2100)

Esc. Pesimista
(2071-2100)



Impacto de Cambios Climáticos en los ecosistemas marinos frente a Perú

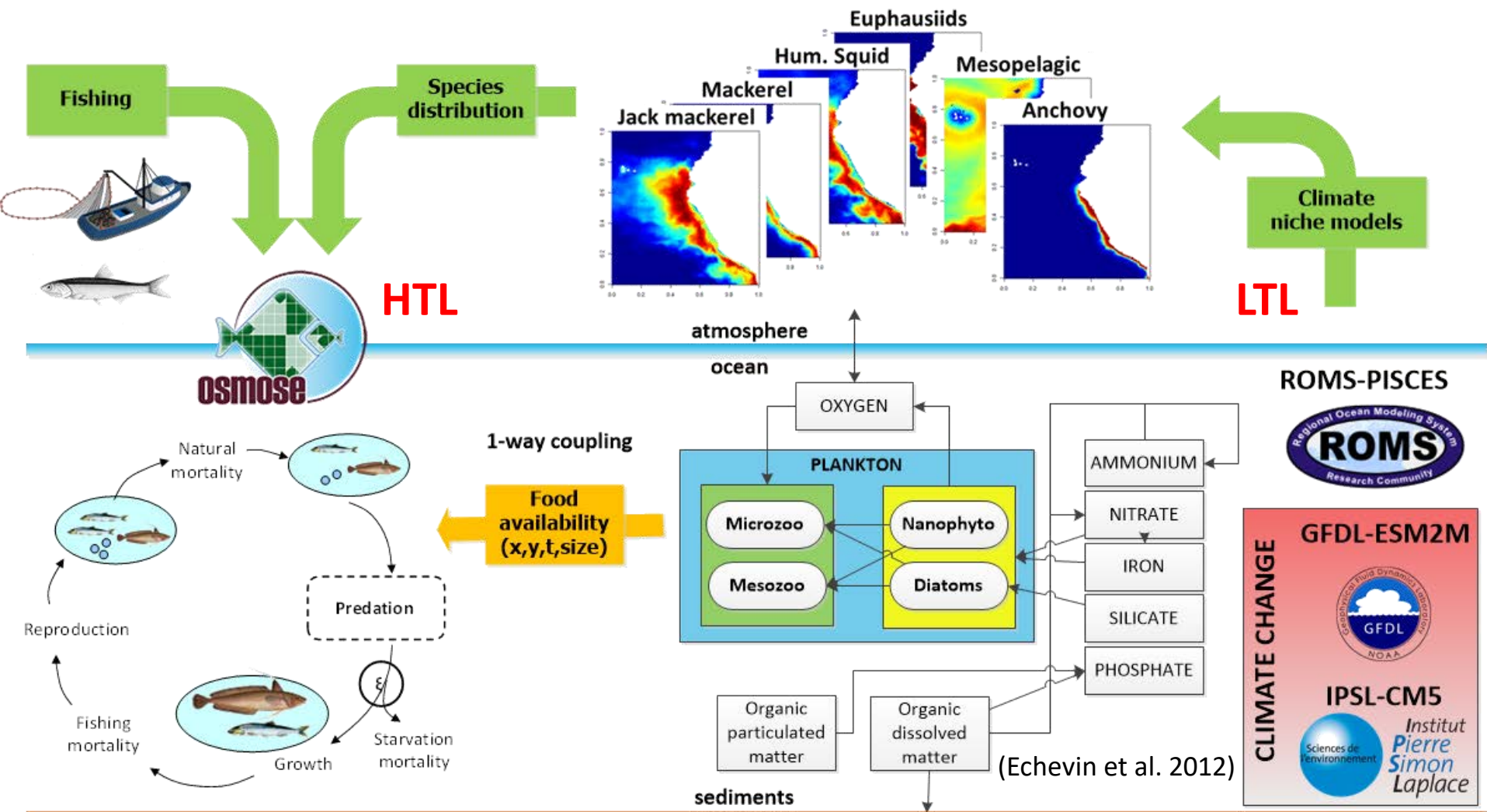
¿Cuáles son los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas marinos peruanos y sus recursos en las próximas décadas?



(Gutiérrez et al., 2011)

Impacto de Cambios Climáticos en los ecosistemas marinos frente a Perú

Modelo E2E: ROMS-PISCES-OSMOSE

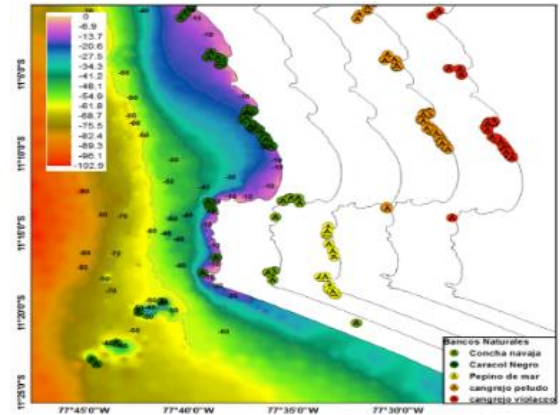


Proyectos de adaptación al CC

- Preparación, aprobación y liderazgo (secretaría técnica) de proyecto BID-PRODUCE-IMARPE sobre Adaptación al cambio climático en el sector pesquero (2014 – 2017) – US\$ 2.5 M*
- Preparación, aprobación e inicio de implementación de proyecto Fondo de Adaptación (Profonanpe-PRODUCE-IMARPE) sobre Adaptación al cambio climático de ecosistemas marino-costeros y sus pesquerías (2016 – 2019) – US\$ 6.95 M**

*Adquisiciones: Nuevo cluster de modelado; glider para monitoreo e investigación bio-oceanográfica, diseño de artes de pesca selectivas para zonas costeras;

** Proyectados 04 gliders a desplegar en zonas piloto del proyecto (norte y centro)

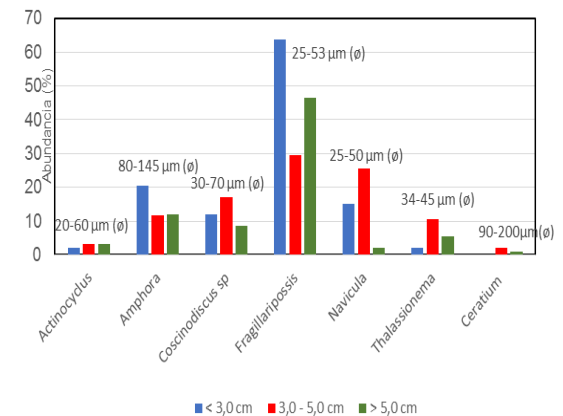
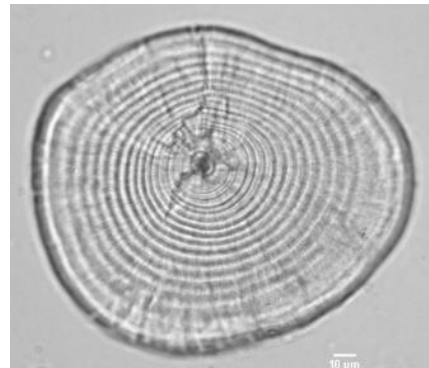
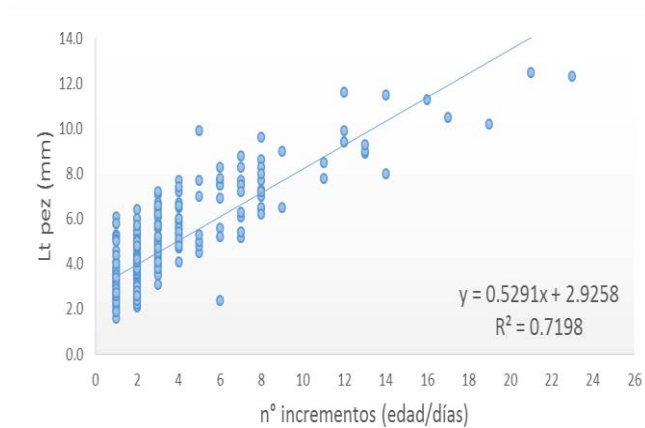


Vulnerabilidad al cambio climático en Huacho



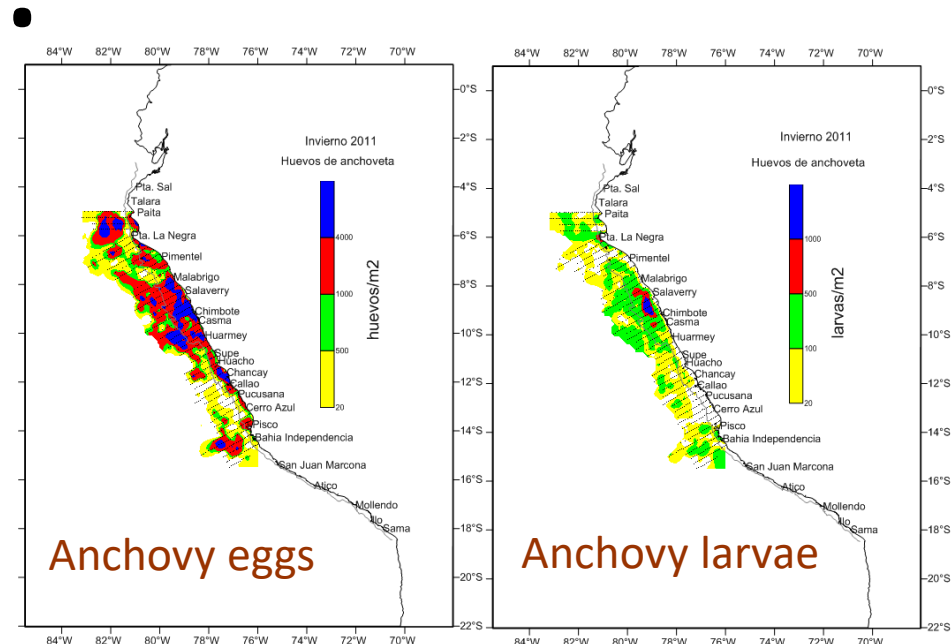
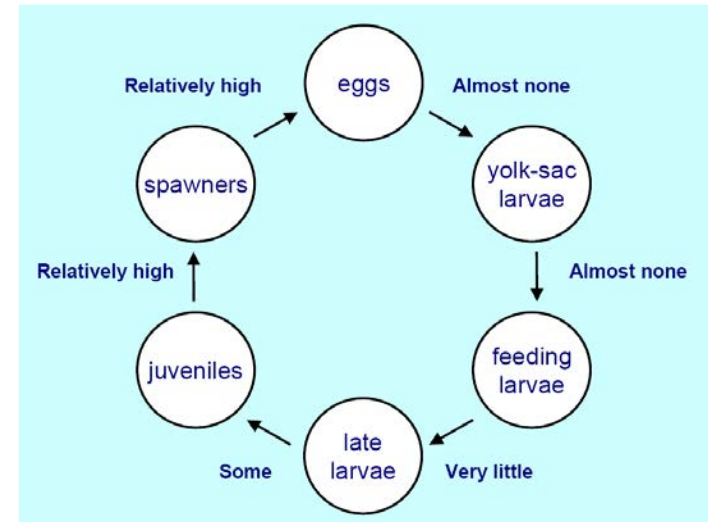
Objetivo:

Entender los procesos asociados con el desove y reclutamiento bajo diferentes condiciones ambientales utilizando herramientas observacionales y de modelado sobre primeras fases de vida de los recursos de mayor importancia económica (anchoveta, sardina, calamar gigante, merluza, entre otros) para fines de manejo pesquero.



Actividades:

- Crucero de evaluación para determinar la biomasa desovante de anchoveta por el Método de Producción de Huevos en el periodo de máxima intensidad del desove. Incluye experimentos sobre reproducción.
- Salidas de campo cortas en la zona principal de desove de la anchoveta (Chimbote-Chicama) para hacer el seguimiento larval de anchoveta en el periodo de máxima intensidad del desove, con una frecuencia quincenal por un periodo de 3 meses para determinar la tasa de sobrevivencia larval.
- Recolección y tratamiento de larvas de anchoveta para estudios de crecimiento, ácidos grasos, factor de condición, y alimentación.

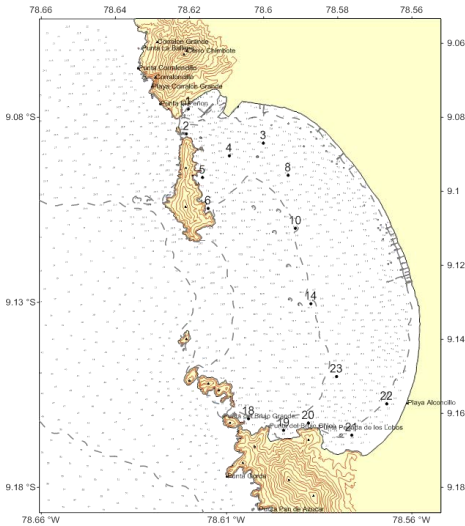


Objetivo:

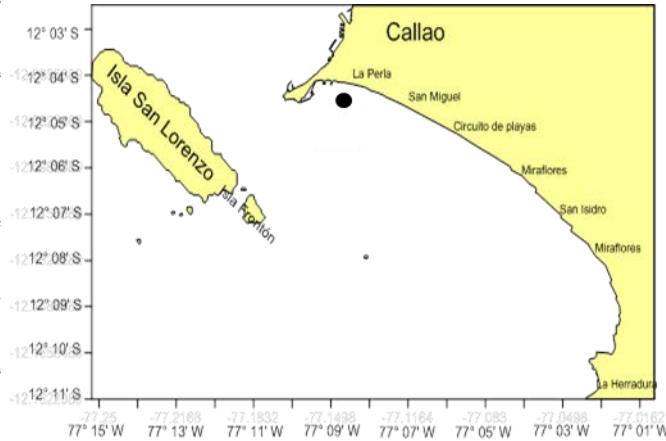
Caracterizar los procesos físicos, químicos y biológicos (plancton- bentos) en áreas seleccionadas de los ecosistemas de borde costero, con énfasis en la generación de las Floraciones Algaes Nocivas (FAN).

Áreas de estudio

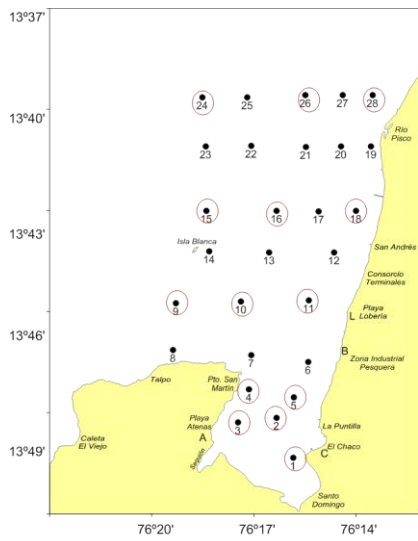
- B. Miraflores 12°S (Callao)
- B. Paracas 14°S (Pisco)
- B. Ferrol 09°S (Chimbote)



Bahía Ferrol - 09°S
Muestreo Multidisciplinario
Verano y Primavera



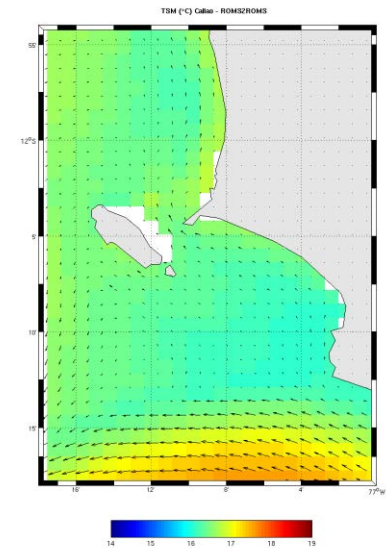
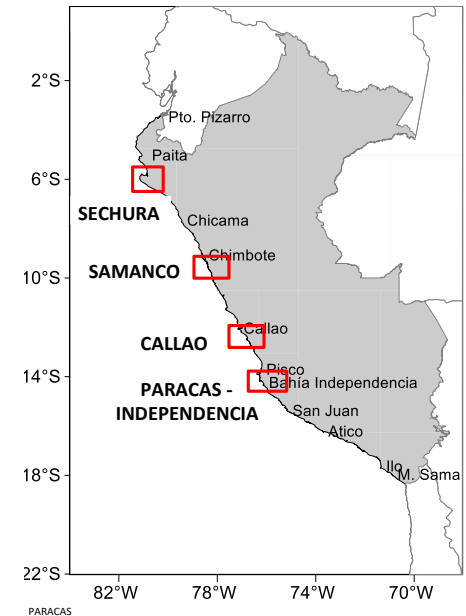
Est. Fija Carpayo 12°S
Muestreo interdiario



Bahía Paracas 14°S

Ecosistemas de Borde Costero

- Evaluar relaciones abióticas-bióticas, en comunidades marinas planctónicas y bentónicas.
- Recuperación de bahías contaminadas.
- Mecanismos de evolución espacial y temporal de las FAN, usando modelado y observaciones in situ.



ACTIVIDAD FAN: Fortalecimiento del Sistema de Prevención para la Alerta Temprana de especies de fitoplancton potencialmente tóxicas en Paíta, Chimbote, Callao y Pisco *

Objetivo:

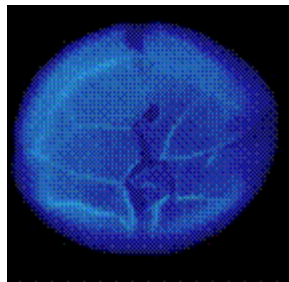
Mejorar el soporte científico y técnico para incrementar el conocimiento de la ocurrencia, evolución e impacto de las floraciones algales nocivas (FAN) en ecosistemas costeros como bahías: Sechura (Paíta), Samanco (Chimbote), Callao y Paracas – Independencia (Pisco).

Actividades

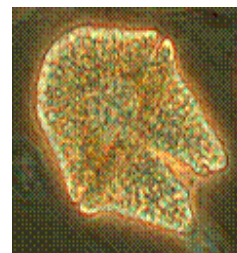
- Monitoreos quincenales para la determinación cuantitativa de especies del fitoplancton potencialmente tóxico en Paíta, Chimbote , Callao y Pisco.
- Reportar la presencia de FAN y tóxicas a fin de activar los programas de alerta temprana.
- Desarrollar los programas de contingencia ante la presencia de especies tóxicas y toxinas marinas.



*Prorocentrum
micans*



*Alexandrium
peruvianum*



*Heterosigma
akashiwo*



*Dinophysis
caudata*

* Proyecto presentado a Fondo de Derechos de Pesca

Cooperación Internacional



Max-Planck-Institut
für marine Mikrobiologie



Cooperación Internacional

KIOST Proyecto 'Monitoreo del Frente Ecuatorial frente al Norte de la Costa Peruana'

IRD

➤ **LMI DISCOH**

- Modelamiento de la dinámica del afloramiento costero en contexto del cambio climático. Apoyo a puesta en operación a nuevo cluster computacional.
- Procesos de circulación y biogeoquímica en bahías costeras

➤ **CIENTPERÚ: "Impacto Costero del Evento El Niño 2015-2016 en Perú"**

- Despliegues de gliders y boyas ARGO para el seguimiento del impacto de El Niño 2015-2016 en circulación costera
- Instalación de sensores de temperatura en puntos seleccionados del litoral (Tumbes a Callao)

Instituto Nacional de Investigaciones en Ciencias Pesqueras (NRIFS), Agencia en Investigación Pesquera de Japón

- Estudio comparativo sobre los procesos biológicos de la alternancia de especies en los sistemas de las corrientes de Kuroshio y Humboldt.



Modalidades de cooperación

- Aplicación conjunta a proyectos de interés común.
- Intercambio de investigadores.
- Acciones de capacitación mutua (e.g. instrumentación oceanográfica y para el manejo de datos oceanográficos: calibraciones, control de calidad, archivo y distribución, etc.).



- Estudio de la dinámica oceanográfica del codo Peru-Chile.
- Dinámica físico-biogeoquímica y eventos extremos en zonas costeras (FAN, hipoxia, eventos sulfídicos, etc).
- Dinámica de la oxiclina y la productividad a mesoescala aplicando la tecnología gliders y el modelado numérico.
- Transporte y supervivencia de larvas.
- Modelado ecosistémico de escenarios regionales de cambio climático.