

# PROGRAMA DE INVESTIGACION II

## INVESTIGACIONES EN OCEANOGRAFIA

### LINEA DE INVESTIGACIÓN II. I

#### INVESTIGACIONES EN OCEANOGRÁFIA FÍSICA

#### OBJETIVO ESPECÍFICO 26

#### ESTUDIO DE LA DINÁMICA DEL AFLORAMIENTO COSTERO COMO INDICADOR DE LA PRODUCTIVIDAD EN ÁREAS SELECCIONADAS

##### 26.1 VARIABILIDAD DE LOS CAMPOS DE VIENTOS E ÍNDICES DE AFLORAMIENTO COSTERO FRENTE A SAN JUAN (15°S) Y MORRO SAMA (18°S) DURANTE EL AÑO 2009

**Análisis de los Campos de Vientos Superficiales.-** Se procesaron los datos horarios (cada seis horas) de viento geostrófico, presión reducida al nivel del mar y componente zonal y meridional del esfuerzo del viento en las estaciones San Juan (15°S) y Morro Sama (18°S). Con la información se elaboraron las series gráficas correspondientes a los meses de enero a diciembre de 2009 (Fig. 26.1).

**Cálculo de los índices de afloramiento costero y turbulencia.-** Basados en la información horaria del viento superficial se calcularon los índices de afloramiento de la estación San Juan (15° S) y Morro Sama (18°S). Asimismo se elaboraron las series gráficas de la variación diaria de estos índices de afloramiento de enero a diciembre de 2009 (Fig. 26.2).

De acuerdo al monitoreo mensual se pudo comprobar que durante el 2009 frente a San Juan (Tabla 26.1) los índices de afloramiento costero fueron mayores a los registrado frente a Morro Sama (Tabla 26.2).

Los meses de mayor intensidad en los índices de afloramiento frente a San Juan fueron de agosto a diciembre del 2009; y los más bajos de enero hasta mediados de junio.

En Morro Sama los mayores afloramientos ocurrieron de setiembre a noviembre del 2009, y los más bajos de enero hasta mediados de junio.

##### 26.2 DINÁMICA DEL AFLORAMIENTO COSTERO FRENTE A SAN JUAN DURANTE EL VERANO 2009

En el verano la TSM frente a San

Juan fluctuó entre 15 a 21 °C con los mínimas en la zona costera, propias de las aguas costeras frías. Las ATSM fueron predominantemente negativas cerca a la costa y con valores ligeramente positivos fuera de las 50 mn de la costa (Fig. 26.3)

La estructura oceanográfica frente a San Juan presentó una termoclina con isotermas de 14 a 22 °C sobre los 70 metros de profundidad. La isoterma de 15 °C se situó entre los 60 y 20 m de profundidad a 70 mn y 5 mn de distancia a la costa

respectivamente. Las ASS se ubicaron sobre los 20 m por fuera de las 55 mn asociados a salinidades de 35,1 ups y temperaturas de 21 °C. Las ACF se ubicaron dentro de las 25 mn. Las Aguas Templadas de la Sub Antártica se hallaron en núcleos entre los 50 – 100 metros por fuera de las 30 mn de distancia a la costa. El oxígeno mostró una oxiclina débil ubicándose sobre los 90 m por fuera de las 60 mn y sobre los 50 m a 20 mn de distancia de la costa (Fig. 26.4).

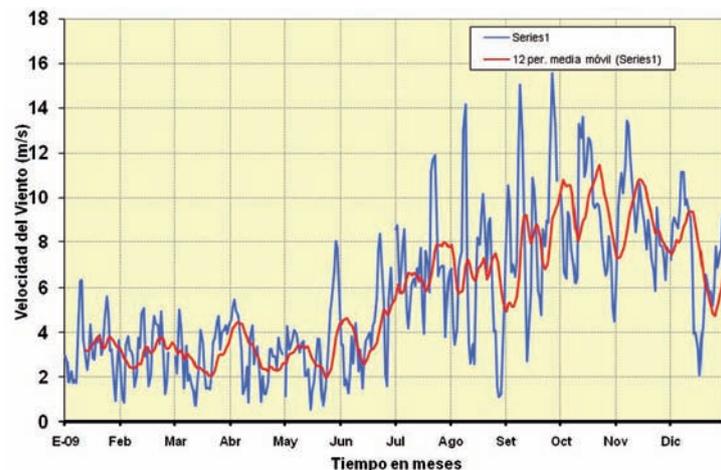


Figura 26.1.- Variación diaria del viento superficial, frente a San Juan (15°S, 77°W). Año 2009

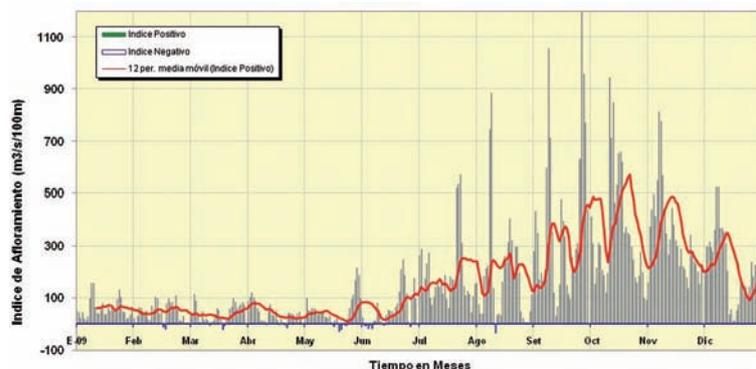


Figura 26.2.- Variación diaria del índice de afloramiento frente a San Juan (15°S, 77°W). Año 2009

Tablas 26.1.- Índice de afloramiento promedio mensual estación San Juan año 2009.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Promedio</b>	57,2	46,9	42,22	38,5	49,72	58,05	190,7	182,77	385,95	353,99	344,08	221,99
<b>Maximo</b>	155,4	107,45	114,15	120,2	214,35	244,93	570,98	883,75	1252	942,5	811	523,85
<b>Minimo</b>	13,03	-20,58	-19,88	-13,73	-26,63	-15,55	42,23	-33,75	30	91,75	136,25	8,33
<b>Promedio patrón</b>	339,744	302,115	265,014	283,423	248,043	215,061	275,473	336,149	389,745	402,482	354,636	340,215

Tabla 26.2.- Índice de afloramiento promedio mensual estación Morro Sama año 2009.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Promedio</b>	46,86	44,2	37,82	25,08	134,12	39,8	102,54	119,8	196,19	95,77	172,33	135,68
<b>Máximo</b>	122,5	102,95	92,9	83,28	158,05	186,125	366,1	523,33	690,85	254,1	339,53	319,55
<b>Minimo</b>	55,23	-12,42	-12,63	-9,53	-13,55	-18,85	11,25	-21,3	22,48	0,45	25,1	20,83
<b>Promedio Patron</b>	155,27	154,03	136,6	134,49	114,38	94,61	113,54	150,79	186,57	197,57	185,65	170,79

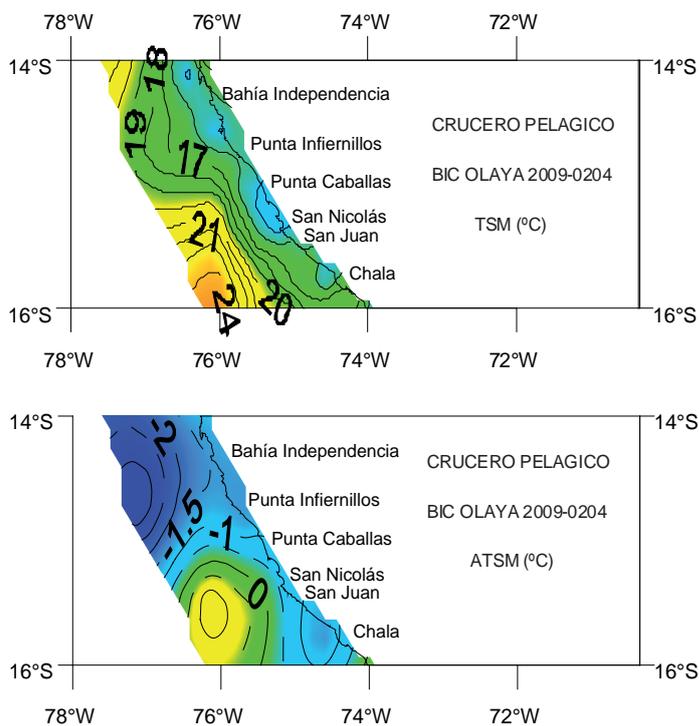


Figura 26.3.- Distribución de la temperatura superficial del mar (TSM) y anomalías térmicas ATSM, frente a San Juan. Cr. BIC Olaya 0902-04

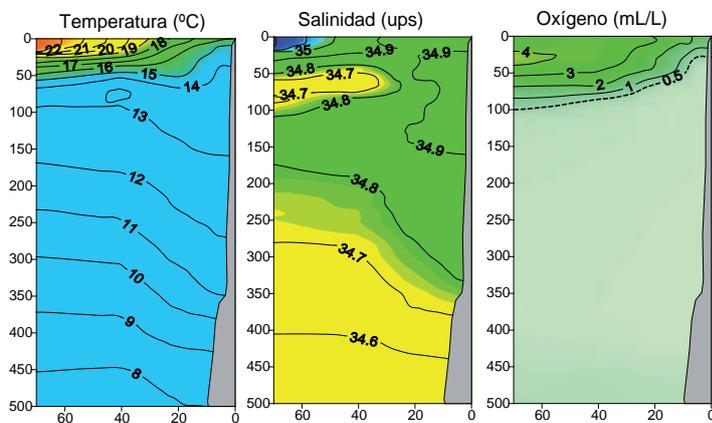


Figura 26.4.- Distribución vertical de la temperatura, salinidad y oxígeno frente a San Juan 3 y 4 de abril de 2009. Cr. BIC Olaya 0902-04

### 26.3 DINÁMICA DEL AFLORAMIENTO COSTERO FRENTE A SAN JUAN DURANTE LA PRIMAVERA 2009

La temperatura del agua de mar frente a San Juan presentó una termoclina débil con el ascenso de las isothermas por la parte costera, indicando un afloramiento costero dentro de las 40 mn de la costa. La isoterma de 15 °C se ubicó entre los 0 y 110 m de profundidad. La distribución de la salinidad mostró una fuerte influencia de las ASS hasta las 40 mn y sobre los 70 m, interactuando con las ACF. Resalta la presencia de las ATSA, que dentro de las primeras 100 mn dieron lugar a grandes mezclas con las ACF, pero por fuera se las observó formando un núcleo entre los 100 y 200 m de profundidad.

La distribución de los valores de oxígeno, mostró una moderada oxiclina entre los 100 y 200 m por fuera de las 40 mn, debilitándose rápidamente hacia la costa por los procesos de afloramiento (ascenso rápido de las iso-oxígenas) (Fig. 26.5).

La producción primaria entre Pisco, San Juan y Atico se determinó a través de la distribución del fitoplancton cuyas características fueron:

En la zona comprendida entre Pisco y Atico, el rango de biovolúmenes varió entre 0,60 y 13,88 mL.m<sup>-3</sup>, observándose un núcleo máximo de concentración a 20 mn de San Juan. Valores mayores a 4,0 mL.m<sup>-3</sup> se registraron en Pisco (30 mn).

El fitoplancton fue predominante en el 69% de las estaciones, prin-

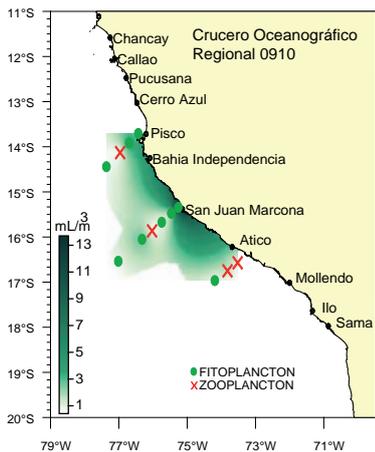


Figura 26.6.- Distribución de bio-volumenes de plancton en superficie ( $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Crucero Oceanográfico Regional 0910.

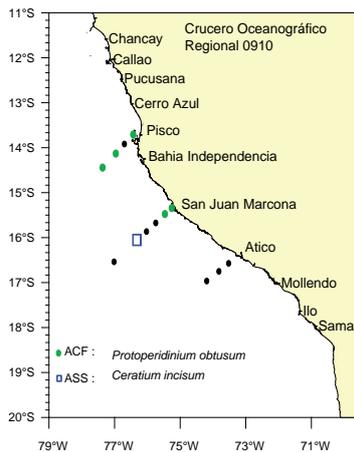


Figura 26.7.- Indicadores de masas de agua. Crucero Oceanográfico Regional. BIC José Olaya 0910.

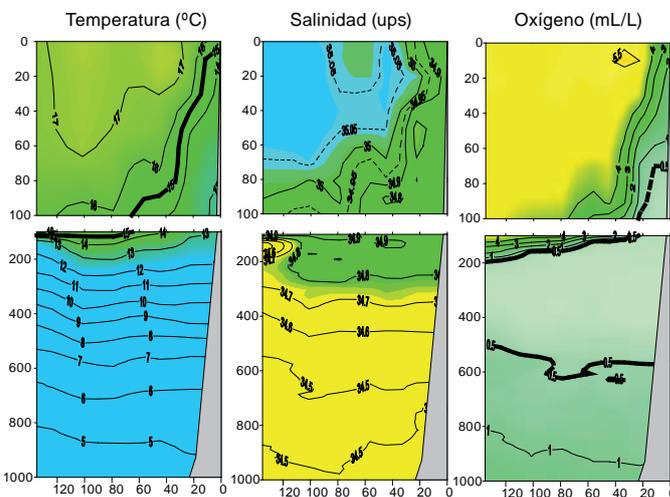


Figura 26.5.- Distribución de temperatura, salinidad y oxígeno frente a San Juan, 27 y 28 de octubre de 2009. Cr. Regional 0910. BIC Olaya, Sección San Juan.

principalmente dentro de las 20 mn y por fuera de las 60 mn en todos los perfiles, coincidiendo con la distribución de las ACF.

Dentro del microfitoplancton, destacaron por su abundancia diatomeas de afloramiento como *Chaetoceros* spp. distribuidas en la franja costera de San Juan. En Pisco, la diatomea *Leptocylindrus danicus* fue muy abundante (20 mn) asociada a *Detonula pumila*, especies típicas de las zonas de afloramiento costero.

En Atico, las diatomeas oceánicas fueron las predominantes. *Proboscia alata* f. *indica* tuvo la mayor frecuencia relativa a 20 mn de la costa junto a *Planktoniella sol*, *Chaetoceros convolutus*, *Ch. coarctatus* y *Lioloma delicatulum*.

Respecto a los dinoflagelados, se observó asociación de especies cosmopolitas (*Ceratium furca* y *C. dens*) con organismos de aguas cálidas (*Goniodoma polyedricum*, *C. massiliense*, *Protoperidinium quarnerense* y *Ceratocorys horrida*), por fuera de las 30 mn, registrándose una menor riqueza específica en Atico (Fig. 26.6).

Dichos organismos estuvieron acordes con las condiciones cálidas que se registraron al sur de Pisco. Asociada a esta masa de agua se determinó la especie termófila *Goniodoma polyedricum* por fuera de las 60 mn, desde Salaverry hasta Cerro Azul.

En la primavera, al igual que en el invierno, se determinó *P. obtusum*

(ACF) localizado en casi todo el perfil Pisco desde las 10 mn hasta las 80 mn. En San Juan se distribuyó hasta las 30 mn. A diferencia del invierno, se apreció a *Ceratium incisum*, indicador de ASS frente a San Juan de Marcona a 80 mn (Fig. 26.7).

En resumen las diatomeas asociadas a los procesos de afloramiento costero se observaron en mayor concentración en las áreas cercanas a la costa, frente a San Juan dentro de las 20 mn.

## 26.4 MODELADO NUMÉRICO DE LA HIDRODINÁMICA EN LA BAHÍA DE SAN JUAN

### Introducción

Frente al Perú se encuentra una de las cuatro regiones de surgencias costeras (California, Perú, Benguela y Canarias) con mayor productividad primaria por unidad de área a nivel mundial.

El sistema de surgencias costeras en la bahía de San Juan es inducido por vientos paralelos a la costa; estos vientos se combinan con la rotación terrestre para inducir un transporte de agua superficial lejos de la costa; la que es reemplazada por aguas más profundas que son frías, densas y ricas en nutrientes. Desde los años 80, muchos científicos han sugerido que los procesos de surgencia, casi permanente en bahía de San Juan, son los responsables de la dinámica física del ecosistema marino y su biodiversidad; se argumenta que las surgencias controlan el ingreso de agua fría rica en nutrientes a la bahía, sin embargo, no se tiene claro cuales son los factores físicos que lo hacen posible. Para resolver este problema se propuso desarrollar un modelo de circulación costera para determinar la hidrodinámica en la bahía de San Juan.

La metodología a emplear consistió en el uso del modelo ELCOM desarrollado para zonas costeras, lagos y reservorios, con el objeto de simular la dinámica del intercambio de masa, calor y cantidad de movimiento en el cuerpo de agua, considerando procesos de mezcla y transporte de constitu-

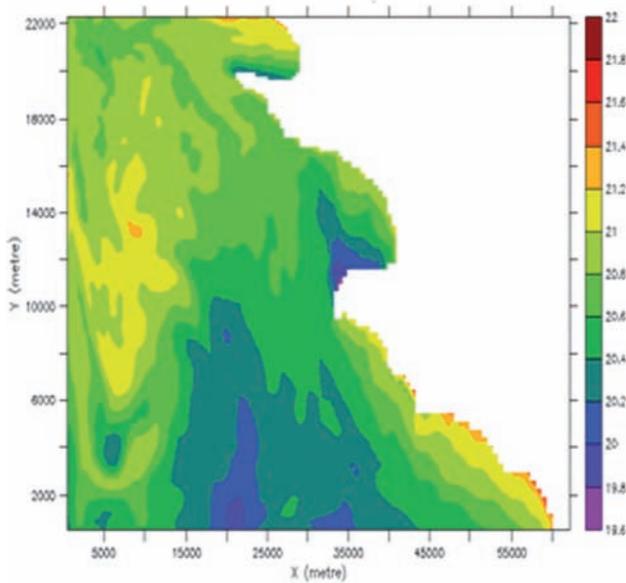


Figura 26.8.- Temperatura simulada en la capa superficial

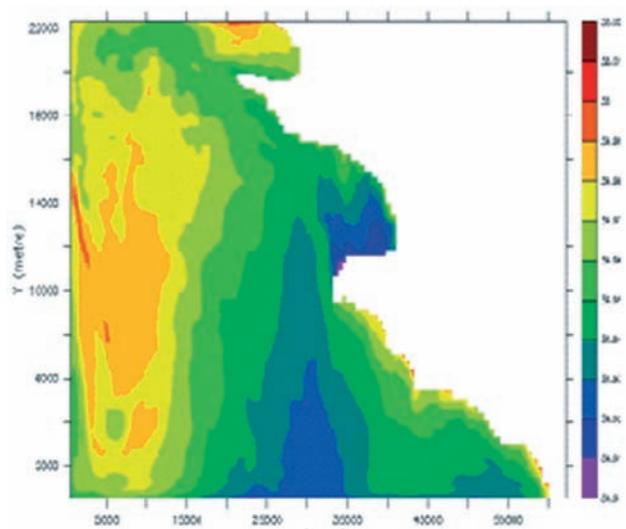


Figura 26.9.- Salinidad simulada en la capa superficial

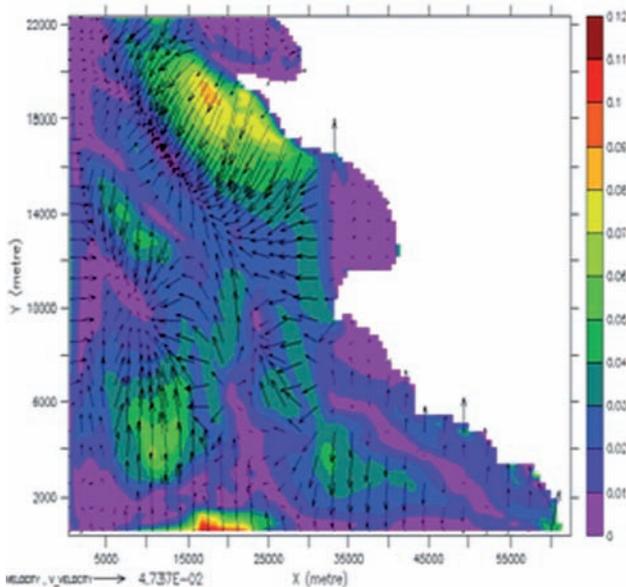


Figura 26.10.- Corrientes simuladas promedio vertical

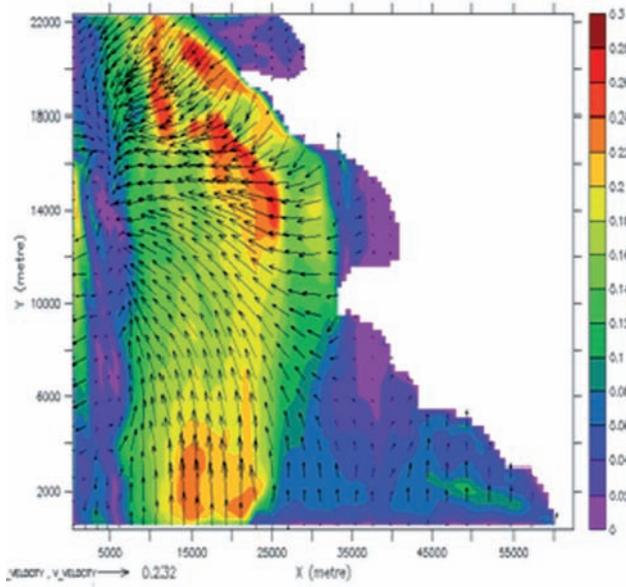


Figura 26.11.- Corrientes simuladas en la capa superficial

yentes en el perfil vertical de la columna de agua

El área donde se ubica la bahía de San Juan se caracteriza por ser una zona árida y desértica lo que origina un gradiente térmico significativo entre el continente y océano colindante, el cual ocasiona que el flujo del viento circule libremente, acelerándose superficialmente hacia mar afuera.

Se adaptó el modelo numérico tridimensional denominado ELCOM, para simular los procesos

de circulación y estratificación dentro la bahía, bajo forzantes meteorológicos y de marea. El modelo hidrodinámico resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes para flujo no permanente, viscoso e incompresible usando la aproximación hidrostática para la presión. La solución numérica de las ecuaciones se resuelve sobre una malla cartesiana usando el método semi-implícito de diferencias finitas. Detalles sobre las características físicas y numéricas de este modelo se pueden consultar en el manual

del modelo. (ELCOM\_science Manual de libre disponibilidad en Internet).

Los resultados preliminares se presentan en base a las distribuciones horizontales para las capas superficial, de fondo y una distribución promedio para toda la columna de agua, donde los forzantes del modelo han sido los datos meteorológicos obtenidos del monitoreo realizado en el mes de marzo. De los datos del CTD, se han elegido los perfiles de tem-

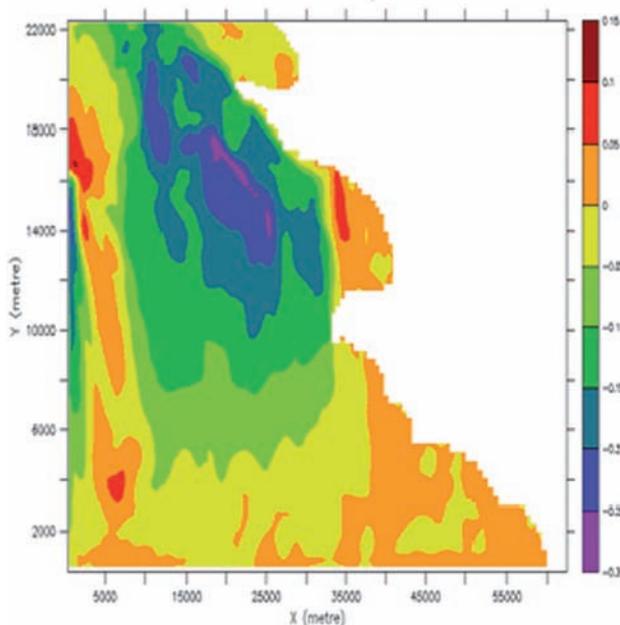


Figura 26.12.- Velocidad zonal simulada en superficie.

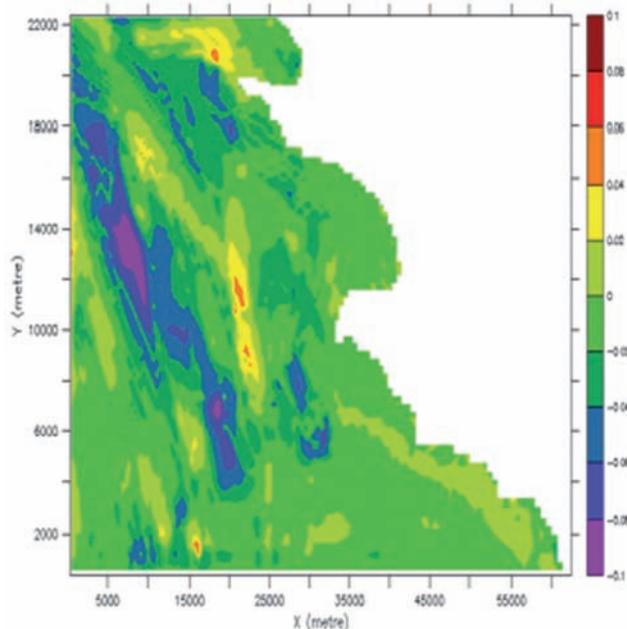


Figura 26.13.- Velocidad zonal simulada en el fondo.

peratura y salinidad para fijar las condiciones iniciales en la frontera abierta y al interior de la bahía. El periodo de simulación fue sólo desde las cero horas del 1 de marzo las cero horas del 3 de marzo del 2009, por limitaciones computacionales.

La distribución superficial de temperatura durante la inicialización del modelo se representa en la Figura 26.8. La distribución térmica superficial presenta fluctuaciones con tendencia de aguas frías del sur que ingresan a la bahía por efectos de la advección del sistema asociadas a las aguas costeras frías (ACF) y a procesos de afloramiento.

La distribución de la salinidad en superficie se muestra en la Figura 26.9, comportamiento físico similar a la distribución térmica; la distribución halina también mostró valores asociados a la presencia de aguas costeras frías (ACF). La salinidad superficial simuló concentraciones entre 34,91 ups (al sur e interior de la bahía) a 34,99 ups (por fuera de la bahía).

En lo relacionado a las corrientes marinas, el modelo presenta simulación de las velocidades para el promedio de la columna de agua, capa de superficie y capa de fondo. La Figura 26.10 muestra la distribución de velocidad integrada en la columna de agua como promedio vertical debido a la acción del viento que vario entre 2 m/s y 4 m/s los días de muestreo.

Las corrientes en la capa superficial (Fig. 26.11), registraron intensidades que variaron entre 12 cm/s y 25 cm/s. En general, los flujos intensos se observan hacia afuera de la bahía con una dirección predominante hacia el noroeste, en cambio en la bahía los flujos fueron débiles.

La componente zonal de la velocidad en superficie (Fig. 26.12) y fondo (Fig. 26.13) muestran, en la capa de superficie, la tendencia de flujo saliente mientras que en el fondo hay un flujo hacia el sur. En general, los flujos con mayor intensidad ingresan a la bahía desde el sur y, por conservación de masa, producen intercambios de flujo con el océano abierto.

Las condiciones ambientales durante el periodo de simulación mostraron condiciones térmicas y halinas asociadas a la presencia de ACF, característica de la zona de estudio, que ingresan a la bahía provocando intercambios de flujo con el océano abierto hacia el oeste; la influencia de aguas de descargas, asociadas a bajas concentraciones de sales en la capa superficial, pueden estar haciendo un balance del sistema; esta condición se debería a la debilidad de los vientos y a la presencia de vientos con componente sur, que causaron el desplazamiento de las aguas con baja salinidad de sur a norte, originando procesos de mezcla en la bahía. Los vientos relativamente intensos que se registraron el día 23 de marzo del 2009, deben haber alterado la dinámica del sistema dentro de la bahía, lo que no se observó en las salidas del modelo ya que solo se corrió los primeros 15 días de marzo. En general, como ya se mencionó, los flujos simulados con mayor intensidad ingresan del sur a la bahía y por conservación de masa generan intercambios de flujo con el océano abierto.

## OBJETIVO ESPECÍFICO 27

### El Niño Oscilación Sur (ENOS) Y SUS IMPACTOS FRENTE A LA COSTA PERUANA

#### 27.1 DIAGNÓSTICO A MACROESCALA DE LAS CONDICIONES DEL AMBIENTE EN RELACIÓN CON EL ENOS

Las condiciones oceánicas y atmosféricas para desarrollo de La Niña (LN) en el Pacífico ecuatorial se reflejaron desde enero, pues se acentuaron las anomalías negativas, a medida que la temperatura descendía en la columna de agua en el centro y Este del Pacífico. Los vientos del Este en los niveles bajos, y los del oeste en los niveles altos se fortalecieron a través del océano Pacífico ecuatorial. En febrero y marzo continuaron las condiciones de LN débil; en abril hubo una transición de las condiciones LN hacia ENOS-neutral; luego, las ATSM negativas se debilitaron y las positivas se desarrollaron en áreas del Pacífico este

(Fig. 27.1a); en junio, las condiciones de ENSO-neutral pasaron a condiciones El Niño (EN); las ATSM del mar ecuatorial, continuaban aumentando, excediendo +1,0 °C a través de una estrecha banda en el este del Pacífico ecuatorial (Fig. 27.1b). Condiciones típicas de un EN débil estuvieron presentes durante julio, agosto y setiembre, fluctuando estas ATSM de +0,5 °C a +1,5 °C. En octubre las ATSM aumentaron a través del Pacífico central y ecuatorial. Como resultado, EN se fortaleció durante octubre, noviembre y diciembre. Las anomalías de temperatura en la subsuperficie oceánica excedieron los +2°C en gran parte del Pacífico ecuatorial (Fig. 27.1c). Además, las anomalías de los vientos oeste en niveles bajos y del Este en los niveles altos sobre

el Pacífico ecuatorial estuvieron consistentes con EN.

Aún existe desacuerdo entre los modelos con relación al punto de máxima fortaleza de El Niño. Sin importar cuál sea su fortaleza máxima, se espera que EN continúe ejerciendo influencia significativa en el tiempo y el clima global durante los próximos meses. La mayoría de los modelos sugieren que las anomalías en el SST para la región de El Niño-3.4 persistirán hasta abril-mayo del 2010.

#### 27.2 CARACTERÍSTICAS DE LA VARIABILIDAD DEL AMBIENTE, HACIENDO USO DE LAS INFORMACIONES DE CAMPO, SATELITALES Y DE ESTACIONES COSTERAS

A inicios del 2009 la evolución general en el océano Pacífico ecuatorial mantuvo valores por deba-

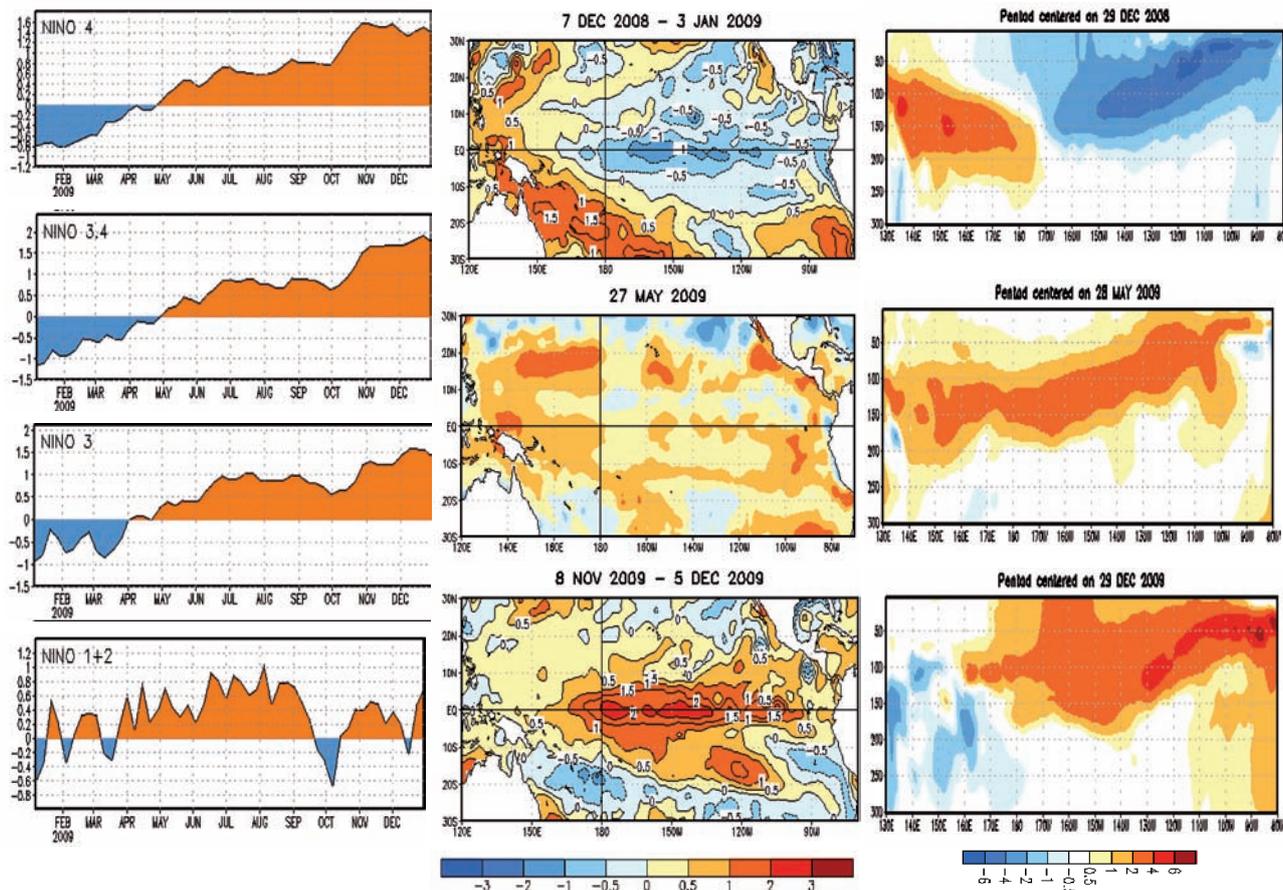


Figura 27.1.- Distribución a) Anomalías térmicas en las Regiones Niño, b) Anomalías térmicas en el Océano Pacífico y c) Anomalías térmicas en la capa subsuperficial. (fuente: NOAA)

jo de su normal, con anomalías promedios mensuales de  $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Región Niño 4), de  $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Región Niño 3.4), de  $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Región Niño 3), y de  $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Región Niño 1+2). El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se localizó en su posición habitual para esta época, pero con una intensidad superior a su patrón en el borde oriental (anomalías entre  $+1,0$  y  $+2,0$  hPa). Este comportamiento ocasionó que los vientos en la superficie del mar presenten dirección sureste con intensidades mayores de lo normal en el Pacífico ecuatorial central y occidental; y normales a lo largo de la costa peruana.

En enero, en la mayoría de las estaciones costeras, se registraron temperaturas por debajo de los patrones históricos, con anomalías de  $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  en San José y  $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  en Chicama. En la última semana el desplazamiento hacia el sur de aguas superficiales ecuatoriales y tropicales, ocasionó un incremento de la TSM en la zona norte.

En febrero y marzo, las anomalías negativas de Punta Sal hasta Bahía Independencia, y ligeramente positivas al sur de San Juan de Marcona. En marzo, se presentaron Aguas Tropicales Superficiales (ATS) al norte de Talara y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) en Punta La Negra, pero hacia el sur, Aguas Costeras Frías (ACF) con un ancho promedio de 100 mn, producto del afloramiento costero y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con proyección a 15 mn de Chimbote y 40 mn de Pucusana (Fig. 27.2a).

En abril, las anomalías térmicas negativas disminuyeron levemente; el afloramiento costero tuvo la misma amplitud que en marzo (16 a  $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Las ASS muy próximas a Mollendo, originaron áreas con anomalías de  $+3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Fig. 27.2b).

En mayo y junio, el Anticiclón del Pacífico Sur mantuvo parámetros normales; en junio, la temperatura algo mayor al promedio histórico, excepto Pisco y San José, de acuerdo con la evolución de las variables océano-atmosféricas en el Pacífico ecuatorial.

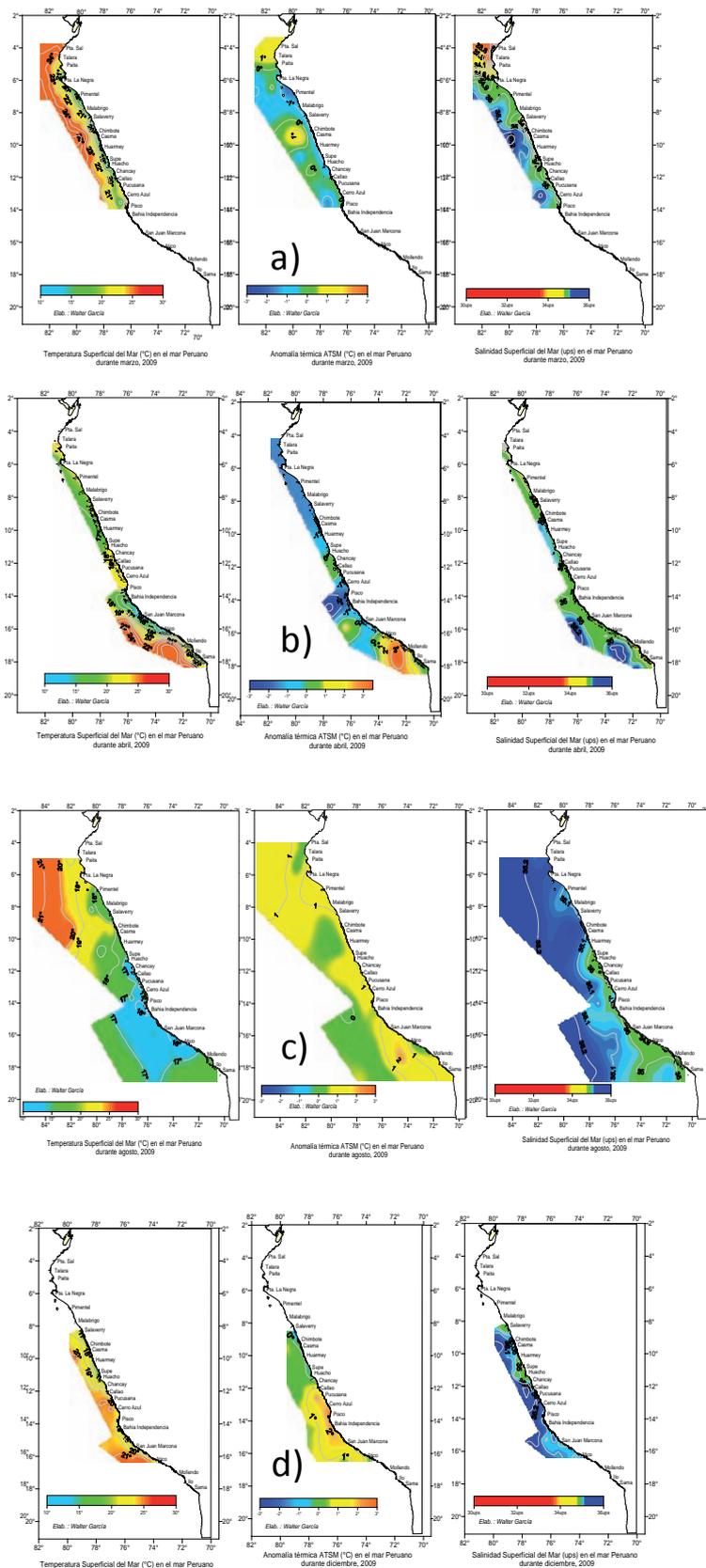


Figura 27.2.- Temperatura, anomalía térmica y salinidad: a) verano, b) otoño, c) invierno y d) primavera.

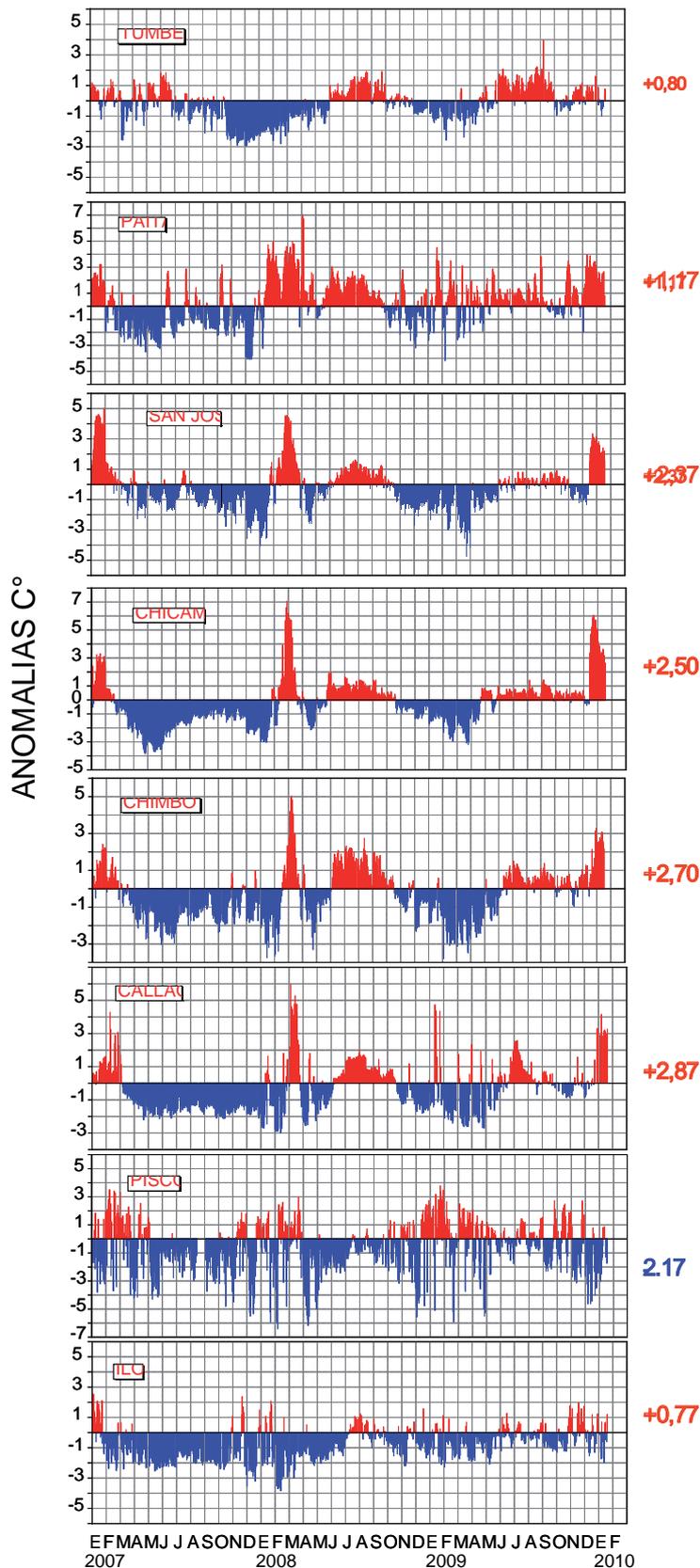


Figura 27.3.- Series temporales de ATSM. Red de Laboratorios del IMARPE. Tumbes, Paita, San José, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco, Ilo. Enero 2007 - enero 2010

En julio, el litoral peruano presentó temperaturas normales (16 a 25 °C), ACF hasta 80 mn de la costa y ASS cercanas en algunas zonas del litoral. En agosto, las ASS con salinidad de hasta 35,2 ups, se desplazaron en zonas próximas a la costa de Pucusana, Chimbote y Punta La Negra, originando anomalías de +1°C a 50 mn de distancia de la costa. El afloramiento costero continuó presentándose en zonas como Huacho, Atico y Mollendo (Fig. 27.2c).

En setiembre, octubre y noviembre continuaron las condiciones normales en las proximidades del litoral peruano, a pesar del incremento gradual de las anomalías positivas observadas en el Pacífico ecuatorial occidental y central, y que preveían un evento El Niño en el Perú.

En diciembre, la llegada de una onda Kelvin a la costa del Perú, indicó el inicio de un evento EN débil, caracterizado por el incremento anómalo de la temperatura, nivel del mar y de la temperatura mínima del aire en la costa, originando el desplazamiento del stock de anchoveta hacia el sur.

Durante el crucero 0912, del 6 al 30 de diciembre 2009 (Fig. 27.2d), se observó ASS caracterizadas por altas concentraciones halinas (35,285 ups), con dos fuertes proyecciones a la costa: la primera hasta 25 mn entre Salaverry a Casma; y la segunda a la zona costera de Pucusana a Cerro Azul. Las ACF estuvieron restringidas a 15 mn frente a Salaverry, hasta las 25 mn de Huarmey a Huacho y muy costeras (5 - 10 mn) frente a Pisco y San Juan.

**27.3 TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM), ANOMALÍAS TÉRMICAS SUPERFICIALES DEL MAR (ATSM) Y SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR (SSM) DE LA RED DE LABORATORIOS COSTEROS 2009**

En enero 2009, las TSM ligeramente por debajo de lo normal, y algunas estaciones con anomalías negativas que entre febrero y mayo se generalizaron, y las ATSM llegaron hasta -1°C; en junio se inició

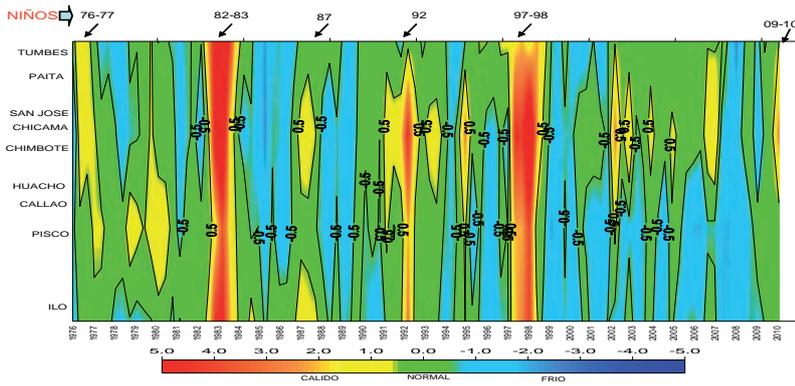


Figura 27.4.- Distribución espacio temporal de las ATSM, Laboratorios IMARPE. 1976 al 2009.

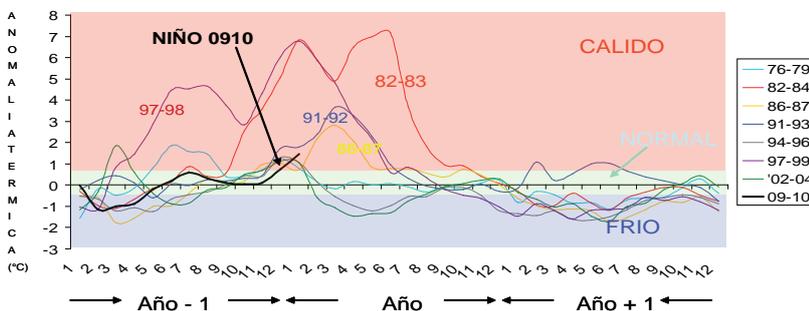


Figura 27.5.- Principales eventos El Niño durante 1976 al 2009.

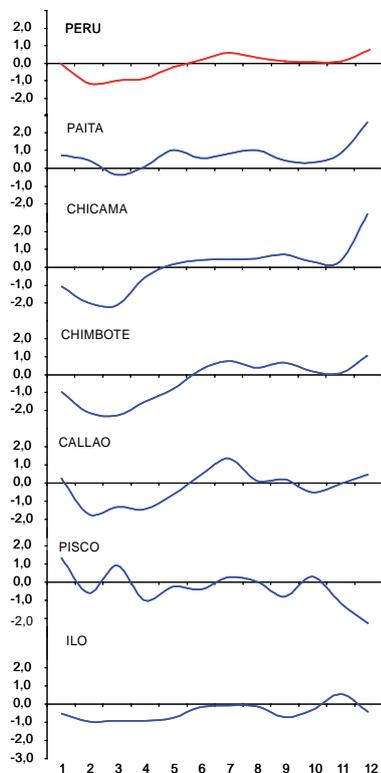


Figura 27.6.- Distribución temporal de la TSM en los principales puertos del litoral peruano.

el cambio a un ambiente normal, sin mayor variabilidad hasta noviembre. En la segunda semana de diciembre, la llegada de una onda Kelvin originó un rápido incremento de la TSM en las estaciones fijas de Paíta (+3 a 4 °C) y Chicama (+5 a 6 °C,) (Fig. 27.3).

### Variabilidad de la TSM

Las ATSM de la red de laboratorios del IMARPE, entre 1976 y 2009, muestran sus fluctuaciones y permiten caracterizar los ciclos anuales en base a las máximas y mínimas (Fig. 27.4).

En la Figura 27.5 resaltan los eventos EN 1982-83 y 1997-98, los más intensos de los últimos 50 años; y otros de menor intensidad (1976-77, 1986-87, 1991-92) y el 2009-10 con características de EN débil a moderado, debido a que las variables oceanográficas indican intensidad débil pero sus impactos en los recursos son de carácter moderado. Los efectos del presente Niño 2009-10 frente a la costa peruana se comenzaron a notar a fines del primer semestre 2009,

con algunos cambios en las variables ambientales y en el comportamiento (desplazamientos de norte a sur) de algunos recursos pesqueros; hubo incursiones de AES por el norte y ASS por el oeste; aunque este evento todavía no termina, muchos científicos piensan que este Niño ya alcanzó su máximo desarrollo en noviembre-diciembre en el Pacífico central ecuatorial, donde la TSM ha comenzado a disminuir lentamente pero en forma sostenida.

En enero 2009, las temperaturas estuvieron cercanas al promedio histórico; entre febrero y mayo, mostraron anomalías de hasta -1,0 °C; en junio se presentó el cambio a normal al norte de Chimbote, con anomalías positivas debido a las ondas Kelvin o pulsos cálidos. Al sur del Callao la variabilidad fue mayor, pero dentro del rango -0,5 a +0,5 °C considerado como normal. En diciembre el mayor pulso cálido impactó produciendo un rápido incremento de la TSM, >3 °C en la zona norte (Paíta y Chicama) y <1° C al sur de Chimbote, excepto Pisco e Ilo donde ocurrió lo contrario, se registraron descensos térmicos (Fig. 27.6).

### 27.4 PROCESOS DE MICROESCALA: CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS FÍSICAS EN LAS ESTACIONES FIJAS COSTERAS DE PAÍTA Y CALLAO

#### Paíta

El rango de las ATSM en el 2009 fue 24,0 °C (marzo) a 16,6°C (setiembre). En general la distribución térmica presentó un descenso de sus valores absolutos de marzo a setiembre (Fig. 27.7a); los valores de las anomalías térmicas (ATSM, Fig. 27.8) indican que predominaron condiciones cálidas entre enero a octubre del 2009, con ATSM positivas mayores a +3°C entre noviembre y diciembre debido a EN 2009-10 que aparentemente alcanzó su pico más alto en diciembre.

Las salinidades mostraron concentraciones entre 33,746 (marzo) y 35,157 (setiembre) (Fig. 27.7b). En general se observó presencia de ATS y AES en el verano; de las

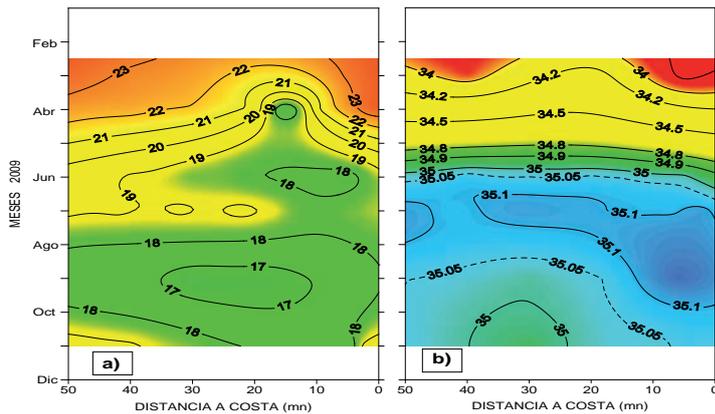


Figura 27.7.- Distribución superficial de: a) Temperatura y b) Salinidad. Estación Costera Fija Paita, durante el 2009.

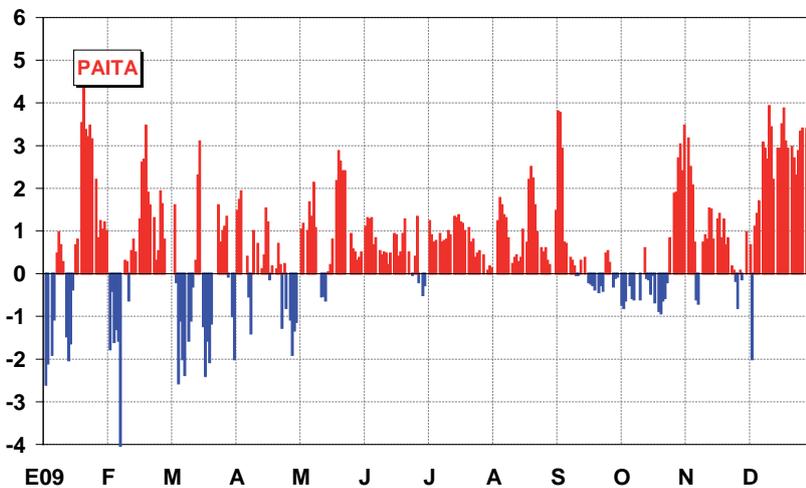


Figura 27.8.- Serie anomalías térmicas (°C) en la Red del Laboratorio de Paita. 2009.

ACF en el otoño y de ASS en el invierno y gran parte de la primavera. Se observó mucha mezcla por interacción de las ACF, ASS y AES debido a la dinámica de masas de agua asociada a las condiciones ambientales, al régimen de vientos y a El Niño.

La estructura vertical de la temperatura en el verano, presentó una termoclina sobre los 40 m de profundidad, más superficial que su posición normal. En otoño se observó expansión de la termoclina y profundización de la isoterma de 15 °C, debido a una fuerte proyección de la corriente subsuperficial asociada a la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) que generalmente

presenta mayor intensidad y proyección latitudinal en otoño. A fines de otoño las capas subsuperficiales incrementaron su temperatura por presencia de ASS, que se mezclaron con ACF; la temperatura disminuyó en toda la columna de agua, debido a los procesos de surgencia aunque débiles; a fines de noviembre un ligero aumento térmico, asociado al cambio estacional e influencia de las ondas Kelvin que se proyectaron desde el Pacífico central ecuatorial, aumentaron los valores térmicos en la zona costera (Figura

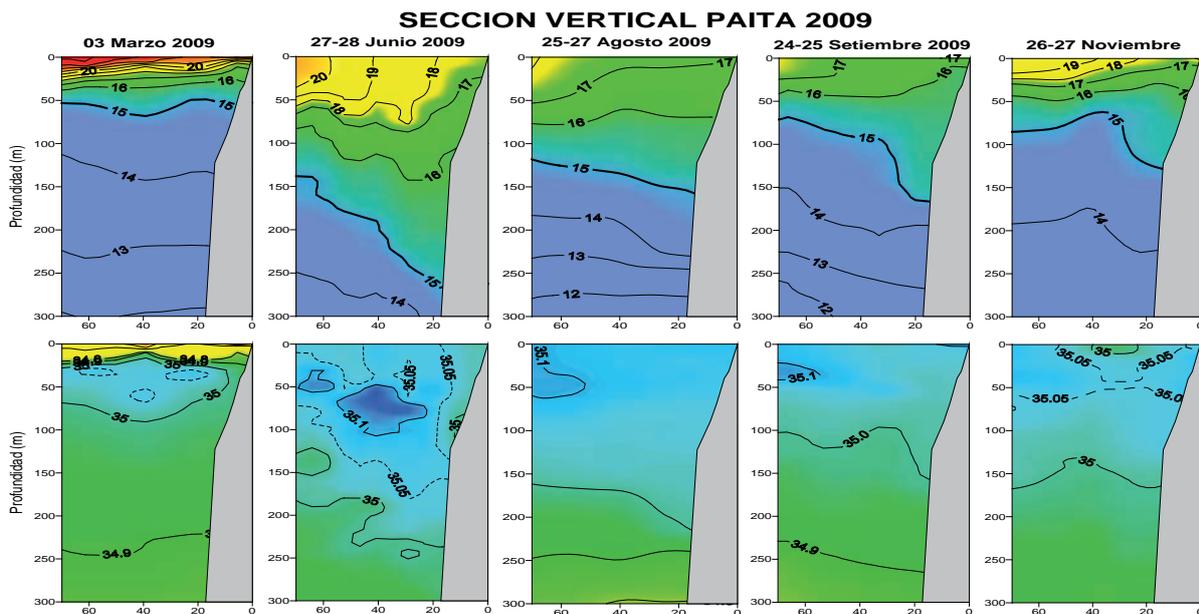


Figura 27.9.- Distribución vertical de la temperatura y salinidad, Estación Costera Fija Paita

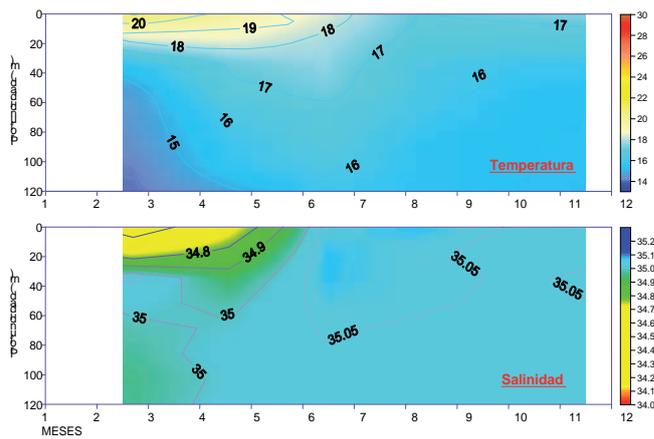


Figura 27.10.- Serie temporal de la estructura vertical frente a Paita.

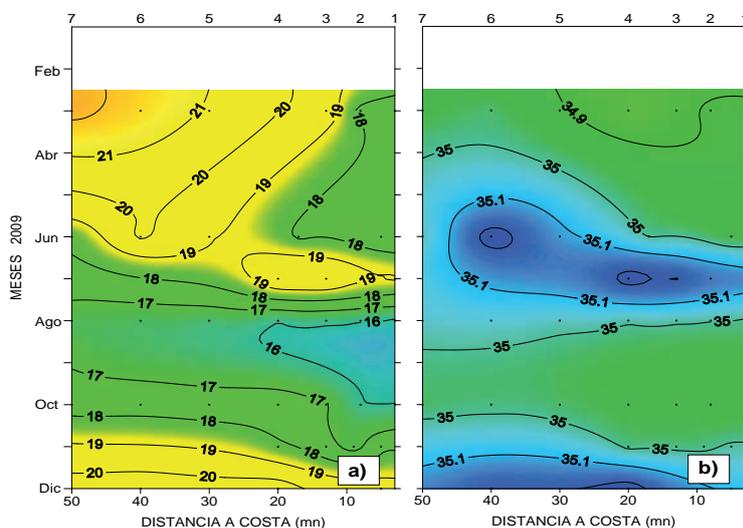


Figura 27.11.- Distribución superficial de a) temperatura y b) salinidad. Estación costera fija del Callao .

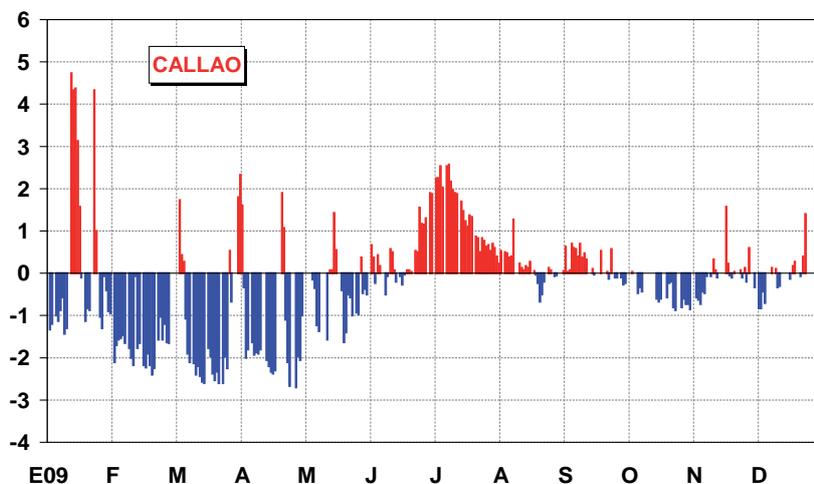


Figura 27.12.- Serie de tiempo de la anomalía térmica (°C) en la Red del Laboratorio del Callao, durante el 2009

27.8) (ATSM  $>2,5$  °C), manteniéndose estos altos valores térmicos durante el mes de diciembre (Figura 27. 9).

La serie temporal de la columna de agua, de la estación fija de Paita, ubicada a 17 mn de la costa (Figura 27.10) muestra que las mayores temperaturas se registraron en marzo-abril, por presencia de AES del norte, sobre los 20 m de profundidad; pero las mayores ATSM ocurrieron en diciembre, debido a la onda cálida asociada a El Niño. En marzo se observó la profundización de las isotermas 15 °C que se prolongó hasta julio, cuando asciende debido a que el área está cubierta por aguas de mezcla (ASS y ACF); en octubre se registró una mayor presencia de ACF debido a una reactivación de los procesos de surgencia.

Analizando el comportamiento de las isotermas, podemos deducir que la ESCC estuvo activa entre marzo y julio, mientras que la Corriente Costera Peruana (CCP) predominó en la zona, principalmente durante los meses de julio a noviembre.

### Callao

La TSM en Callao varió de 22,2 °C (marzo) a 15,9 °C (agosto); mostró un descenso paulatino hasta setiembre; pero en junio se presentó un aumento en un gran núcleo dentro de las 20 mn de la costa, asociado a la incursión de ASS. Posterior a noviembre se apreció un ligero incremento térmico asociado al cambio estacional y la presencia de ASS en la zona (Figura 27.11).

La mínimos valores de la SSM en marzo, se debieron a la presencia de aguas del río Rímac. Entre abril-mayo y setiembre-octubre predominaron las ACF; entre junio y agosto se mantuvieron ASS; en noviembre el área costera estuvo cubierta por aguas de mezcla (Fig. 27.11b).

En marzo la estratificación de las isotermas sobre los 40 m de profundidad, fue producto del propio verano; en otoño se apreció gran aumento térmico y halino, princi-

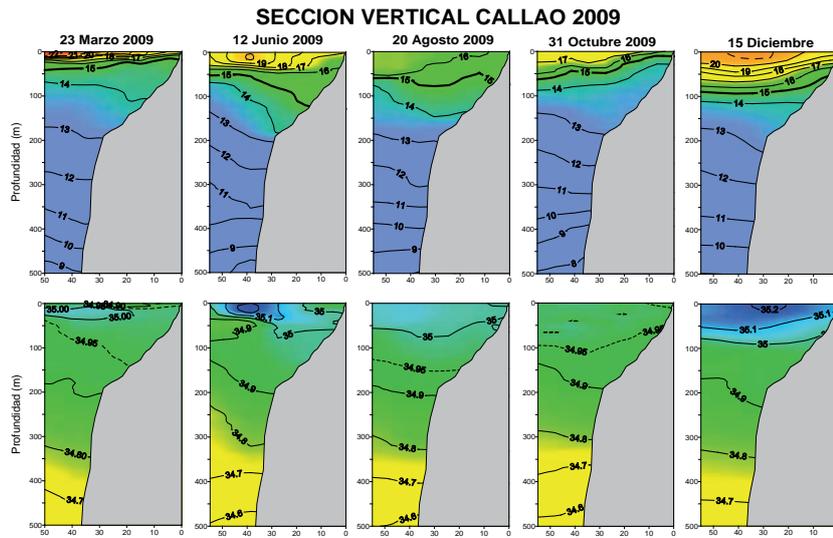


Figura 27.13.- Distribución vertical de la temperatura y salinidad ECF 2009. Callao durante el 2009.

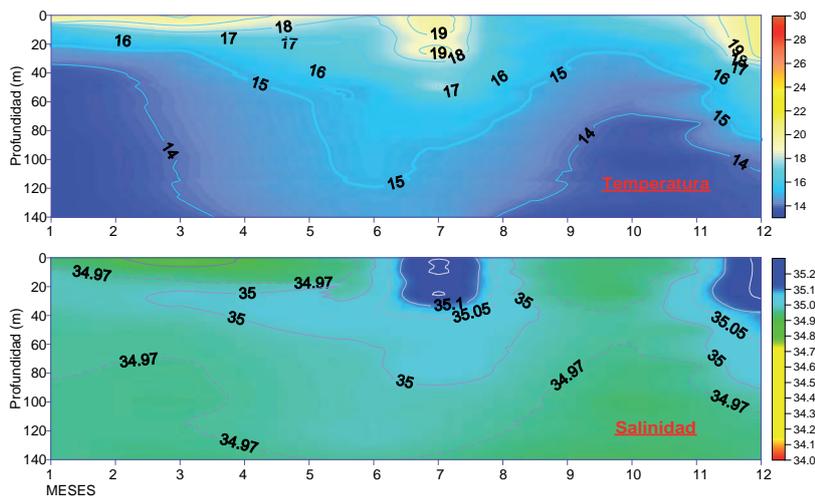


Figura 27.14.- Serie de tiempo de la sección vertical del Callao, estación fija ubicada a 20 mn de la costa, durante el 2009.

palmente por fuera de las 30 mn de la costa, debido a la incursión de las ASS; en agosto y octubre disminuyó (aproximadamente en 4 °C) con predominancia de la ACF; en diciembre se incrementó la temperatura y la salinidad de la columna de agua, debido a fuerte incursión de las ASS hacia la zona costera del Callao cubrieron toda el área de estudio. (Fig. 13).

La serie temporal ubicada a 20 mn de la costa del Callao, mostro que solo durante el verano la termoclina estuvo ubicada sobre los 40 m de profundidad y asociada a ligeros procesos de mezcla. Junio y Julio se caracterizaron por presentar incremento térmico relacionado a la incursión de aguas oceánicas (ASS) hasta los 40 m de profundidad. Durante agosto a noviembre fueron las ACF las que se ubicaron en toda la columna de agua; por otro lado el comportamiento de las isothermas indicaría la reactivación de los procesos de afloramiento durante los meses de setiembre y octubre. En diciembre se observó aumento térmico y halino producido por la fuerte incursión de ASS hacia la zona costera, asociada al desarrollo del evento El Niño (Figura 27.14).

## OBJETIVO ESPECÍFICO 28

### VARIABILIDAD ESPACIO TEMPORAL DE LA CIRCULACIÓN MARINA FRENTE A LA COSTA PERUANA

#### 28.1 VARIABILIDAD SUPERFICIAL Y SUBSUPERFICIAL DE LA CIRCULACIÓN MARINA DURANTE EL 2009

Las corrientes marinas en la capa superficial (12-20 m) en febrero – abril, mostraron la convergencia de dos flujos dentro de las 40 mn de costa: (1) un flujo norte-sur de hasta 34 cm/s entre Talara y Punta La Negra asociado a la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC); y (2) otro flujo sur-norte entre Callao y Punta la Negra relacionado a la Corriente Peruana (CP), con velocidad de hasta 29 cm/s frente a Malabrigo. Por fuera de las 70 mn, entre Talara y Callao, se localizó un flujo de norte a sur, más cerca a la costa entre Pucusana y Atico, asociado a la Contra-Corriente Peruano Chilena (CCPCh) con velocidad mayor a 31 cm/s frente a Pimentel (Fig. 28.1).

En junio y julio, la ESCC al norte de los 5°S, muy pegada a la costa, con hasta 39 cm/s frente a Punta Sal, fue debilitándose hacia el sur. Flujos con dirección sur, por fuera de las 30 mn entre Punta La Negra y Pimentel, se acercaron a la costa entre Malabrigo y norte de Chimbote con velocidad menor a 30 cm/s. Flujos hacia el norte dentro de las 20 mn, entre Pimentel y Paita alcanzaron velocidades de hasta 23 cm/s.

En agosto y septiembre, la CP fortalecida se proyectó hacia el norte y nor-oeste hasta los 5°S, amplió su distribución hasta 35 mn de la costa, y presentó muchos remolinos muy pegados a la costa, producto de la incidencia de los vientos sobre la superficie del mar (Fig. 28.2). La ESCC se localizó frente a Talara, dentro de las 20 mn; frente a Punta La Negra,

por fuera de las 40 mn, y al sur de Pimentel dentro de las 10 mn, con hasta 28 cm/s. Flujos por fuera de las 60 mn se presentaron entre Pimentel y Chimbote asociados a la CCPCh, con intensidades entre 1 y 33 cm/s.

A inicios de octubre, la CCP muy pegada a la costa, mostró flujos hacia el norte entre Sama y San Juan de Marcona, dentro de las 25 mn; se proyectó por fuera de las 50 mn entre San Juan de Marcona y Callao, con velocidades hasta de 36 cm/s. Los flujos hacia el sur, próximos a la costa entre Callao y norte de San Juan de Marcona mostraron velocidades de 18 cm/s.

#### 28.2 VARIABILIDAD DE LA EXTENSIÓN SUR DE LA CORRIENTE CROMWELL (ESCC) FRENTE AL PERÚ

La ESCC, durante el 2009 se caracterizó por ubicarse debajo de los 60 m de profundidad, con su eje

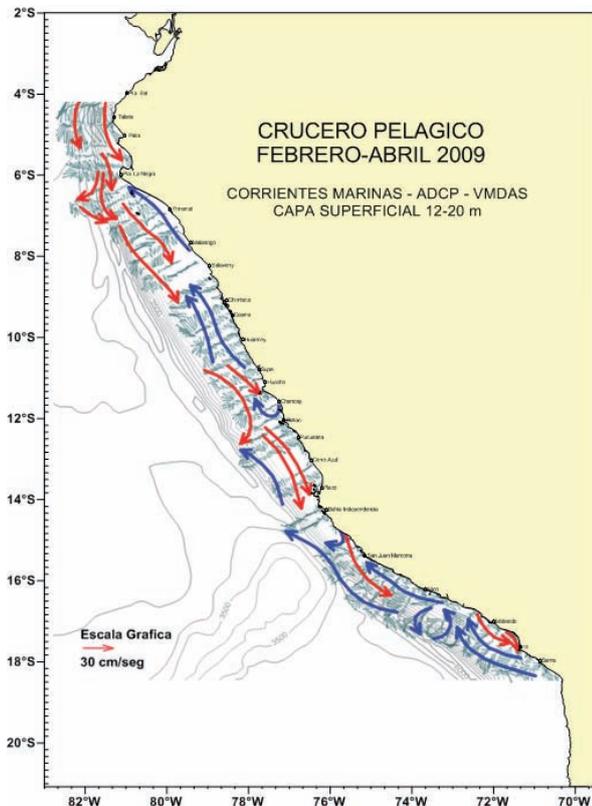


Figura 28.1.- Corrientes marinas superficiales con ADCP. Crucero MPH 0908-09.

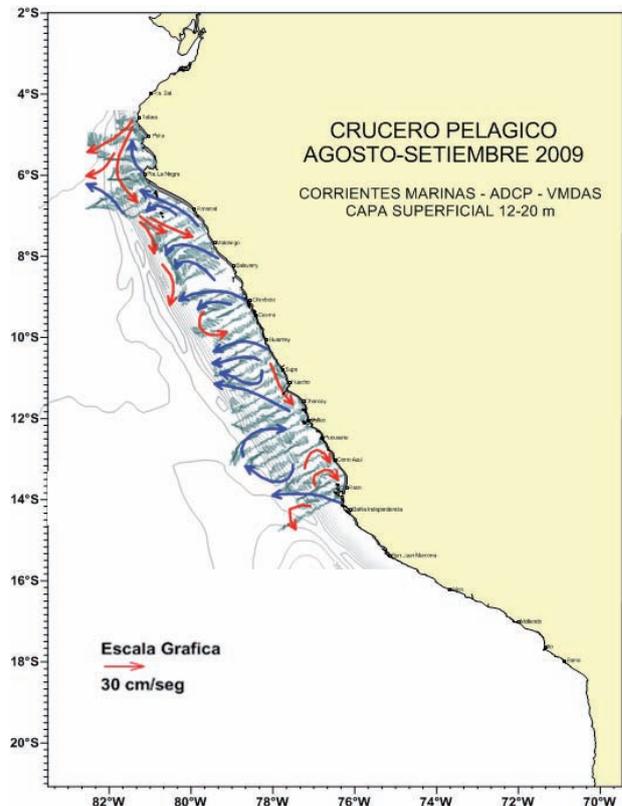


Figura 28.2.- Corrientes marinas superficiales con ADCP. Crucero Pelágico 0902-04.

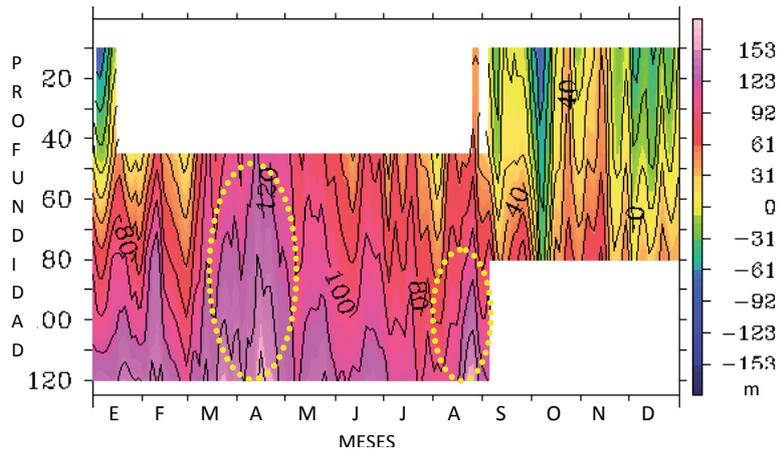


Figura 28.3.- Serie de tiempo de la corriente zonal (u), en la estación TAO/TRITON a los 0°N - 140°W, durante el 2009.

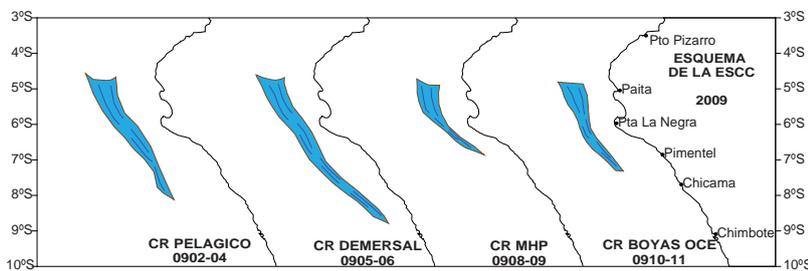


Figura 28.4.- Esquema de la ESCC según cálculos geostroficó, variación estacional frente a la costa peruana durante el 2009.

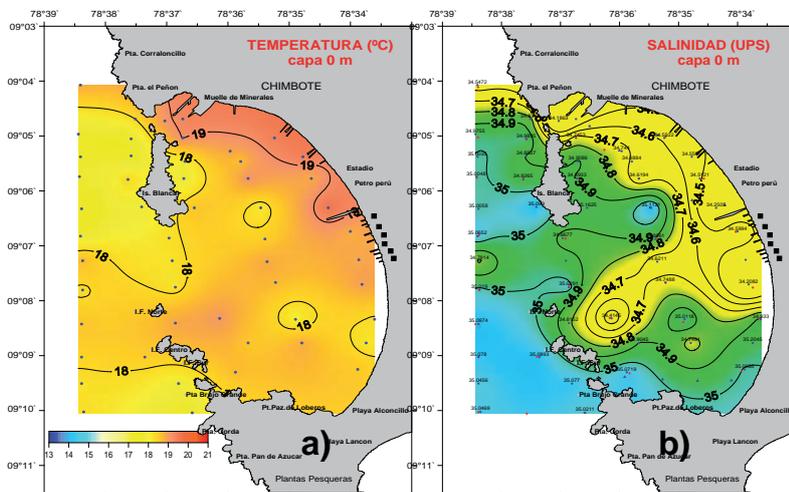


Figura 28.5.- Bahía El Ferrol, Chimbote; a) TSM °C; b) SSM (ups). Julio 2009.

principal entre 80-110 m de profundidad, y velocidades de hasta 160 cm/s. En abril y mayo se registró la mayor intensidad (Fig. 28.3).

Mediante cálculos geostroficó se realizó el esquema de la ESCC frente a la costa peruana durante el 2009 (Fig. 28.4). Se puede apreciar la variabilidad estacional, con

mayor intensidad y proyección latitudinal en otoño, la misma que ha sido visualizada en las mediciones directas de corriente zonal en los arreglos de las boyas del TAO/TRITON. En el verano la ESCC se proyectó hasta Chicama, por fuera de las 50 mn, con una débil intensidad; en invierno e inicios de la primavera, el comportamiento fue

normal con flujos débiles hacia el sur (hasta Pimentel); para fines de primavera (noviembre-diciembre) se observó la reactivación de este flujo sub-superficial.

Las intensidad de la ESCC frente a la costa peruana, está asociada a la profundización de la isoterma de 15 °C, encontrándose las mayores profundidades en otoño, las mismas que fueron corroboradas con las registradas con el correntómetro ADCP.

La Contracorriente Peruana Chilena (CCPC) en su proyección al sur, se localizó por fuera de las 60-70 mn de la costa, alcanzando intensidades mayores de 20 cm/s. El ramal costero o ESCC se localizó dentro de las 50 mn, con intensidad menor a 30 cm/s; en general, esta ESCC fue débil exceptuando los meses de mayo y junio donde presentó su mayor proyección al sur.

### 28.3 PROCESOS EN MICROESCALA

#### Estudio de la hidrodinámica y circulación en la bahía El Ferrol, Chimbote. julio 2009

Durante julio, la TSM varió de 17,1 a 19,5°C (promedio 18,1 °C). Las isotermas >19°C, se hallaron pegadas a la costa en la zona norte de la bahía (dentro de la primera milla náutica); pero las <18,5°C ocuparon casi toda la parte central y exterior de la bahía con algunos núcleos <18 °C (Fig. 28.5a). Estos valores térmicos fueron ligeramente más elevados para el período, que por lo general son 16 y 17 °C. Como es característico, las aguas más frías se encontraron al sur de la bahía, así como frente a islas Ferrol relacionadas con las Aguas Costeras Frías (ACF).

La salinidad superficial del mar (SSM) varió 34,186 a 35,112 ups; fue menor en el interior de la bahía, debido principalmente a la descarga de aguas continentales del río Lacramarca y a los colectores de la zona.

La circulación marina, en la capa integrada de 0 a 20 m de profundidad, presentó flujos que ingresaron por el lado norte de la bocana central (sur de Isla Blanca), estos

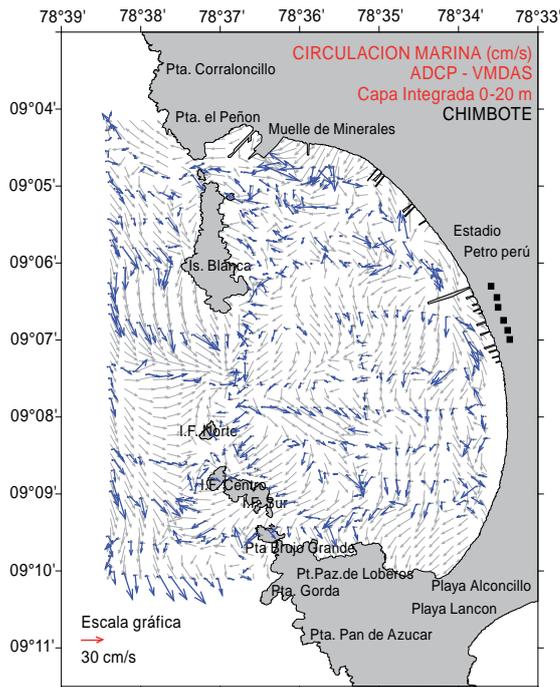


Figura 28.6.- Bahía El Ferrol, Chimbote. Circulación marina en la capa integrada de 0 a 20 metros (cm/s). Julio 2009.

Evaluación de la Calidad del Medio Marino frente a la Zona del Callao (Convenio Imarpe-Sedapal) (14 y 15 de Octubre del 2009)

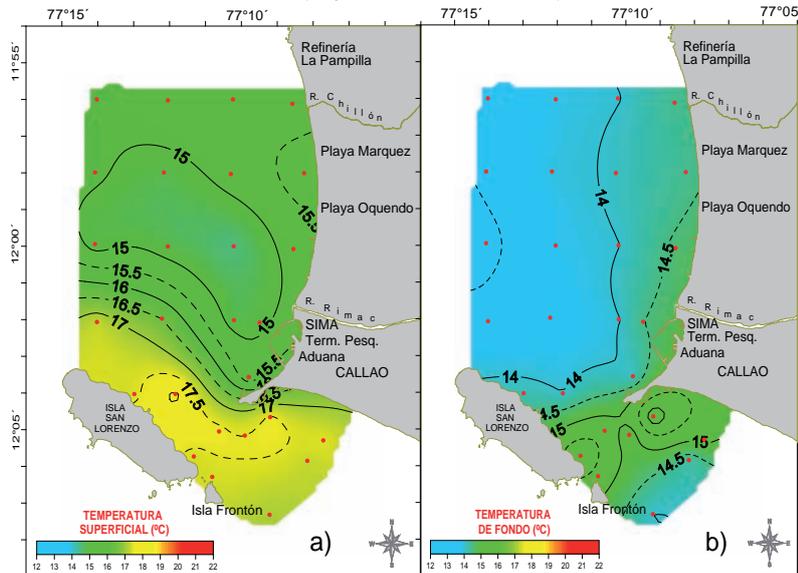


Fig. 28.7.- Bahía del Callao. Distribución de Temperatura (°C) en: a) Superficial y b) capa a 1 m del fondo.

flujos se desplazaron en sentido horario por la parte central y bordes de la bahía, las cuales siguen la configuración de la costa y emigraron por el lado sur de la bahía frente a Isla Ferrol Norte y Centro. Por fuera de la bahía se encontraron flujos que se desplazaron de norte a sur. Las intensidades variaron de 3,7 a 27,3 cm/s

(Fig. 28.6). Los flujos de mayor velocidad estuvieron situados en el exterior de la bahía.

### Hidrodinámica y circulación marina en la bahía del Callao. Octubre 2009

La distribución térmica estuvo acorde con la estación de primavera con rango de 14,5 a 18,1 °C,

Se observó distribución homogénea con valores <math>< 15\text{ }^\circ\text{C}</math>. Valores >math>> 17\text{ }^\circ\text{C}</math> se presentaron en el extremo sur de la zona evaluada (próximos a la Isla San Lorenzo y La Punta), así mismo los valores próximos a 18°C se situaron en la zona norte de la Bahía Miraflores (Fig. 28.7a). El área evaluada presentó condiciones próximas a lo normal, con anomalías de -0,7 y +0,1°C respecto a los promedio histórico (según Zuta, 1970).

La salinidad en la superficie varió entre 33,981 y 35,158 ups, promedio 35,006 ups. Predominaron aguas de mezcla de muy baja salinidad en casi toda la zona adyacente a los ríos Rímac y Chillón, principalmente entre las playas Márquez y Oquendo, asociadas a las descargas continentales (ríos y colectores). Es notable la alteración que genera la descarga del colector Taboada, pues en este periodo, las descargas de los ríos Rímac y Chillón fueron mínimas; ya que incrementan sus descargas en verano. La mayor salinidad (>math>> 35,0</math> ups) se ubicó por fuera de los 4 km, asociados a aguas costeras frías (ACF).

La circulación marina en superficie fue de moderado a fuerte (2,1 a 37,5 cm/s), con tendencia predominante hacia el suroeste (SW) y oeste (W) tendiendo a alejarse de la costa, principalmente por fuera de los 4 km, realizando ligeros giros ciclónicos, mientras que los flujos de la zona costera muestran dirección irregular, de menor intensidad a las registradas en la zona central. En la bahía de Miraflores los flujos tienden a circular en función a la configuración de la costa, bifurcándose próximo a la Punta, con flujos hacia el interior de la bahía del Callao, y otra porción realiza movimientos anticiclónicos (Fig. 28.8a).

En la capa subsuperficial de 20 m de profundidad, se presentaron flujos con intensidades de 3,2 a 31,7 cm/s y un promedio 14,2 cm/s. En general, los flujos más intensos ocurrieron en los extremos norte y central de la zona evaluada; y en la zona sur, los de menor intensidad.

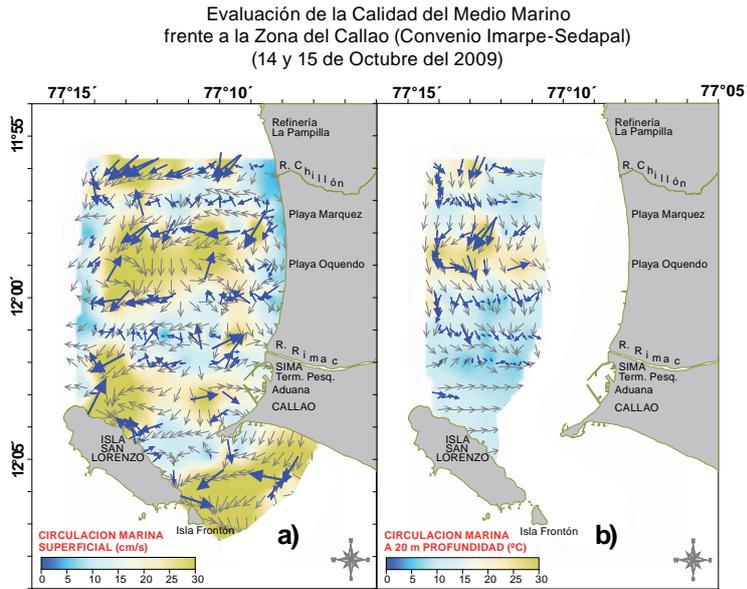


Figura 28.8.- Bahía del Callao. Distribución de Corrientes marinas (cm/s) en: a) Superficial, y b) Capa a 20 m de profundidad. 2009.

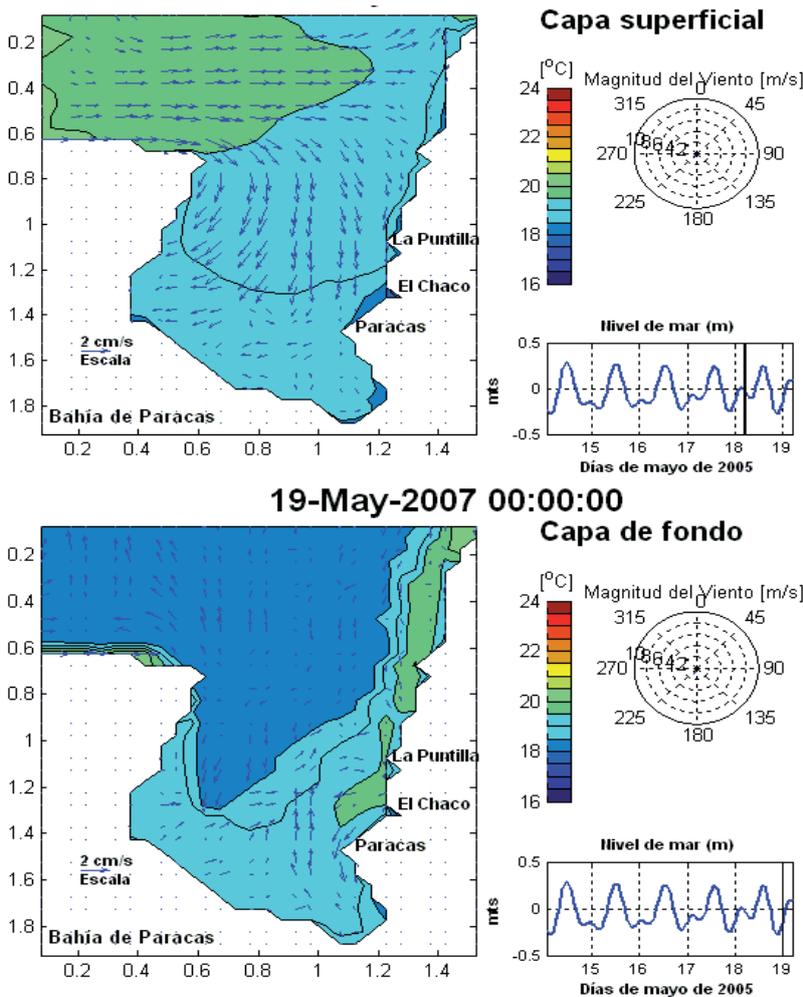


Figura 28.9.-- Velocidad de las corrientes marinas en la Bahía de Paracas, capa de superficie y de fondos, para el día 16 de mayo 2009 a las 9:00 h.

La dirección de los flujos presentó tendencia hacia el interior de la bahía del Callao, por el extremo norte de la isla San Lorenzo, así como en la zona norte estos flujos estarían realizando movimientos ciclónicos (Fig. 28.8b).

**Simulación de la Hidrodinámica en la bahía de Paracas, Perú (Octubre 2009)**

Se analizó la influencia espacial y temporal de los forzantes físicos en la hidrodinámica de la bahía de Paracas, usando data de campo y el modelo ELCOM 3D (Estuary and Lake Computer Model). Para implementar y validar el modelo, se realizaron mediciones oceanográficas, de donde se obtuvo la batimetría de alta resolución y datos hidrográficos. Se presentan simulaciones numéricas para diferentes escenarios de la distribución de temperatura y las corrientes marinas. Las simulaciones numéricas muestran que la variación del nivel del mar es el forzante de la circulación superficial para vientos débiles; el viento superior a 4 m/s, fue el principal forzante que controla la dinámica del sistema relacionado con las corrientes marinas. Durante la bajamar, la dirección de la corriente superficial fue hacia adentro de la bahía por la boca de conexión y viceversa durante la pleamar (Fig. 28.9).

Para velocidades de viento superiores a 4 m/s, la dirección de las corrientes siguió la dirección del viento. La estructura vertical de temperatura presentó gradientes pronunciados por lo que la estratificación observada es debido a la temperatura. Este resultado indica que debido a la advección del sistema las temperaturas bajas ingresan por el fondo y parte este e inundan la bahía modificando la mezcla y estratificación. El viento y la marea compiten por mezclar el sistema. El viento débil (menor de 4 m/s), mantiene una capa de mezcla en la superficie y restringe la estratificación al fondo. La marea influye durante las pleamares y bajamares en la estratificación del fondo a la superficie.

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN II. 2

### INVESTIGACIONES EN CLIMA, BIOGEOQUÍMICA Y COMUNIDADES ACUÁTICAS

#### OBJETIVO ESPECÍFICO 29

#### VARIABILIDAD INTERANUAL Y DECADAL DE LAS CONDICIONES BIOGEOQUÍMICAS EN EL MAR PERUANO

En esta meta científica se investigan los diferentes regímenes de variabilidad temporal (estacional, interanual y decadal), las tendencias a largo plazo de las condiciones biogeoquímicas (nutrientes, oxígeno disuelto, pH y clorofila-a en la superficie del mar y en la columna de agua) y de la zona de mínima de oxígeno (ZMO) en el Sistema de Surgencias de la Corriente Peruana de norte a sur, especialmente frente a Callao (12°S).

#### CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN LA ESTACIÓN FIJA CALLAO

Durante el año 2009, al igual que en el 2008, las condiciones oceanográficas fueron influenciadas por las perturbaciones atmosféricas y la propagación de ondas Kelvin.

A inicios del año, se observó una moderada proyección de las Aguas Ecuatoriales (AES) hasta los 6°S; y, hacia el sur, la aproximación de aguas oceánicas (ASS),

registrándose anomalías térmicas (ATSM) positivas al sur de los 15°S. Los núcleos de afloramiento de aguas costeras frías (ACF) quedaron restringidos a la zona costera, como se observó en la estación fija frente a Callao (EFC 12°S). En efecto, frente a Callao en marzo las características hidroquímicas fueron propias del verano, con una alta productividad y valores elevados de oxígeno en la superficie (Fig. 29.1). En mayo-julio (otoño-invierno) se registraron altas temperaturas (>19 °C), superior a las esperadas y por su parte las concentraciones de oxígeno fueron igualmente mayores a las que caracterizan ese período (>5 mL/L, Fig. 29.1a) asociado a la profundización de la ZMO. Estas condiciones se explican por el impacto de ondas Kelvin y el acercamiento a la costa de aguas oceánicas (ASS), lo cual enmascaró el período activo de surgencia; condición similar a la observada durante el invierno 2008. En agosto, se restablecieron las condiciones frías frente al Callao (<17 °C), registrándose además una baja salinidad y bajas concentraciones de oxígeno (3-4 mL/L) indicando la normalización en las condiciones. Es importante destacar que durante el 2009, las condiciones típicas de invierno, con afloramiento intenso y mezcla en la columna de agua sólo se observaron en agosto. En primavera, nuevamente las condiciones oceanográficas fueron anómalas por el arribo de una nueva onda Kelvin en el mes de septiembre. Sin embargo posterior a este evento las condiciones oceanográficas frente a Callao y en general frente a la costa peruana tendieron rápidamente a la normalización. Así, entre octubre y noviembre, frente a Callao se observaron concentraciones de oxígeno y pH características de una surgencia moderada. Finalmente, en diciembre, la llegada de una nueva onda Kelvin y la aproxima-

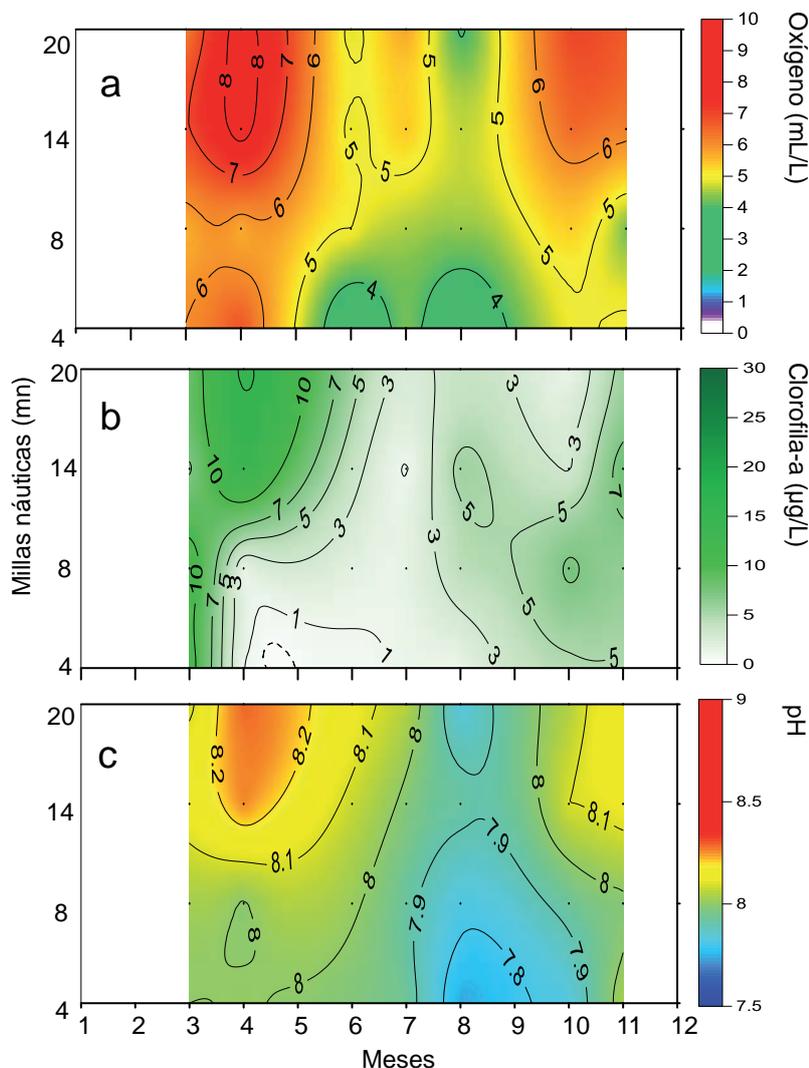


Figura 29.1.- Estación fija del Callao, año 2009. Serie mensual superficial (a) oxígeno (mL/L), (b) Clorofila ( $\mu\text{g/L}$ ) y (c) Potencial Hidronio (pH).

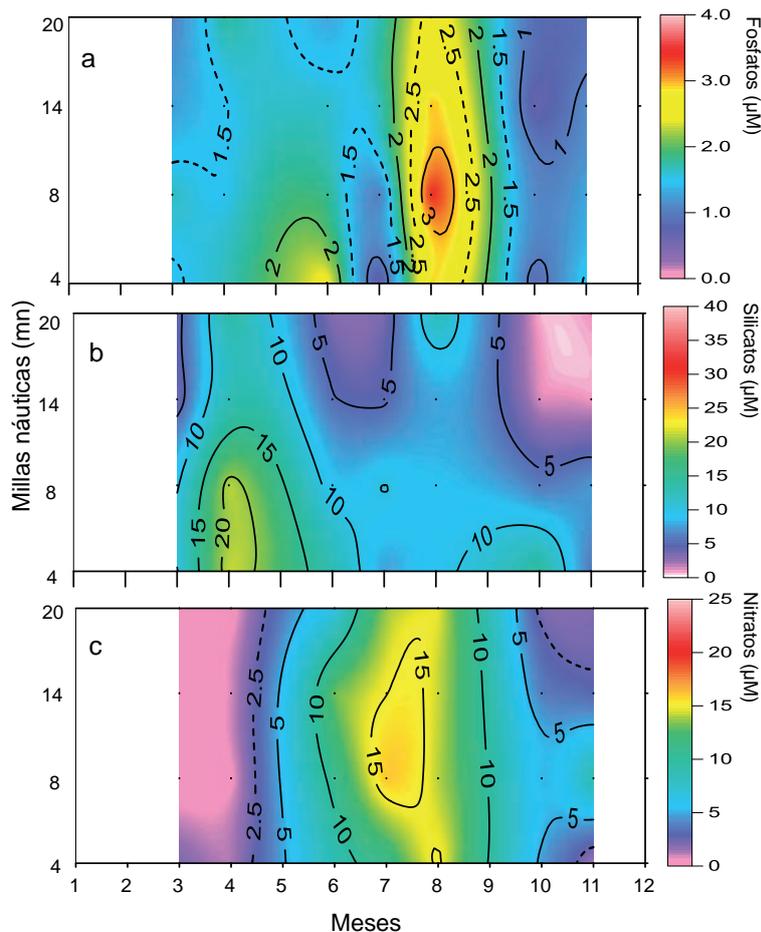


Figura 29.2.- Serie mensual superficial de (a) fosfatos, (b) silicatos y (c) nitratos, durante el año 2009.

ción de aguas oceánicas (ASS) a la costa central del Perú profundizó significativamente la ZMO (>100 m, Fig. 29.2), dominando en la columna de agua altas concentraciones de oxígeno que se reflejan en los altos valores superficiales.

Las concentraciones superficiales de clorofila-a se mantuvieron altas durante todo el año, tanto cerca como lejos de la costa (Fig. 29.1b). El impacto de las ondas Kelvin y el debilitamiento del afloramiento durante el invierno, produje-

ron una mayor estratificación en la columna de agua favoreciendo la actividad fitoplanctónica. Las mayores concentraciones de clorofila-a se registraron entre fines de verano-comienzos de otoño (10,0 µg/L), coincidiendo con altos valores de pH superficial (>8,2, Fig. 29.1c), particularmente en las estaciones más alejadas de la costa. Bajas concentraciones solamente se observaron en las estaciones más costeras entre mayo y julio (< 1,0 µg/L). Estas estaciones costeras se caracterizaron además por un valor de pH inferior a 7,9, indicando la distribución muy costera de las aguas de afloramiento.

La distribución y concentración de nutrientes superficiales también indicaron las perturbaciones oceanográficas observadas (Figura 29.2). Los fosfatos y nitratos alcanzaron los máximos valores en agosto, mayores a 3,0 µM y 10,0 µM respectivamente (Figura 29.2a y 29.2c), coincidiendo con la tardía reactivación del afloramiento de las aguas costeras frías. Los mayores valores de silicatos se observaron a fines del verano-otoño, >20,0 µM en las estaciones cercanas a la costa, los cuales disminuyeron mar afuera por incremento de la productividad (Figura 29.2b). Estas altas concentraciones podrían reflejar además del aporte de altos nutrientes por la surgencia, la intensa remineralización que ocurre en la plataforma siendo este un aporte significativo para las floraciones fitoplanctónicas.

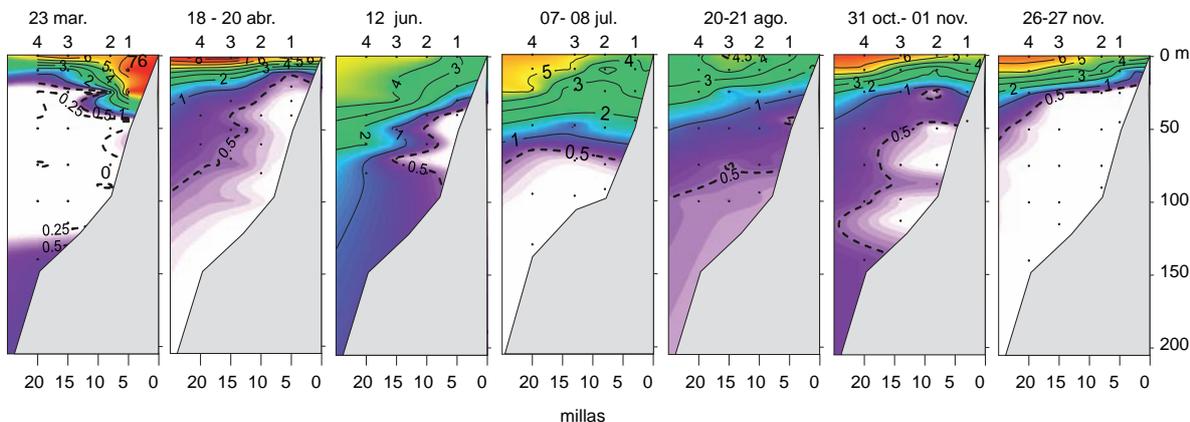


Figura 29.3.- Variabilidad estacional de la distribución vertical de oxígeno (mL/L) frente a Callao, 2009.

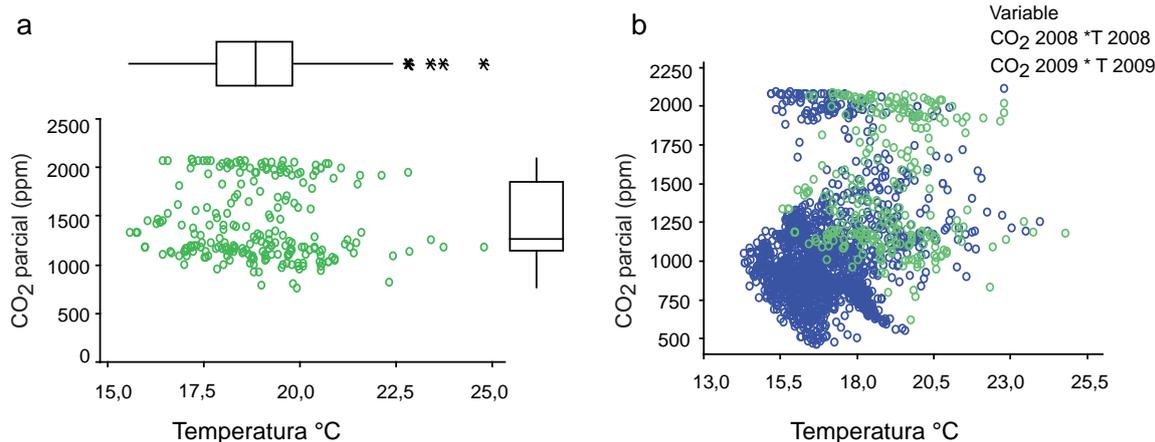


Figura 29.4.- Datos de temperatura (°C) y CO<sub>2</sub> parcial (ppm) colectados durante: a) enero 2009; b) comparación entre 2008 y 2009.

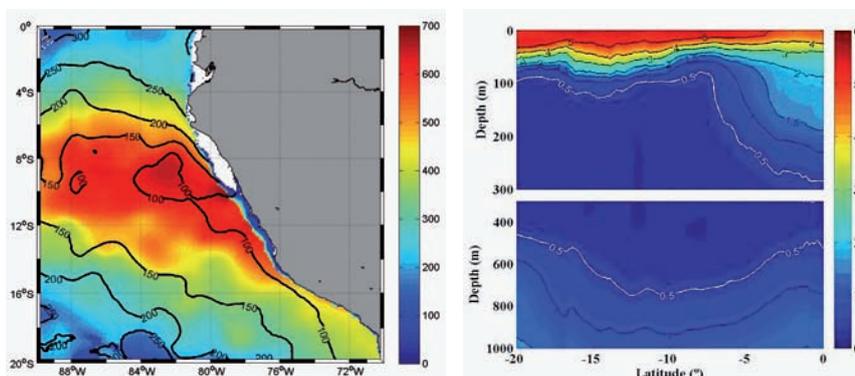


Figura 29.5.- Distribución promedio de la profundidad y extensión de la ZMO frente al Perú y perfil vertical latitudinal de la concentración de oxígeno disuelto (mL/L).

La distribución vertical del oxígeno disuelto y la zona de mínimo de oxígeno (ZMO) frente a Callao (Figura 29.3) tuvieron una importante variabilidad espacial y temporal durante el 2009. En las estaciones cercanas a la costa (5 mn), en marzo la columna de agua estuvo dominada por una alta concentración de oxígeno, profundizándose la ZMO localizándose en la zona costera su borde superior por debajo de los 50 m. A partir de abril y durante mayo en las estaciones costeras se observó una ZMO somera desde los 15 m, que coincidió con el desarrollo de un núcleo de alta productividad. Durante el invierno, y por influencia de la llegada de ondas Kelvin y la aproximación a la costa de las ASS, la ZMO se profundizó, lo cual se observó particularmente en el mes de julio. En

agosto los valores de oxígeno en la columna de agua fueron predominantemente bajos en la zona costera (<3,0 mL/L), incrementándose mar adentro por la misma presencia de aguas oceánicas. A partir de septiembre con la reactivación del afloramiento se intensificó la ZMO y se incrementaron los valores de oxígeno superficiales asociados al núcleo de productividad observado mar adentro.

#### VARIABILIDAD DEL CO<sub>2</sub> PARCIAL EN LA BOYA RACÓN

En el verano 2009, los valores de CO<sub>2</sub> parcial en la superficie del mar fueron significativamente mayores que el valor promedio de CO<sub>2</sub> parcial atmosférico (380 ppm). El valor promedio fue de 1192,3 ppm (Fig. 29.4), significativamente menor que los valores de enero 2008 (hasta 2100 ppm), lo que se asoció

con temperaturas menores, que indicaría una condición más intensa de afloramiento, posiblemente una menor incorporación por parte del fitoplancton y un mayor aporte hacia la atmósfera.

El valor promedio anual de CO<sub>2</sub> parcial obtenido entre los años 2006 y 2009 fue superior al promedio de CO<sub>2</sub> parcial atmosférico (380 ppm) e indicó claramente que Callao se comporta como una importante fuente de CO<sub>2</sub> atmosférica. Esto coincide con trabajos previos que indican que el 74% de los valores de CO<sub>2</sub> parcial medido en forma continua durante cruceros entre el año 2004 y octubre 2006, corresponden a valores mayores a 100 ppm por encima del CO<sub>2</sub> parcial atmosférico.

#### CLIMATOLOGÍA DE ALTA RESOLUCIÓN DE OXÍGENO

Durante 2009, se elaboró la climatología oceanográfica de alta resolución espacio-temporal para el oxígeno frente a Perú, a partir de la base histórica de datos de IMARPE (1922-2009) y del WOA 2005. Entre los productos obtenidos están los mapas superficiales y subsuperficiales del valor promedio mensual y anual de oxígeno disuelto (mL/L), que permiten observar la dinámica estacional e interanual del oxígeno en relación a los cambios de masas de agua existentes y la variabilidad climática. Igualmente se han obtenido mapas de la distribución vertical de la ZMO y perfiles

verticales con la distribución de oxígeno a diferentes latitudes, identificándose un mayor espesor de la ZMO frente a los 11-12°S, la cual se adelgaza hacia el sur y se manifiesta significativamente más profunda al norte de los 5°S (Fig.

29.5). Esta información caracterizará mejor las masas de agua y permitirá comprender la distribución y abundancia de los recursos, los cuales están fuertemente influenciados por la variabilidad ambiental y en particular por la

Zona de Mínimo de Oxígeno. Se espera obtener las climatologías de todas las variables químicas e igualmente profundizar aspectos como la variabilidad estacional, interanual y multidecadal a través de esta información.

## OBJETIVO ESPECÍFICO 30

### INVESTIGACIONES PALEOCEANOGRÁFICAS EN EL MARGEN CONTINENTAL

El año 2009 las investigaciones paleoceanográficas en el margen continental (PALEOMAP), asumen el desafío de reconstruir las condiciones pasadas del océano y del clima hasta el último máximo glacial (aproximadamente 22.000 años), el cual se irá desarrollando en los próximos años en conjunto con el IRD. Las investigaciones de orden interdisciplinario con participación de otras líneas de investigación que sinérgicamente contribuyen en este tema, han permitido alcanzar el presente año nuevos conocimientos de la Paleoceanografía del ecosistema de la Corriente de Humboldt publicados en informes, ponencias y revistas indizadas.

Las actividades de levantamiento de información, de data y metadata de datos biogénicos (diatomeas, escamas) de testigos de sedimentos, colectados en el margen continental en el marco del proyecto

PALEOPECES desde el año 2003, han permitido desarrollar una fortaleza que favorecerá posteriores actividades de reinterpretación. En este sentido, el procesamiento e interpretación de datos del contenido inorgánico de testigos analizados, se ha realizado como parte de una estadía científica en Brasil de un investigador de IMARPE, en cooperación con IRD. Se ha obtenido avances en el estudio de las fuentes y modos de transporte del continente al océano, en los últimos 200 años, con interesantes implicancias paleoclimáticas, sobre variación de la intensidad del viento que es agente forzante del afloramiento. Estas interpretaciones constituyen un aporte importante para las actividades de calibración. En los análisis de muestras de archivo de los cruceros GALATHEA 3 (danés) y METEOR (alemán), intervinieron tesisistas provenientes de universidades peruanas.

En experimentos anteriores para calibración del microcrecimiento de moluscos, se realizaron estudios microscópicos y captura de imágenes de las líneas de crecimiento en conchas del bivalvo *Trachycardium procerum*, provenientes de Parachique y Lagunillas.

Para cartografía del fondo marino se empleó información del banco de datos geológicos y de las actividades de seguimiento de pesquerías y evaluación de recursos pesqueros de la Dirección de Investigaciones en Pesca y Desarrollo Tecnológico y del Convenio IMARPE con la Secretaría General del Mar de España. Con el crucero Cartografía Geológica del Banco de Máncora, a bordo del barco español BO MIGUEL OLIVER, entre 3 y 4°S, se conocieron mejor las características morfológicas y sedimentológicas y los contenidos geoquímicos en la zona norte.

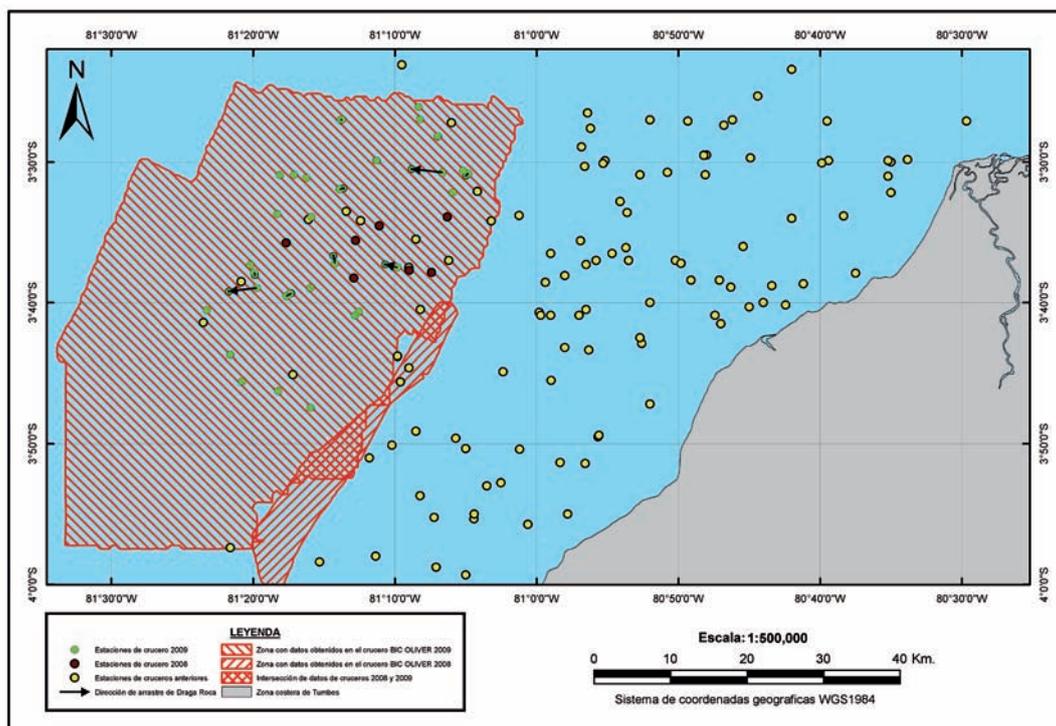


Figura 30.1.- Mapa de la distribución de estaciones de muestreo del fondo marino provenientes de cruceros nacionales e internacionales y cobertura de estudios batimétricos frente a un sector de la costa norte del Perú.

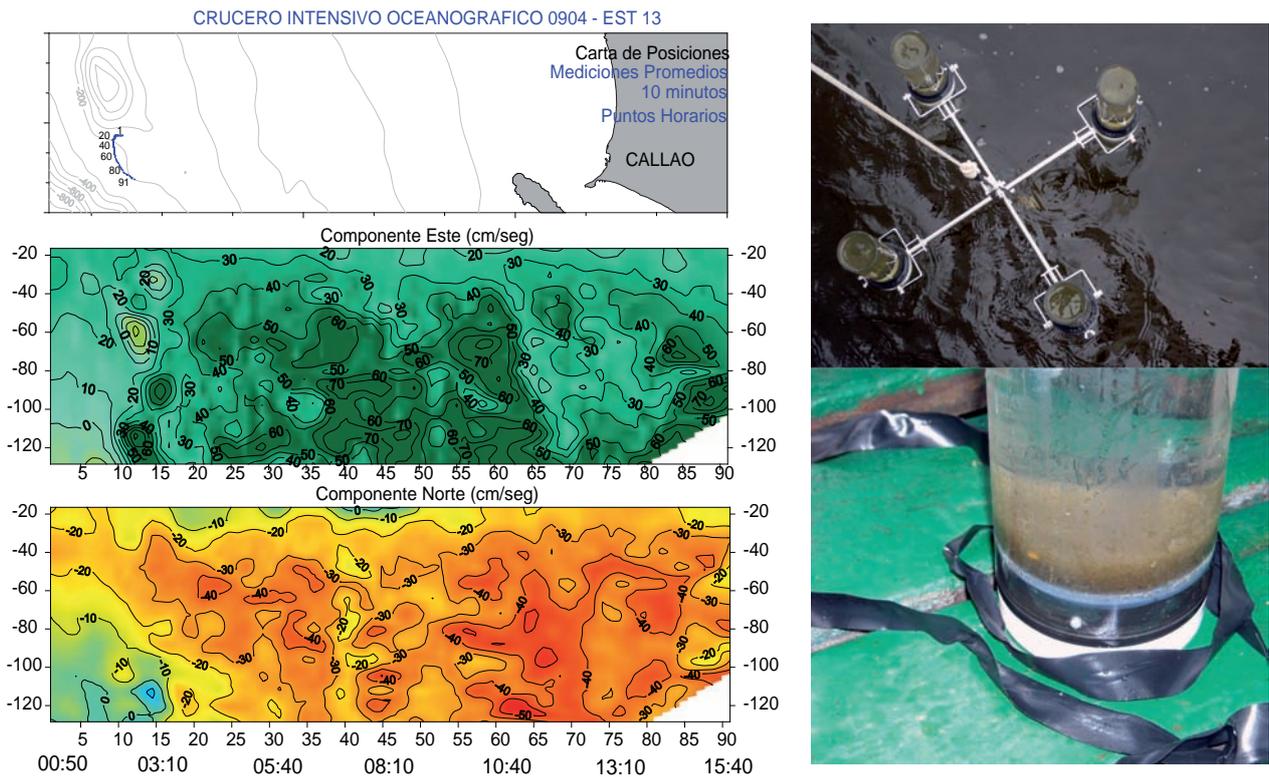


Figura 30. 2.- Serie de tiempo de intensidades de corrientes. Experimento de trampas de sedimentos. Crucero CRI0 0904.

En el 2009 las investigaciones paleoceanográficas se han centrado en tres zonas:

**La primera zona** es un sector frente a la costa norte, que contiene los depósitos holocénicos asociados a la cuenca de Tumbes. Aquí, el Banco de Máncora juega un rol importante en la sedimentación del área durante el Holoceno (Fig. 30.1). Los estudios durante el 2009 han identificado zonas adicionales a las ya exploradas y muestreadas por instituciones extranjeras, en el sector centro-oeste, sur-oeste y sur-este del banco. Ellas podrían ser prospectadas por el IMARPE, para ampliar el conocimiento de la evolución paleoceanográfica y paleoclimática de este sector norte del Perú, muy influenciado por los eventos El Niño.

**La segunda zona** es un sector frente a la costa central, el área de la plataforma continental interna frente al Callao y la zona continental de Otuma (Pisco). Aquí, como resultado de la operación de mar “Experimentación con organismos vivos en la zona de Lagunillas y moluscos fósiles

en Otuma (Pisco), para calibrar señales paleoceanográficas”, se determinó una zona propicia para estudios paleoceanográficos ubicando registros arqueológicos y geológicos, a fin de evaluar su potencialidad en la reconstrucción paleoceanográfica y paleoecológica.

#### OPERACIONES DE MAR

Las operaciones de mar programadas este año, fueron precedidas de una plataforma de investigación proporcionada sinérgicamente a través del Crucero CRI0 0904, para realizar estudios en la plataforma continental externa frente a Callao (donde se proyectaba instalar el arreglo de trampa de sedimentos automática), colectándose muestras de trampas de sedimentos e información de corrientes (Fig. 30.2). Se realizaron tres operaciones de mar. Dos de ellas, frente al Callao, a bordo de la embarcación IMARPE VII, para calibraciones paleoceanográficas con procesos sedimentológicos actuales en ambiente de plataforma continental interna (Operación PA-

LEOMAP 0907 y Operación Conjunta en la Estación Fija Callao 0911). La tercera operación en la zona de Otuma, Pisco, fue para determinar depósitos arqueológicos y/o marinos con registros de organismos modernos; estuvo relacionada a la búsqueda de depósitos de conchas.

**Las operaciones de PALEOMAP.-** Se realizaron en la plataforma interna frente al Callao. La instalación y recuperación de trampas de sedimento permitió determinar flujos de material particulado, con 23,42% de materia orgánica frente a la zona del cabezo norte de la isla San Lorenzo a 70 m de profundidad; y de 42,96% frente a Oquendo a 41 m de profundidad (Fig. 30.3). Se encuentra en proceso el trámite para la reparación, calibración y prueba del liberador acústico, a través de una cesión en uso al IRD.

**Las operaciones en la zona de Otuma, Pisco.-** La Paleolaguna de Otuma presenta características geomorfológicas y contiene suficiente material geológico, sobre

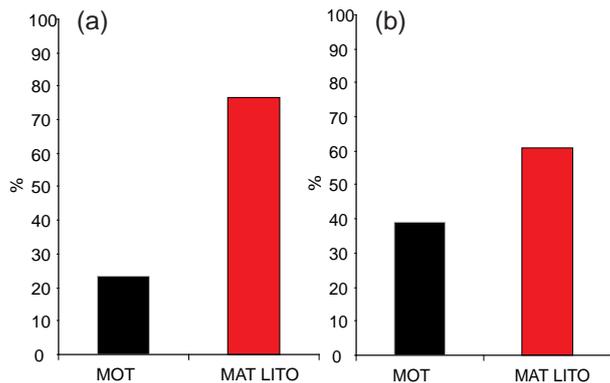


Figura 30.3.- Contenido de materia orgánica (negro) e inorgánica (rojo) en trampas de sedimentos: (a) Plataforma interna frente a Callao, Cabezo norte San Lorenzo, 65 m de profundidad (PALEOMAP 0907); (b) Plataforma externa frente a Callao, 45 m de profundidad (CRIO 0904).



Figura 30.4.- (a) Concha navaja; (b) concha de abanico en posición de vida, halladas sobre el sedimento de terraza marina de la Paleolaguna de Otuma, Pisco.

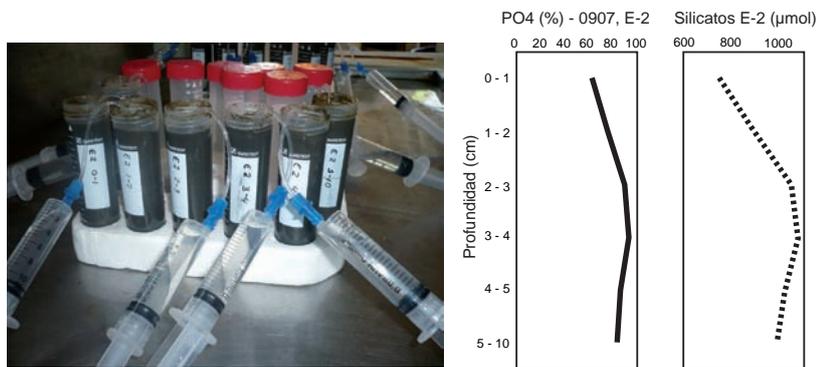


Figura 30.5.- Colecta de agua intersticial en un testigo de sedimentos y resultados. Cr. PALEOMAP 0907.

todo conchillas de moluscos, en un estado de conservación adecuado para el estudio, interpretación y reconstrucción de condiciones paleoceanográficas y paleoecológicas de la costa de Paracas en el Holoceno tardío (Fig. 30.4).

**Análisis geoquímicos.-** Se realizaron análisis geoquímicos de mues-

tras de agua intersticial de dos testigos de sedimento (E-1 y E-2) de la operación PALEOMAP 0907. Los fosfatos y silicatos hallados en el agua intersticial de los testigos, muestran tendencia de incremento con la profundidad hasta los 5 cm, luego tienden ambos a decrecer ligeramente (Figura 30.5).

### TRANSFERENCIA CIENTÍFICO-TÉCNICA

A través de estudios sedimentológicos se contribuyó en los objetivos de investigación de la Dirección de Investigaciones en Acuicultura, Gestión Costera y Aguas Continentales (DIAGCAC) y de la sede IMARPE Puno, para: (1) determinar el potencial acuícola del Lago Titicaca; (2) evaluar el impacto de la Truchicultura, (3) el sedimento del Lago Titicaca.

Se participó en la Evaluación Ambiental de Huacho (0904), en los convenios IMARPE - SEDAPAL e IMARPE - SHOUANG) y capacitación del personal de la sede IMARPE Pisco en técnicas de análisis sedimentológicos y geoquímicos.

A solicitud del PRODUCE y por invitación de la Universidad de Brown (EE.UU) al IMARPE a participar en el *Cruce de Investigación Paleoceanográfica y Paleoclimática 195- Leg 5*, un investigador participó como observador a bordo del R/V KNORR, buque que colectó información geológica y muestras entre la plataforma de las islas Galápagos y el margen continental peruano, acciones relevantes para los objetivos de investigación del IMARPE.

Conjuntamente con las unidades Hidroquímica, Gestión Marino Costera y en colaboración del IRD-Brasil, se elaboró un proyecto ante PRODUCE para estudios de condiciones previas al dragado de sedimentos en la Bahía El Ferrol (Chimbote). También se organizó y desarrolló el Seminario-Taller "El buceo científico en el IMARPE" con participación de la sede central, laboratorios costeros, IRD y universidades.

Se realizó un curso interno de *Bioestadística aplicado al análisis de datos de sedimentos*, y uno de *Entrenamiento en técnicas de descripción de muestras geológicas*, ambos dirigidos a los tesisistas del Proyecto MIX-PALEO (Geología Marina y Bentos).

Se realizó una serie de protocolos y nuevos procedimientos, tales como:

- Preparación y procesamiento de muestras para escleroclimatología en moluscos;

- Determinación del contenido de materia orgánica total por el método de Ignición (PROT-1- MOT);

- Determinación de carbono orgánico total por el método de titula-

ción por retroceso en sedimentos marinos (PROT-COT-1).

- Se elaboró y presentó para su corrección el *Protocolo de muestreo de sedimentos superficiales con draga Van Veen*.

- Actualmente se encuentra en implementación la metodología del

ataque ácido de la materia orgánica de sedimentos y de montaje en láminas para análisis petrográfico, a través de la estadía de una tesis-ta en la Universidad Fluminense de Niteroi (Brasil) en el marco del proyecto MIXPALEO.

## OBJETIVO ESPECÍFICO 31

### INTERACCIÓN DE LA ZONA MÍNIMA DE OXÍGENO, SEDIMENTACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO Y PROCESOS BENTÓNICOS

Durante 2009 la dinámica de la circulación subsuperficial tendió a oxigenar el subsistema béntico, particularmente en el período otoño-invierno. En comparación con años pasados, durante los meses de mayor productividad del ciclo anual (verano), se apreció una reducción del flujo de materia orgánica de origen fitoplanctónico hacia los sedimentos. Por lo

tanto, hubo menores diferencias entre invierno y verano en el flujo de materia orgánica fresca hacia los sedimentos, y también en la biomasa de bacterias heterótrofas en la interfase agua-sedimento. La relajación de la disoxia durante el otoño-invierno provocó un aumento en la abundancia y en la diversidad macrofaunal a profundidades someras (<100 m) frente

al Callao, así como una reducción de la biomasa de *Thioploca*. Sobre la plataforma norte, la profundización de la zona de mínima de oxígeno permitió el desarrollo de densas comunidades macrofaunales entre los 6 y 7°S. La meiofauna metazoaria continuó mostrando una tendencia decreciente en abundancia y biomasa en relación a los últimos años, y asimismo exhibió menor dominancia de nematodos, lo cual es consistente con una disminución de la disponibilidad de materia orgánica y de condiciones menos reductoras en el sedimento. Estos resultados, junto a primeros análisis de la comunidad de foraminíferos bentónicos, ofrecen un potencial promisorio en la generación de indicadores biológicos de la calidad del hábitat bentónico, involucrando el régimen de oxígeno y las condiciones geoquímicas de los sedimentos superficiales.

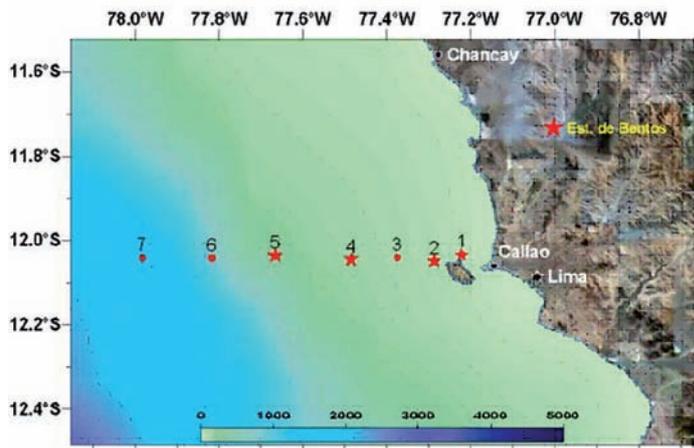


Figura 31.1. - Área de estudio del Proyecto "Interacción de la ZMO con la sedimentación de carbono orgánico y procesos bentónicos". Las estaciones de bentos están señaladas con estrellas.

**Áreas de estudio.**- Frente a Callao (12°S) se monitoreó bimestralmente una línea oceanográfica de 7 estaciones, hasta las 50 millas (Fig. 31.1).

**Distribución climatológica del oxígeno sobre el fondo.**- La Figura 31.2 muestra la distribución promedio del oxígeno de fondo, así como de los datos utilizados para las interpolaciones.

**Distribución espacial y temporal de la macrofauna y clorofila-a en sedimentos de la plataforma continental con relación a la ZMO.**-

Durante el Crucero de Evaluación de Recursos Demersales 2009-06 se colectó muestras de macrobentos en 40 estaciones, distribuidas entre los 3°28' y 8°07'S y en una profundidad de 37 a 332 metros. En general, la plataforma continental se encontró por encima de la posición de la ZMO (<0,5ml.L<sup>-1</sup>). La distribución latitudinal de Clorofila-a en sedimentos superficiales mostró valores relativamente altos al sur y frente a Chérrepe y Chicama (entre 10 y 22 µg.g<sup>-1</sup>

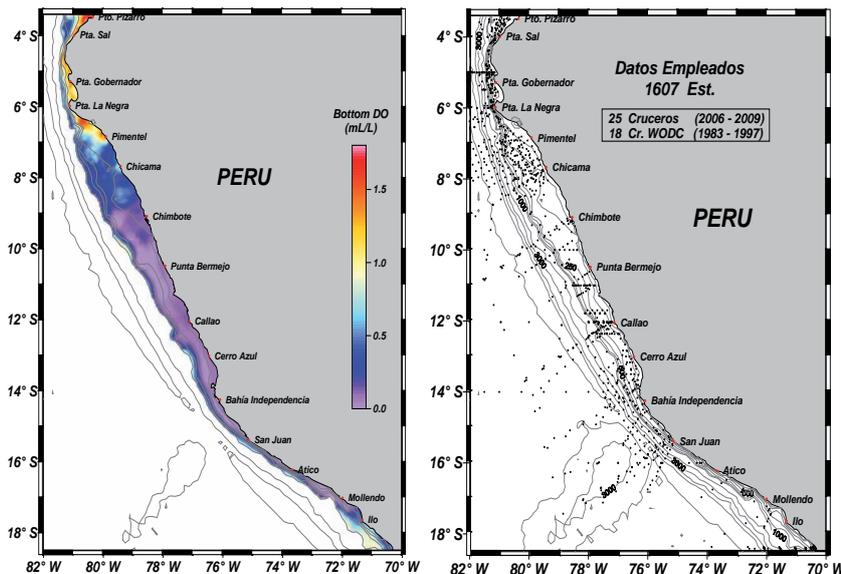


Figura 31.2.- a) Mapa promedio de distribución del oxígeno sobre el fondo frente al Perú, basado en mediciones de CTDO de alta precisión; b) estaciones utilizadas en la interpolación entre 900 y 1110m.

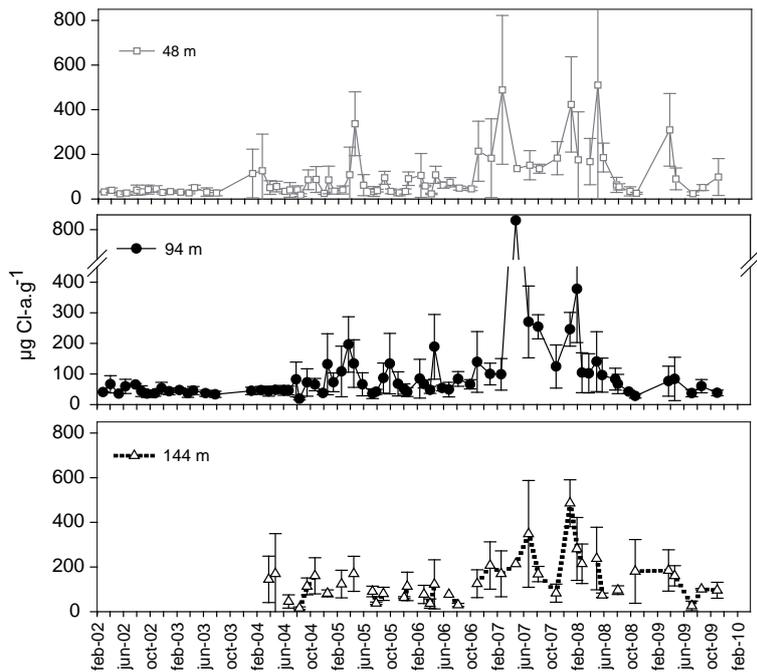


Figura 31.3.- Variación del contenido de clorofila-a ( $\mu\text{g Cl-a.g}^{-1}$ ) en el primer centímetro del sedimento superficial a diferentes profundidades frente a Callao (2002- 2009)

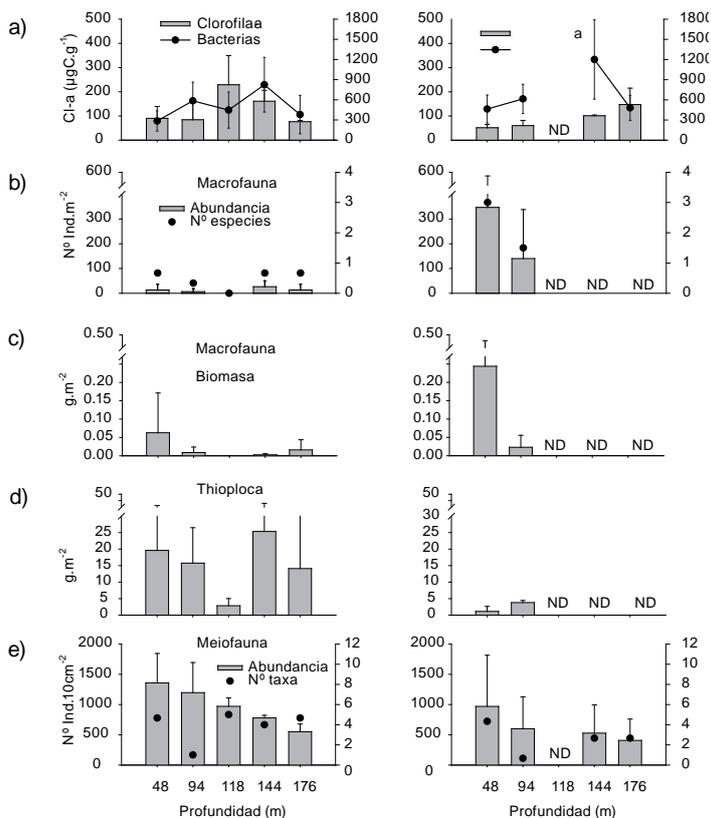


Figura 31.4.- Variación espacial de parámetros sedimentológicos y comunitarios del bentos frente a Callao en abril y agosto de 2009 en la capa superficial del sedimento, a) Clorofila-a ( $\mu\text{g Cl-a.g}^{-1}$ ) y bacterias ( $\mu\text{g C.cm}^{-3}$ ) en la superficie del sedimento (capa floculenta); b) densidad ( $\text{ind.m}^{-2}$ ) y riqueza de especies de macrofauna ( $n^{\circ}\text{spp.0,05m}^{-2}$ ); c) biomasa húmeda de macrofauna ( $\text{g.m}^{-2}$ ); d) biomasa húmeda de *Thioploca* spp. ( $\text{g.m}^{-2}$ ) y e) densidad ( $\text{ind.10cm}^{-2}$ ) y diversidad filética de la meiofauna (0-10 cm).

Cl-a). Sin embargo, hubo una tendencia a disminuir hacia el norte, hallándose contenidos  $<5 \mu\text{g.g}^{-1}$  Cl-a en la plataforma al norte de Chérrepe y entre Sechura y Puerto Pizarro.

**Variabilidad oceanográfica frente a Callao.-**

En el primer trimestre las temperaturas superficiales se incrementaron. En abril, las condiciones mostraron la presencia de dos núcleos de surgencia. La capa superior de la columna de agua presentó igualmente condiciones muy estratificadas, con proyección del núcleo de la ZMO ( $<0,1 \text{ mL L}^{-1}$ ) hacia la superficie. Durante julio el hundimiento de la isoterma de  $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta aproximadamente 140 m, estuvo acompañado por una oxigenación de la columna de agua. En agosto las condiciones tendieron a normalizarse; la ZMO se presentó a 65 m de profundidad a 50 mn de la costa, con el núcleo ( $<0,1 \text{ mL L}^{-1}$ ) entre los 125 y 500 m de profundidad; y hacia la costa ascendió hasta los 25 m. Para inicios de noviembre la estructura vertical indicó condiciones activas de surgencia con una marcada oxiclina.

**Clorofila-a en sedimentos.-**

En marzo y abril el contenido se elevó moderadamente con respecto a octubre 2008. Respecto a 2008, los niveles máximos el 2009 fueron mucho menores a los alcanzados en los dos años precedentes (Fig. 31.3).

**Distribución horizontal y vertical de clorofila-a y comunidades bentónicas.-**

La figura 31.4 presenta la distribución horizontal de la Clorofila-a y los parámetros comunitarios en la capa superficial de los sedimentos a lo largo de la transecta Callao, en abril y agosto 2009. La abundancia de la meiofauna disminuyó con la profundidad, especialmente en abril.

**Distribución horizontal y vertical de foraminíferos bentónicos (abril 2009).-**

La riqueza de especies de foraminíferos bentónicos fue altamente dependiente del tamiz utilizado en la separación; claramente el tamiz de  $150 \mu\text{m}$  subestima la densidad y la riqueza.

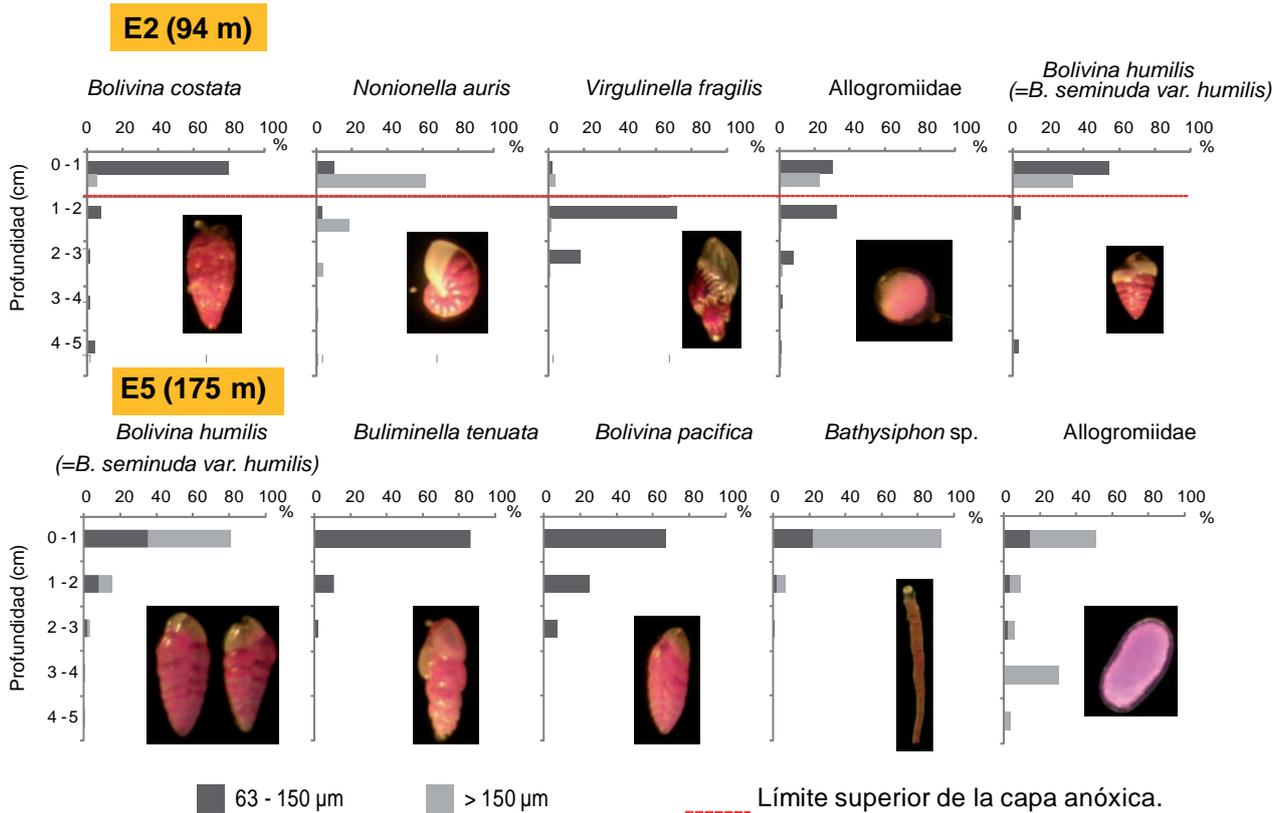


Figura 31.5.- Distribución vertical de las especies dominantes de foraminíferos bentónicos en las estaciones 2 y 5, abril 2009.

za de especies, proporcionando inclusive una información distorsionada de las especies dominantes (Fig.31.5).

**Meiobentos y foraminíferos bentónicos como indicadores ambientales.-** La vulnerabilidad de la macrofauna a la anoxia limita su presencia en los sedimentos. En cambio, varios grupos del meio-

bentos metazoario y los foraminíferos bentónicos presentan una mayor tolerancia a la anoxia debido a sus propias adaptaciones, incluidas relaciones simbióticas con bacterias sulfuro-oxidantes. Por lo tanto, estos grupos presentan un potencial mayor como indicadores de las condiciones de oxidación/reducción de los sedimentos. En el caso de foraminíferos bentónicos,

los resultados obtenidos ponen en relieve la importancia cuantitativa de las especies de menor tamaño en el conjunto de la comunidad. Destacan por ejemplo *Virgulinitella fragilis* en la estación 2 y *Buliminella tenuata* en la estación 5, ambas especies de pequeño tamaño pero sub-dominantes en el conjunto de la comunidad.

## OBJETIVO ESPECÍFICO 32

### ESTUDIO DE LA DINÁMICA DEL PLANCTON Y SU RELACIÓN CON EL ECOSISTEMA

#### 32.1. COMPOSICIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DEL PLANCTON

##### Fitoplancton

Los biovolúmenes de plancton variaron entre 0,075 y 13,883 mL/m<sup>3</sup>, para el verano y primavera, respectivamente. Los núcleos máximos, en el verano, se registraron en la franja costera frente a Punta Falsa; en el invierno, entre Chicama y Chimbote y frente a Pucusana por fuera de las 30 mn; y durante la primavera frente a San Juan. La mayor predominancia del fitoplancton (50%) se obtuvo dentro de las 30 mn durante el invierno. La flora planctónica estuvo caracterizada por una comunidad de fases iniciales e intermedias de la sucesión ecológica que presentaron abundancia relativa de “presente” a “muy abundante”. Acompañando a esta flora resalta la presencia de especies termófilas en verano y primavera, indicando aguas de mezcla.

##### Zooplancton

En términos generales, los biovolúmenes de zooplancton fueron bajos en la zona costera, y sobre la plataforma continental. Los valo-

res más altos se observaron en la zona oceánica y en la zona norte, asociados con aguas ecuatoriales, y por el sur con aguas de origen oceánico. En junio los biovolúmenes mostraron un descenso entre 0,2 y 22 mL, pero siempre fueron menores en la parte costera y sobre la plataforma. El zooplancton estuvo conformado principalmente por copéodos, pero se observó un incremento progresivo de organismos gelatinosos los cuales presentaron biovolúmenes de hasta 177 mL, en los muestreos de octubre y diciembre, asociados a aguas cálidas.

##### Ictioplancton

Los huevos y larvas de anchoveta constituyeron el grupo de mayor frecuencia y abundancia en los tres periodos de muestreo (verano, otoño, invierno). La mayor densidad se registró en el invierno, coincidente con el periodo de máximo desove de esta especie; sin embargo, la abundancia fue menor en comparación con los años anteriores; es así que en el año 2009 se registró una producción de huevos del orden de los 10<sup>13</sup>, la cual en los últimos años alcanzó una magnitud de 10<sup>14</sup>.

Otras especies importantes correspondieron a los huevos y larvas de vinciguerría, propia de las aguas oceánicas, y las larvas de los micrófitos, estos últimos representados por un alto número de especies, entre las cuales, *Diogenichthys laternatus* fue la de mayor frecuencia y abundancia.

##### Indicadores biológicos asociados con masas de agua

Tanto la información obtenida de los muestreos en las estaciones fijas costeras de Paita y Callao, como la proveniente de los cruceros de investigación, determinaron que los organismos del fitoplancton indicadores biológicos de masas de agua presentaban una distribución normal.

*Ceratium breve*, indicador Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) fue registrado durante el verano dentro de las 60 mn entre Punta Sal y Paita. Durante todo el año *Protoperidinium obtusum*, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), se distribuyó en todo el mar peruano y en la primavera llegó hasta aproximadamente 80 mn frente a Pisco; en esta estación se apreció también a *Ceratium incisum*, indi-

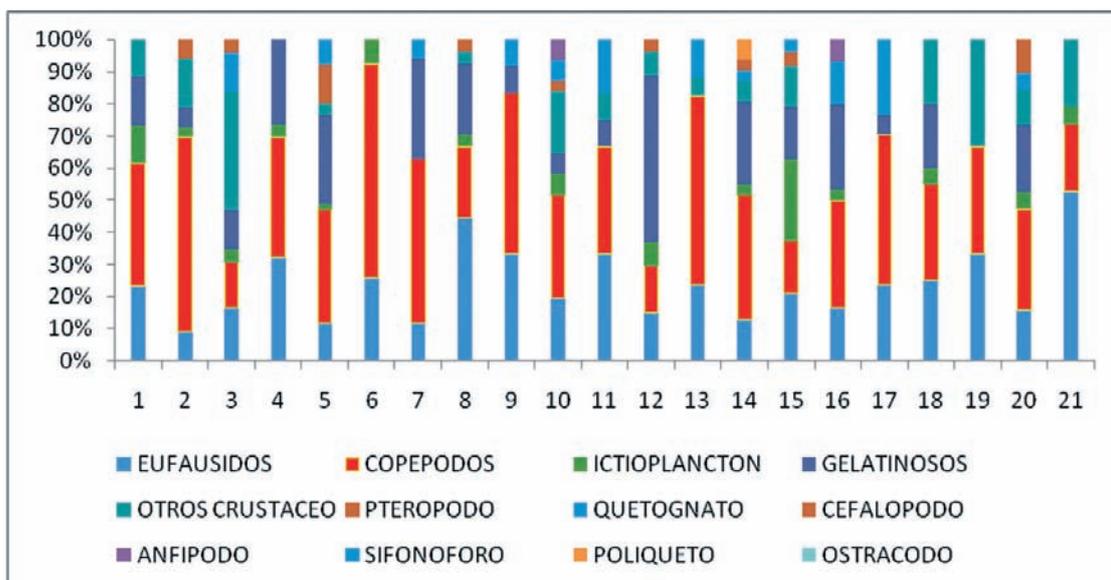


Figura 32.1.- biovolumen de zooplancton, año 2009.

---

cador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) a 10 mn frente a Paita y a 80 mn frente a San Juan de Marcona.

Frente al Callao, durante todo el año 2009, dentro de las 20 mn, se registraron especies de zooplancton indicadoras de ACF; y por fuera de ellas se hallaron indicadores de ASS. Frente a Paita, las especies propias de ambos tipos de agua, durante todo el año evidenciaron aguas de mezcla.

#### **Biomasa de zooplancton**

El zooplancton estuvo conformado principalmente por copépodos,

eufáusidos y especies gelatinosas. En algunas estaciones de muestreo, como en la N° 3, se observó un aporte importante de otros crustáceos. En términos generales, el aporte del biovolumen de copépodos y eufáusidos constituye generalmente más del 50% (Fig. 32.1).

Para el mismo grupo de datos, se obtuvo que el peso seco presentó el mismo comportamiento que el de los biovolúmenes; en términos de peso seco, el aporte de los copépodos fue el más importante, tanto en la zona costera como oceánica, excepto en algunas es-

taciones, ubicadas por fuera de la plataforma, donde destacaron los eufáusidos.

#### **Contribución al carbono orgánico parcial y total de fitoplancton**

Se determinó que el mayor aporte de carbono orgánico de las especies del microfitoplancton correspondió a las diatomeas de los géneros *Chaetoceros*, *Coscinodiscus* y algunos dinoflagelados. El aporte de carbono por litro ( $\mu\text{g C.L}^{-1}$ ) por especies fue de 77 *Coscinodiscus perforatus*, 57 en *Chaetoceros curvisetus*, 49 en *Chaetoceros debilis*, 401 en *Gonyaulax polygramma*, 24 en *Protoperidinium depressum* y 30  $\mu\text{g C.L}^{-1}$  en *Prorocentrum gracile*.

## OBJETIVO ESPECÍFICO 33

### DINÁMICA DE LAS FLORACIONES ALGALES INOCUAS Y NOCIVAS FRENTE A LA COSTA PERUANA

En las últimas décadas, los florecimientos algales nocivos (FAN) han adquirido mayor importancia entre las prioridades científicas, sociales y de salud pública. En el Perú, la aparición de estos eventos en lugares poco o nada afectados por la actividad humana han afectado directamente el desarrollo del comercio exterior peruano de moluscos bivalvos.

El IMARPE inició las investigación de las FAN en el año 2002 en la zona de Pisco-Chincha y a partir de abril del 2009 se consideró Sechura y Chimbote, por ser áreas prioritarias de cultivo de moluscos de importancia económica. En dichas zonas fueron registrados los géneros *Pseudonitzschia*, *Dinophysis* y ocasionalmente *Alexandrium*; esta información permitió establecer alertas tempranas sobre cualquier eventualidad con la finalidad de disminuir riesgos sobre la salud humana.

El IMARPE ha venido desarrollando monitoreos quincenales con registros de temperatura, salinidad y en algunos casos oxígeno, así como los patrones de densidad, distribución espacial y temporal

de las especies potencialmente tóxicas (*Pseudonitzschia pungens*, *Pseudonitzschia* cf. *delicatissima*, *Dinophysis acuminata*, *D. caudata*, *D. tripos*, *D. rotundata*, *Prorocentrum depressum* y *P. crassipes*).

En Pisco-Ica, la diatomea *P.* cf. *delicatissima* fue la especie más frecuente durante el año 2009. En el verano alcanzó las concentraciones celulares más altas con  $36 \times 10^3$  cel.L<sup>-1</sup> (Carhuaz 2 – B. Independencia), en el otoño destacó *Prorocentrum minimum* con  $230 \times 10^3$  cel.L<sup>-1</sup> (Playón – Ensenada Playón). En la primavera esta zona estuvo en plan de contingencia por encontrarse abundante *Dinophysis acuminata*, productor de la toxina diarreica (PSP), sin embargo no se registraron niveles de toxicidad.

Frente a Sechura y Chimbote, *P.* cf. *delicatissima* también destacó por su frecuencia, con los mayores aportes celulares en mayo ( $254 \times 10^3$  cel.L<sup>-1</sup>) y setiembre ( $52 \times 10^3$  cel.L<sup>-1</sup>), concentraciones que no afectaron a la salud pública.

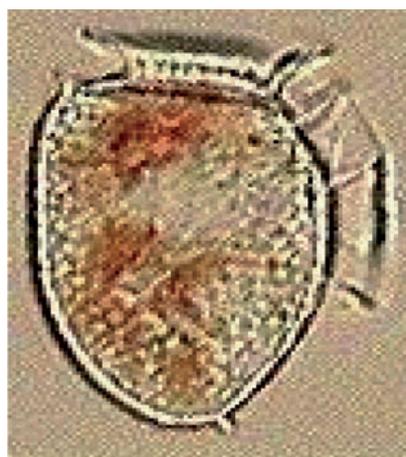
De otro lado, los eventos de floraciones algales inocuas fueron registrados durante el verano en

la Bahía de Paita ocasionados por el ciliado *Messodinium rubrum* que alcanzó un máximo de  $4180 \times 10^3$  cel.L<sup>-1</sup>, el mismo que tuvo una extensión de 200 m y mostró una coloración rojiza. Frente al Callao se registraron diversos eventos recurrentes de floraciones algales en Playa Carpayo, Playa Cantolao y Bahía del Callao, principalmente por *Heterosigma akashiwo*. Los períodos de estas discoloraciones fueron el verano, otoño y primavera, en este último alcanzó las máximas concentraciones de  $181 \times 10^6$  cel.L<sup>-1</sup>.

Dentro del marco de los objetivos institucionales el IMARPE organizó el curso taller: *Aspectos Metodológicos para el Estudio del Fitoplancton Potencialmente Tóxico y Parámetros Oceanográficos*, realizado del 14 al 17 de julio 2009. Fue de suma importancia su aporte técnico-científico a la comunidad involucrada con el Programa de Control de Moluscos Bivalvos. En este curso participaron los laboratorios de entidades privadas que realizan análisis de fitoplancton en apoyo a ITP/SANIPES y personal de los laboratorios regionales de IMARPE.



*Prorocentrum minimum*



*Dinophysis acuminata*



*Pseudonitzschia* cf. *delicatissima*

## LÍNEA DE INVESTIGACIÓN II. 3

### MODELADO DE PROCESOS DEL ECOSISTEMA MARINO DE HUMBOLDT

#### OBJETIVO ESPECÍFICO 34

#### MODELADO DE LOS PROCESOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL ECOSISTEMA DE LA CORRIENTE DE HUMBOLDT

En el 2009 el CIMOBP tuvo como objetivos específicos: (i) Modelado de procesos físicos, químicos y biológicos del Ecosistema de la Corriente de Humboldt, y (ii) Análisis de sistema del Ecosistema de la Corriente de Humboldt. Como parte del sistema de gestión de la calidad, se realizó la instalación de un sistema de aire acondicionado de precisión, el cual permitirá mantener el cluster computacional operativo.

Con respecto al modelado físico, se estudió la influencia de las mareas en la celda de afloramiento de la costa peruana entre los 5° y 9°S. Se usó el modelo ROMS (Regional Oceanic Model System) con la herramienta de anidamiento AGRIF (Adaptive Grid Refinement in Fortran). Se implementaron dos simulaciones con y sin forzante superficial de mareas, del periodo 2001. La temperatura superficial del mar se vio poco afectada por la resolución espacial y el forzamiento de mareas del nivel del mar (Fig. 34.1).

También se analizaron datos de vientos para simular dos escenarios paleoclimáticos, el primero con una Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) debilitada, y el segundo con una ZCIT normal (Fig. 34.2). Respecto a los efectos de El Niño y la Oscilación del Sur (ENOS), se usó un modelo estadístico lineal multivariado conocido como Análisis de Correlación Canónica para simular el Índice de Oscilación Peruano (IOP). Se evaluó la capacidad predictiva, encontrándose una correlación de 0,61 con un tiempo de avance de 3 meses (Fig. 34.3).

Sobre modelado biológico, un modelo basado en individuos para larvas de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) fue acoplado a salidas hidrodinámicas

del modelo ROMS para investigar la variabilidad en el éxito del transporte de larvas entre la bahía de Sechura y la isla Lobos de Tierra. Los resultados mostraron mayor transporte de larvas desde la Bahía de Sechura hacia Isla Lobos de Tierra (Fig. 4). Por otro lado, se aplicó un modelo de evaluación integrada para el stock centro-norte de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*), en el cual se integró la información disponible, tanto de la pesquería como de los

cruceros de evaluación científica. El modelo simuló la biomasa total, biomasa desovante, reclutamiento y mortalidad por pesca (Fig. 34.5).

*Modelado de la influencia de las mareas en la celda de afloramiento frente a la costa peruana entre los 5° y 9°S. (David Correa)*

El objetivo fue estudiar la influencia de las mareas en la celda de afloramiento de la costa peruana entre los 5° y 9°S, la estructura vertical a partir de la simulación

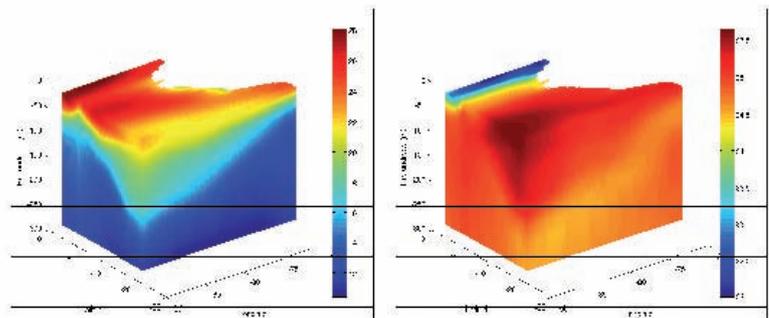


Figura 34.1.- Condiciones iniciales de temperatura y salinidad del mar peruano (WOA).

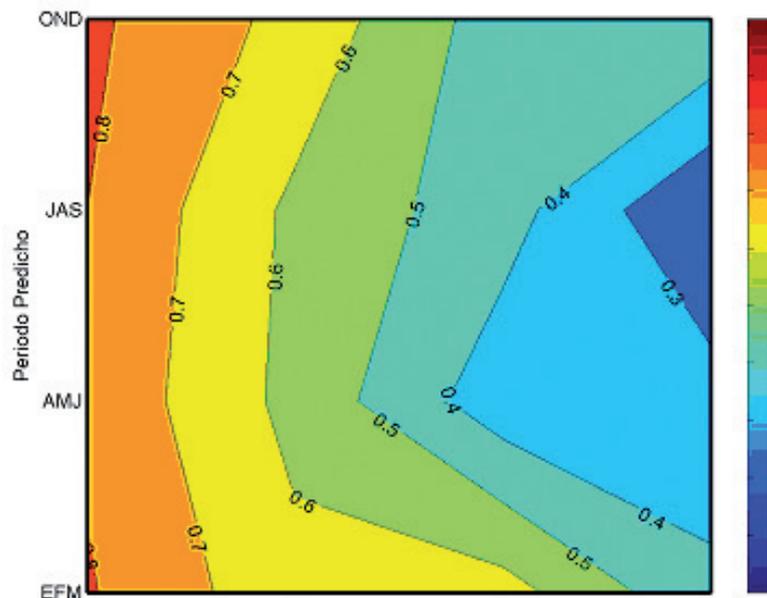


Figura 34.2.- Correlación entre el valor simulado y observado como función del tiempo de avance (mes) y el periodo predicho.

climatológica, utilizando un modelo numérico oceánico con la técnica de anidamiento para aumentar la resolución espacial del área de estudio. Se usó el modelo ROMS con la herramienta de anidamiento AGRIF. Se usó una batimetría calculada a partir de las bases de datos de ETOPO2; vientos de MWF-Quikscat, mareas de TPXO6.2, condiciones iniciales de WOA, condiciones de frontera de COADS, se implementaron dos simulaciones con y sin forzante superficial de mareas, del periodo 2001.

Verificamos que el modelo representó adecuadamente las oscilaciones de mareas, en las zonas costeras tanto en el dominio padre como en el dominio pequeño mediante la amplitud y fase de las componentes de semi diurnas M2 y diurnas K1 de los registros observados, modelados (ROMS, ROMS/AGRIF).

El análisis de la temperatura muestra que incluir el forzante superficial de mareas produce una un incremento de 0,6 °C entre los 80 a 150 metros de profundidad durante los meses de agosto a noviembre, lo cual estaría relacionado a los procesos de mezcla horizontal y vertical.

El forzamiento de mareas produce un impacto estacional sobre la profundidad de la capa de mezcla profundizándola en verano y elevándola durante el invierno. El análisis del impacto de la resolución muestra que la temperatura superficial del mar se ve afectada de forma mínima por la resolución espacial y el forzamiento de mareas el nivel del mar, respecto al nivel del mar que se ven afectados por la modificación de las estructuras superficiales por la presencia del forzamiento de mareas a lo largo de la costa del Perú. Este trabajo forma parte del Convenio IRD-IMARPE.

*Impacto del desplazamiento de la ZCIT sobre la distribución termohalina y la circulación frente a Perú, inferido a partir del modelo ROMS. (C. Ruiz, D. Correa, J. Tam, D. Gutiérrez)*

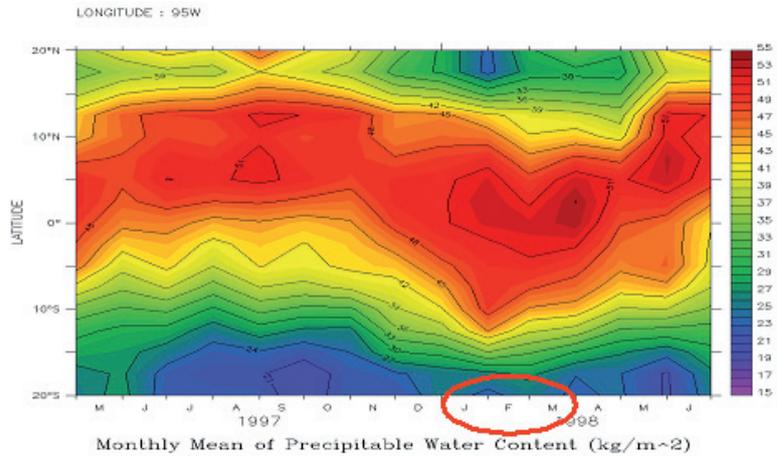


Figura 34.3.- Promedio mensual de Contenido de agua precipitable en el periodo marzo 1997 - Junio de 1998

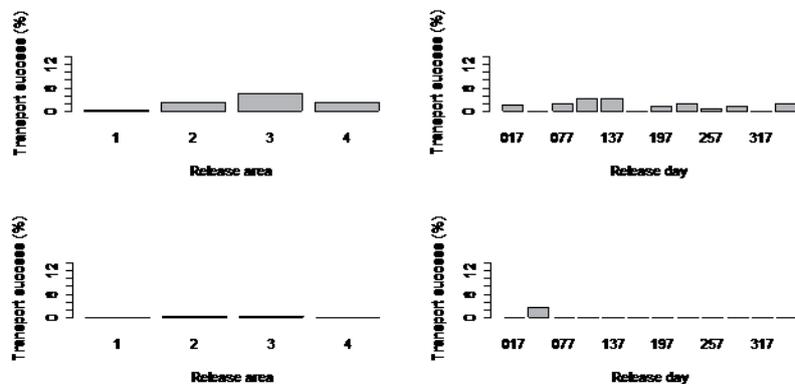


Figura 34.4.- Éxito del transporte de larvas liberadas desde la Bahía de Sechura (arriba) y desde la Isla Lobos de Tierra (abajo), en función del área de desove (izq.) y el mes de desove (der.).

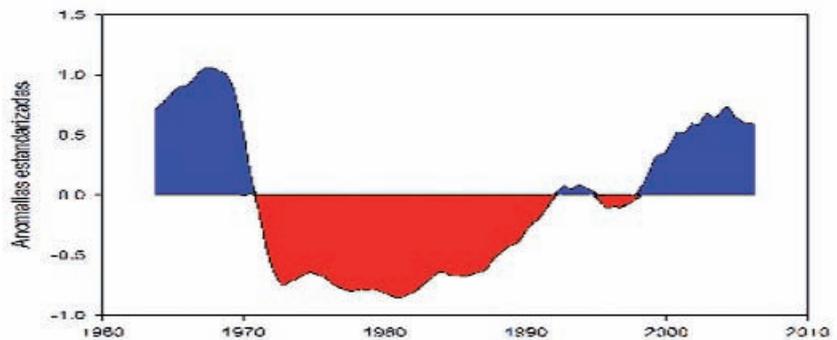


Figura 34.5.- Comparación entre las biomásas mensuales simuladas (línea azul) y las estimaciones acústicas de biomasa (puntos rojos).

Se realizó la implementación del modelo oceánico regional ROMS a un 1/6° de resolución espacial, para simular escenarios forzados con condiciones de eventos cálidos (estructura vertical profundizada). Además se realizará una simula-

ción, utilizando forzantes atmosféricos considerando la ZCIT desplazada 5 y 10° hacia el sur de su posición promedio actual (circulación atmosférica y flujos de calor), para estudiar su impacto en el sistema de corrientes del Perú. Se ha

analizado la base de datos de reanálisis de Ncep-Ncar utilizando la variable omega observando que en la ZCIT durante un año El Niño (EN) la velocidad de ascenso vertical disminuye en la franja ecuatorial y se desplaza en longitud entre los 140° W en años normales y 180° W en años fríos, también en promedio estacional, en los meses de verano austral (enero, febrero, marzo) se observa que la ZCIT se desplaza hacia el sureste. En vista de estos resultados, serán simulados dos escenarios paleoclimáticos, el primero con una ZCIT debilitada, creándose archivos con años EN y el segundo con una ZCIT normal creando archivos con años La Niña (LN). También se ha analizado los años niños de mayor intensidad caracterizado por la NOAA de los periodos 1997 - 98 y 1982 - 83 con las siguientes variables atmosféricas la presión a nivel del mar y contenido de agua precipitable para determinar el periodo en donde la ZCIT se ha desplazado más hacia el sur. Este trabajo forma parte del grupo JEAI del IRD.

**Previsión del Índice de Oscilación Peruano usando un modelo de correlación canónica. (C. Quispe y A. Barnston)**

Un modelo estadístico lineal multivariado conocido como Análisis de Correlación Canónica se usó para simular las variaciones de la temperatura superficial del mar frente a Perú (IOP). Se calculó las funciones ortogonales empíricas (EOF) del campo de la temperatura superficial del mar para los periodos estacionales del verano (enero-febrero-marzo), otoño (abril-mayo-junio), invierno (julio-agosto-setiembre) y primavera (octubre-noviembre-diciembre) en el área del Pacífico tropical ecuato-

rial durante el periodo 1950 - 2008. Las 3 primeras EOF explicaron la variabilidad en un 72,38% (verano) y 70% (invierno). Se asoció las EOF del Pacífico tropical con las TSM de la franja costera peruana con 0, 3, 6 y 9 meses de desfase usando un modelo de análisis de correlación canónica. Se evaluó la capacidad predictiva, con un tiempo de avance igual a cero meses es posible simular los periodos estacionales del IOP en promedio con una correlación 0,81, con un tiempo de avance de 3 meses una correlación 0,61, con un tiempo de avance de 6 meses una correlación de 0,47, y con un tiempo de avance de 9 meses una correlación de 0,36. Este trabajo forma parte de las coordinaciones IRI - IMARPE.

**Transporte de larvas de concha de abanico entre la Bahía de Sechura y la Isla Lobos de Tierra. (J. Tam, D. Correa, R. Oliveros, W. Carbajal, T. Brochier)**

Un modelo basado en individuos para larvas de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) fue acoplado a salidas hidrodinámicas del modelo ROMS para investigar los factores que conducen la variabilidad en las tasas de supervivencia entre la bahía de Sechura y la isla Lobos de Tierra. Los individuos fueron liberados en las áreas de desove y seguidos por un periodo de 30 días. Aquellos que permanecieron en las áreas de reclutamiento en ese momento fueron considerados retenidos. Se hipotetizó que el transporte de larvas de la concha de abanico, es mayor desde la bahía de Sechura que desde la isla Lobos de Tierra. Los resultados mostraron que las partículas liberadas de la isla Lobos de Tierra son transportadas hacia el norte con la Corriente Costera Peruana, pero luego giran al oeste siguiendo

do la Corriente Sur Ecuatorial. Por otro lado, las larvas transportadas desde Sechura, se dirigen hacia el noroeste en dirección a la lengua fría, pero también ocurre un transporte hacia el sur, posiblemente por acción de las contracorrientes subsuperficiales, que permitirían reclutar individuos a la isla Lobos de Tierra.

**Modelo de evaluación integrada del stock norte-centro de anchoveta peruana *Engraulis ringens*. (Oliveros-Ramos, R., R. Guevara-Carrasco, J. Simmonds, J. Csirke, F. Gerlotto, R. Castillo, A. Chipollini, A. Bertrand, J. Tam)**

El objetivo de este trabajo fue aplicar un nuevo modelo de evaluación integrada para el stock centro-norte de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) en el cual se integra la información disponible, tanto de la pesquería como de los cruceros de evaluación científica. El modelo simula la estructura del stock en base a su edad, considerando luego la dispersión de las longitudes dentro de cada cohorte para reproducir la estructura de tallas del stock en clases de 0,5 cm. El modelo fue calibrado con la biomasa acústica y estructura de tallas obtenidas de cruceros científicos, y con los desembarques, esfuerzos y estructura de tallas obtenidos de la pesquería. Para la calibración se utilizó el algoritmo genético PBIL (*Population Based Incremental Learning*), que sirvió para la minimización de las funciones de error cuadrático residual. Se presentan los estimados mensuales de biomasa total, biomasa desovante, reclutamiento y mortalidad por pesca obtenidos por el modelo de evaluación integrada para el periodo 1964-2008. Este trabajo forma parte del Convenio IRI-IMARPE.

**OBJETIVO ESPECÍFICO 35**  
**ANÁLISIS DE SISTEMAS DEL ECOSISTEMA DE LA CORRIENTE DE HUMBOLDT**

Con respecto al Análisis de Sistema del Ecosistema de la Corriente de Humboldt (ECH), se analizó la variabilidad intraestacional, interanual y decadal de indicadores regionales (Índice de Oscilación Peruano in situ, POIsat-costero, POIsat-oceánico) del impacto del ENOS sobre la temperatura en el

contexto del cambio climático. El análisis de los indicadores sugiere que el modo decadal, a lo largo de la costa peruana, puede resultar de efectos residuales de la actividad de las ondas ecuatoriales intraestacionales. Estos resultados ilustran la respuesta específica del sistema costero peruano al cambio climático (Fig. 35.1).

Por otro lado, se realizó un análisis comparativo entre datos in situ de clorofila a y datos satelitales de SeaWiFS en L3 a 1/12° de resolución. Se encontró una correlación significativa entre ambos conjuntos de datos. La mayor asociación se encontró en invierno (Fig. 35.2).

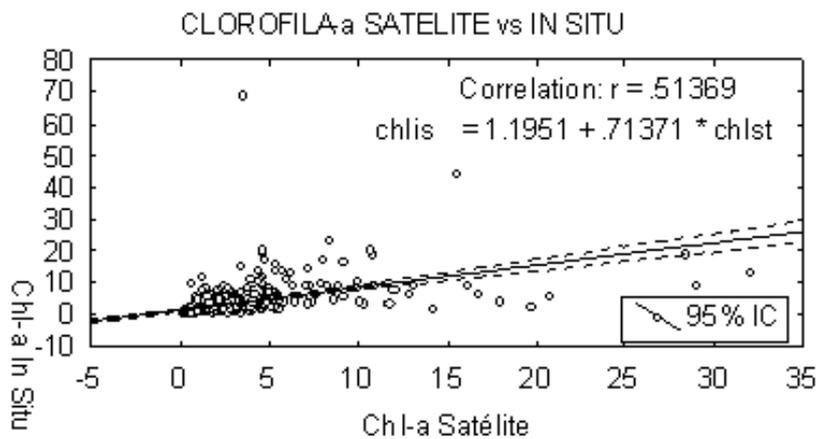


Figura 35.1. Ecuación de regresión lineal de la variabilidad de clorofila-a in situ (chlis) en función de clorofila-a satelital (chlst).

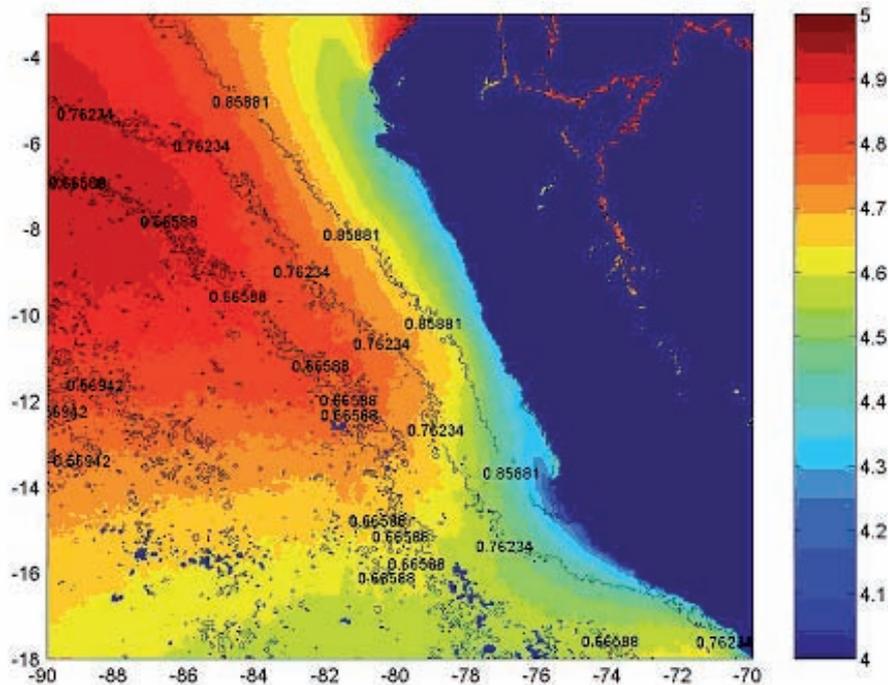


Figura 35.2. Raíz del cuadrado medio de datos satelitales (color) y coeficiente de correlación espacial (línea negra) entre el primer componente principal de la temperatura a lo largo de la costa peruana y la temperatura de datos satelitales (1985-2006).

# PROGRAMA DE INVESTIGACION III

## INVESTIGACIONES EN ACUICULTURA Y BIOTECNOLOGIA

### LINEA DE INVESTIGACIÓN III. I

#### INVESTIGACIONES PARA DESARROLLO ACUICOLA

#### OBJETIVO ESPECÍFICO 38

#### INVESTIGACIONES EN PATOBIOLOGÍA ACUÁTICA

Durante el año 2009 los estudios sobre la prevalencia de parásitos en peces se realizaron en 96 ejemplares de tres especies procedentes del Callo: jurel, *Trachurus symmetricus murphy* (8); caballa, *Scomber japonicus peruanus* (14) y pejerrey, *Odonthestes regia regia* (74). Los resultados fueron:

**Protozoo:** *Eimeria* sp. en hígado de caballa (50%) y jurel (100%) (Fig. 38.1).

**Mixosporideo:** *Kudoa sarmientoi* en músculo somático de pejerrey (50%).

**Céstode:** larvas de *Tentacularia coryphaena* en músculo de caballa (14%).

De enero a noviembre se investigó sobre enfermedades infecciosas en tres especies procedentes de los cultivos experimentales del IMARPE, anchoveta, *Engraulis ringens*; cabrilla, *Paralabrax humeralis* y lenguado, *Paralichthys adspersus*. Los patógenos hallados fueron los siguientes:

**Protozoo ciliado:** *Trichodina* sp. en branquias de cabrilla (40%).

**Mixosporideo:** *Ceratomyxa* sp. en la vesícula biliar de lenguado (18%) (Fig. 38.2).

**Nematode:** *Anisakis* sp. y *Philometra* sp. en tejido conectivo (9%) y gónada (9%), respectivamente.

**Copépodo:** *Lepeophtheirus viventris* (Fig. 38.3) y *Chondracanthus* sp. (9%) en piel.

Las branquias de anchoveta y cabrilla, presentaron embolia (Fig. 38.4), cuya etiología podría deberse a la sobresaturación de gas en el agua.



Figura 38.2.- Mixosporideo *Ceratomyxa* sp. en contenido de vesícula biliar.



Figura 38.1.- Ooquiste de *Eimeria* sp. (círculo) en hígado de caballa (40X).

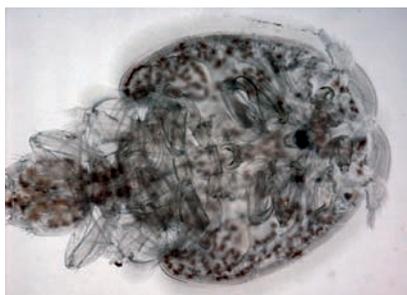


Figura 38.3.- Copépodo *Lepeophtheirus viventris*.



Figura 38.4.- Embolia en branquias.

Se aisló la bacteria *Vibrio* sp. a partir de lesiones en piel y contenido del ojo edematoso de un lenguado.

En marzo, junio y noviembre se se estudiaron las enfermedades en tilapia cultivada en jaulas flotantes en una laguna de la Región Lima. Se realizó el análisis histopatológico y bacteriológico de 15 ejemplares.

Los cultivos bacteriológicos de bazo y riñón, revelaron la presencia de *Staphylococcus*, *Edwardsiella tarda* y *Streptococcus*.

En el estudio histopatológico se encontraron granulomas en el bazo (Fig. 38.5) y el riñón. No se halló relación consistente entre la presencia de granulomas y las

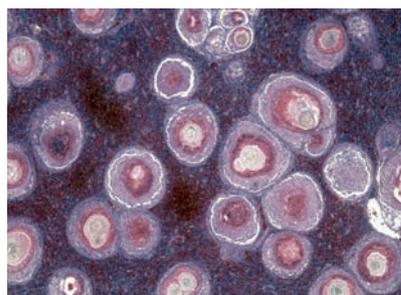


Figura 38.5.- Granulomas en bazo.

bacterias aisladas, pero se especuló de la bacteria *Francisella* sp., como probable agente causal, ya que se hallaron en el interior de leucocitos presentes en los órganos afectados.

## OBJETIVO ESPECÍFICO 40

### DESARROLLO DE TÉCNICAS DE REPRODUCCIÓN ARTIFICIAL DE MOLUSCOS NATIVOS EN LA REGIÓN MOQUEGUA

#### LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN MOLUSCOS (LIM)

El LIM cuenta con tres áreas:

**INGENIERÍA.** Objetivo: diseño de sistemas de cultivos, mantenimiento y funcionamiento del LIM.

**LÍNEA DE CULTIVO DE MICROALGAS.** Objetivo: producción de alimento vivo, cumpliendo los requerimientos nutricionales y energéticos de la macha.

**LÍNEA DE CULTIVO DE MOLUSCOS.** Objetivo: aplicar técnicas de reproducción artificial con la finalidad de obtención de "semillas" en condiciones controladas de los

organismos bentónicos nativos de la región, en esta oportunidad la macha).

**El área de ingeniería,** ha logrado el funcionamiento óptimo de las ocho electrobombas (a pesar que 6 de ellas no son las más adecuadas para agua de mar), de tres filtros de arena y tierra diatomea (utilizados en el bombeo y tratamiento de agua de mar), así como el sistema de aireación conformados por dos sopladores regenerativos, entre otros equipos y sistemas de cultivos utilizados para la obtención de semilla. Realiza el man-

tenimiento preventivo mensual y una serie de modificaciones de los sistemas que permiten optimizar las condiciones de cultivo tanto de microalgas como de moluscos.

**En el área de línea de microalgas,** durante el 2009 se ha obtenido resultados importantes en términos de densidad (cel/mL) a nivel masivo controlado (200 L) sobre todo en el cuarto trimestre. Las densidades promedio fueron: *Isochrysis galbana* con  $4,4 \times 10^6$  cel/mL; *Pavlova lutheri* con  $3,1 \times 10^6$  cel/mL; *Chaetoceros gracilis* con  $3,0 \times 10^6$  cel/mL. Se destaca que las densidades

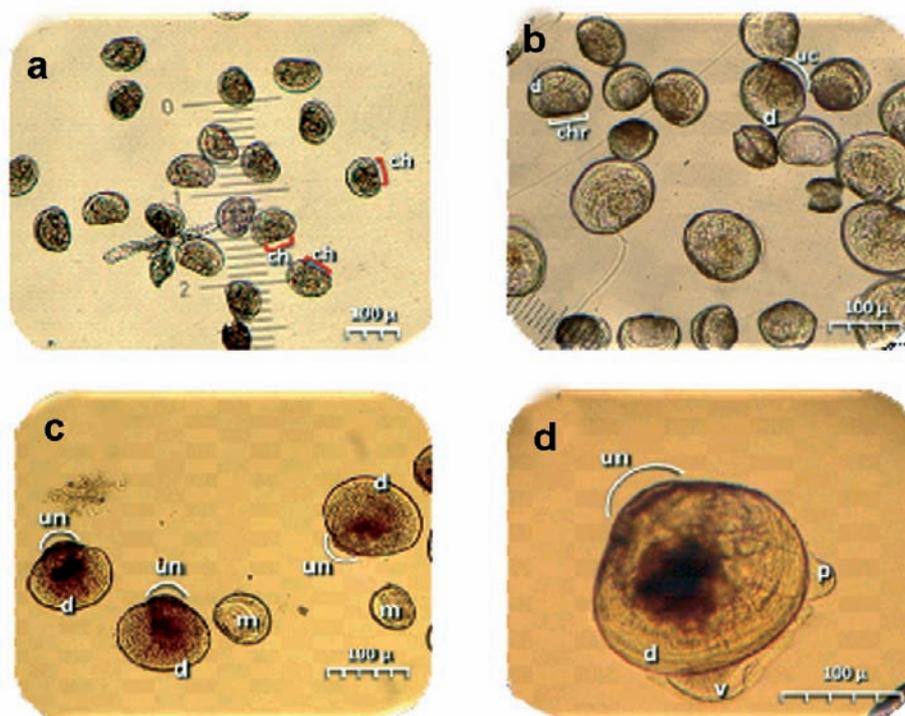


Figura 40.1.- Desarrollo larvario de macha *Mesodesma donacium*, obtenido en el Laboratorio de Investigación en Moluscos (LIM). IMARPE Ilo, Moquegua.

- (a): Larvas competentes en las primeras 26 horas (día 1 de cultivo) post-fecundación, con la aparición de las primeras larvas D. A las 41 horas se estimó que 100% de los ejemplares tuvieron la típica forma "D" con una charnela (ch) recta como característica más importante es esta etapa. Longitud  $L=75 - 105 \mu$ ; altura  $H=60 - 85 \mu$ .
- (b) Larvas de 4 días de cultivo (post-fecundación). 20% de ejemplares adquirieron una semicurvatura en la charnela como umbo curvado (uc) perdiendo esa estructura recta. 80% de ejemplares todavía presentaban charnela recta (chr); incluso se observó que las larvas son más anchas y gruesas al momento de iniciarse la etapa umbonada; algunas larvas presentan producción de disco (d) como líneas de crecimiento.  $L=80 - 120 \mu$  y  $H=65 - 95 \mu$ .
- (c) Larvas de 12 días post-fecundación, adquieren un umbo más curvo y nudoso (un).
- (d) Larva pediveliger: a partir del día 19 se observa el pie retraído y es el momento en que se la considera larva pediveliger, en la foto se observa el umbo nudoso (un) más pronunciado y un pie (p) retráctil; este último toma mayor tamaño; algunas larvas todavía presentan velo (v) ciliado retráctil bien desarrollado que les permite realizar desplazamientos energéticos en la columna de agua.  $L=180 - 250 \mu$ ;  $H=160 - 225 \mu$ .

---

obtenidas prácticamente duplican a la producción del 2008 ( $2,1 \times 10^6$  para *I. galbana*,  $1,51 \times 10^6$  para *P. lutheri* y  $1,55 \times 10^6$  para *Ch. gracilis*).

**El área de la línea de cultivo de moluscos**, en el último trimestre 2008 se iniciaron las primeras pruebas experimentales en la reproducción artificial de "macha" (*Mesodesma donacium*) (Fig. 40.1). Se aplicaron tres técnicas: sobrealimentación, shock térmico y Stripping. Durante el 2009, el Stripping dio el mejor resultado para obtención de gametos para desarrollar el cultivo. El cultivo larval y post-larval, presentó elevada mortalidad, influenciada por una serie de variables. La temperatura ambien-

tal registrada al interior del LIM, induce al incremento de la mortalidad larval (registros térmicos por encima de 22 °C o muy bajas afectan el desarrollo larval, produciendo deformaciones, (ZARO 2004), cuya variación no puede ser controlada actualmente en el LIM.

Se realizaron las siguientes experiencias con ejemplares adultos de "macha" *Mesodesma donacium*: acelerar la recuperación gonadal con incremento de la concentración de la dieta alimenticia; evaluación de la tasa de ingestión y filtración de reproductores de macha; ensayos sobre la alimentación de juveniles de macha con dietas artificiales (fécula de maíz); evaluación del

crecimiento y supervivencia de semilla de macha, en condiciones controladas.

El crecimiento de juveniles de macha, producidos en el LIM, en sistemas de cultivo "Up Weller", alcanzó una longitud promedio inicial de 1,04 mm (día 91 de cultivo: 16.01.2009), para luego registrar una tasa promedio de crecimiento de 3,42 mm/mes, hasta el día 419 de cultivo en medio controlado (10.12.2009). Se logró una longitud media final de 38,4 mm de la población en estudio, de igual forma respecto a la altura, ésta presentó una longitud de 0,71 mm inicial a 20,3 mm como longitud final.

## LINEA DE INVESTIGACIÓN III. 2

### ESTUDIOS EN BIOTECNOLOGÍA ACUÁTICA

#### OBJETIVO ESPECÍFICO 41

#### BANCO DE GERMOPLASMA DE RECURSOS ACUÁTICOS

##### 41.1. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS A PARTIR DE POLVO ALGAL

Durante el primer semestre de 2009, se realizó la evaluación del flujo de producción (cultivo inicial, cultivo masivo en biorreactores, obtención de biomasa húmeda y biomasa seca) de la cepa seleccionada, a fin de asegurar la calidad del aceite algal.

El primer trimestre se realizó la evaluación del Laboratorio de Cultivo de Microalgas en condiciones controladas, donde los cultivos iniciales se desarrollan desde 0,5 a 250 L.

El segundo trimestre se terminó de instalar en la sala de cultivos el control de temperatura, el sistema de esterilización del agua de mar, flujo de aireación con filtro de una micra. También se entrenó a un operador en labores de siembra, cosecha y producción. La producción de la sala al término del año fue de 1700 L/día.

Para el cultivo masivo en biorreactores, durante el primer trimestre las actividades se orientaron al acondicionamiento de las mangas de polietileno, el tipo de sellado de éstas, la capacidad de resistencia frente a la temperatura, la iluminación del invernadero, capacidad de soporte en el biorreactor, tiempo de llenado y vaciado de éste por el operador, la integración de los equipos que contribuyen al manejo de los biorreactores como; blower (bomba de captación de aire del medio ambiente) y sistema de esterilización del agua de mar.

Para la obtención de biomasa microalgal húmeda y seca, durante el segundo trimestre, se empezó a operar la centrifuga de limpieza

manual y el liofilizador respectivamente. La producción obtenida de este acondicionamiento durante un mes probado en un solo biorreactor fue de 1790 L, para obtener 80 g de polvo algal a partir de la cepa IMP-LBA-009.

Paralelo a la obtención de la biomasa microalgal, se concluyó con el acondicionamiento de la Sala de Instrumentación Analítica, lo que permitió en noviembre instalar los equipos cromatograficos y realizar, en diciembre, el entrenamiento del personal. Debido a ello, los resultados de los perfiles lipídicos, proyectados para concluirlos en diciembre del 2009, se presentarán dentro del primer trimestre del 2010. Además, estos equipos servirán para evaluar compuestos bioactivos de organismos acuáticos potencialmente biotecnológicos

A partir del mes de septiembre, los primeros resultados y avances del proyecto: "Determinación de la biomasa microalgal potencialmente acumuladora de lípidos para la obtención de combustible", se difundieron en:

- Foro internacional: Nuevos recursos para la ampliación de la matriz energética del Perú.
- Reunión regional de expertos, Tecnología y biocombustibles de segunda generación: Una herramienta para la toma de decisiones.
- III Congreso de energías renovables y biocombustibles (noviembre).

El primer y tercer evento se realizaron en el auditorio de Petro-Perú en Lima. El segundo, se llevo a cabo en la sede de la UNESCO de Montevideo, Uruguay.

Hasta diciembre, en el proyecto se logró producir 6,0 kg de biomasa microalgal seca, que fue entregada a la empresa Ecoenergías del Perú SAC, colaboradora del proyecto el cual debe concluir en el primer semestre del 2010.

##### 41.2. MANTENIMIENTO DE LAS CEPAS DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE ORGANISMOS ACUÁTICOS

Durante el año 2009 se continuó con el mantenimiento de las cepas nacionales y extranjeras de microalgas, rotíferos, copépodos y *Artemia* del Banco de Germoplasma de Organismos Acuáticos.

Al término del primer semestre se establecieron los códigos para el ordenamiento de todas las cepas del Banco y para todas las que se irán incorporando.

Se puso en cultivo la cepa de la microalga *Alexandrium peruvianum*, (IMP-LBA-010) para evaluar su toxina (tema de tesis de postgrado). Así mismo, se incorporó en el Banco, la cepa de *Isochrysis galviana* (IMP-LBA-011), colectada y aislada por personal del Laboratorio Costero de Ilo, y que se utiliza como alimento vivo de moluscos y peces. También, se acondicionó la cepa de *Nannochloropsis* sp. (IMP-LBA-009) proveniente de ambiente acuático continental y empleada en el proyecto FINCyT.

Las cepas de rotíferos, algunas colectadas de la costa central, otras de la zona andina sur del país (SSI, TP, PM, PVL, CA, CHL, CF, VL), así como las adquiridas del Laboratorio de Biología Experimental (VR, VR15, PR CEPA) mantuvieron sus códigos provisionales.

Las muestras de copépodos aun se encuentran en proceso de aislamiento.

# PROGRAMA DE INVESTIGACION IV

## INVESTIGACIONES EN SALUD DE LOS ECOSISTEMAS ACUATICOS Y SU BIODIVERSIDAD

### LINEA DE INVESTIGACIÓN IV.1

#### INVESTIGACIONES DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE ACUÁTICO

#### OBJETIVO ESPECÍFICO 42

#### EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL

#### 42.1. CALIDAD DEL AMBIENTE ACUÁTICO DURANTE EL 2009

En el año 2009, se realizó la evaluación de la calidad ambiental de las zonas marino costeras de, Cañete, Pucusana, San Bartolo, Chorrillos, Callao, Supe-Paramonga, Huarvey y otras zonas consideradas en la Red de Monitoreo Ambiental del IMARPE. Esta actividad proporciona información actualizada para la toma de decisiones en problemas ambientales. Las evaluaciones comprendieron 14 estudios en verano, invierno y primavera. La calidad del ambiente marino se determinó por comparación con los Estándares Nacionales de Calidad Acuática (DS-002-2008 MINAM), la Ley General de Aguas (DS-003-2003-SA) y otros estándares internacionales.

#### 42.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MEDIO MARINO DE ÁREAS COSTERAS SELECCIONADAS

En marzo y octubre del año 2009, la bahía del Callao presentó en la línea costera elevados valores de  $DBO_5$ ; cuyo mayor valor se regis-

tró la zona de mezcla del colector Callao (119,79 mg/L), seguido del muelle de Pescadores (73,79 mg/L), el colector Comas (52,57 mg/L) y el Interceptor Norte (41,18 mg/L) (Fig. 42.1).

La zona norte de la bahía del Callao, entre la desembocadura del río Chillón y el muelle Pescadores, presentó elevada contaminación microbiológica. La zona sur, desde La Punta a Mar Brava, presentó valores dentro de los estándares de calidad acuática establecidos en la Ley General de Aguas.

El oxígeno disuelto, fue mayor a 5,82 mg  $O_2$ /L en la zona sur; en la parte norte, desde la Rada hasta el río Chillón, se detectó una gran área anóxica en el fondo, asociado a elevados valores de sulfuros. Los sólidos suspendidos totales y aceites y grasas superaron lo estipulado en los Estándares Nacionales de Calidad Acuática a nivel de superficie y de fondo.

La zona marina y costera de Chorrillos, evaluada en junio y diciembre 2009, presentó valores de  $DBO_5$

menores al límite establecido por la LGA (10 mg/L), en Los Yuyos y el muelle Pescadores se observaron valores muy cercanos al límite. Los indicadores de calidad microbiológica cumplieron con los estándares establecidos para las clases IV y VI. Sin embargo algunas estaciones como la playa Waikiki, Makaja, Redondo y muelle Pescadores presentaron valores de 200 NMP/100 mL, sobrepasando ligeramente los estándares de la clase V de la LGA (Fig. 42.2).

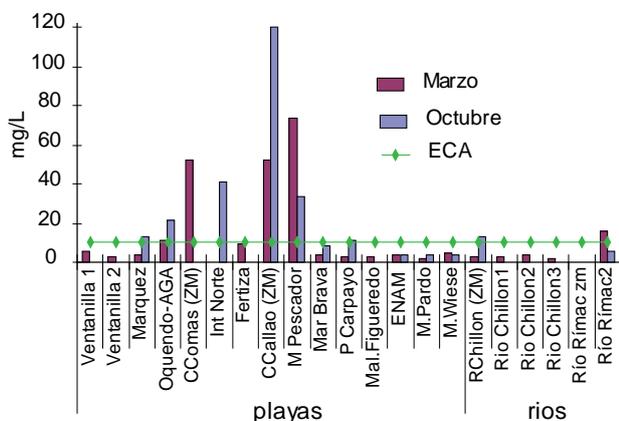


Figura 42.1.  $DBO_5$  en la línea costera del Callao en marzo y octubre del año 2009. ECA= Estándares Nacionales de Calidad Acuática (DS-002-2008 MINAM)

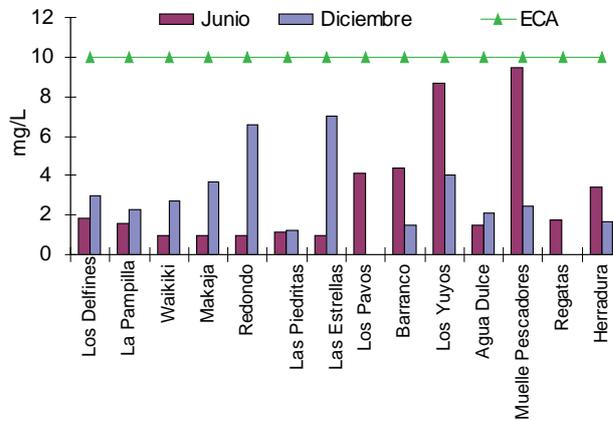


Figura 42.2.  $DBO_5$  en la línea costera de la bahía de Chorrillos en el año 2009. ECA= Estándares Nacionales de Calidad Acuática (DS-002-2008 MINAM)

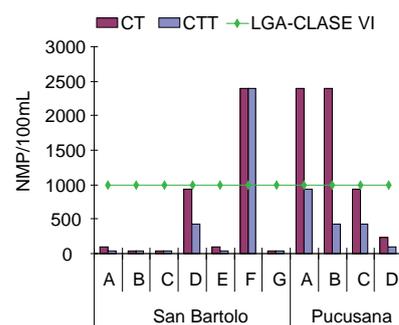


Figura 42.3. Parámetros microbiológicos por línea costera de San Bartolo y Pucusana, octubre 2009. CT= coliformes totales, CTT= coliformes termotolerantes, LGA= Ley General de Aguas.

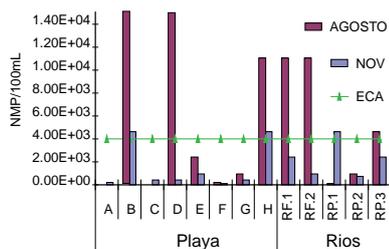


Figura 42.4. Coliformes fecales por línea costera de Supe y Paramonga en agosto y noviembre 2009.

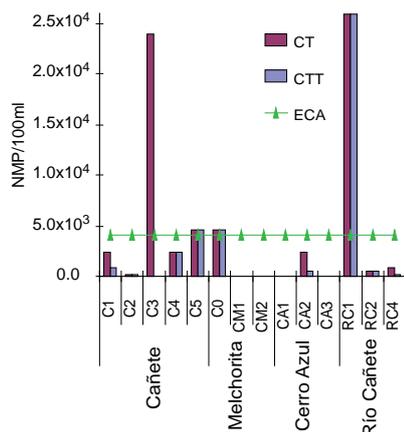


Figura 42.5. Calidad microbiológica en Cañete, mayo 2009.

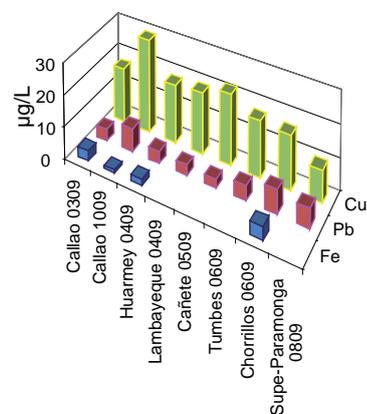


Figura 42.6. Valores máximos de metales pesados en agua de mar, 2009.

En octubre las **áreas costeras de San Bartolo y Pucusana**, los valores máximos de coliformes totales y termotolerantes fueron mayores de  $2,4 \times 10^3$  NMP/100 mL, sobrepasando los límites establecidos para la clase V y VI de la LGA; condición ocasionada por la presencia de aguas residuales. Por línea costera presentaron valores de  $DBO_5$  de 1,0 a 5,06 mg/L, el máximo se registró en el muelle de pescadero

de Pucusana (Est.B), lo cual indica una acumulación significativa de materia orgánica debida al intenso tráfico marítimo que presenta esta área, pero que no llegó a exceder los límites permisibles para las clases de agua V y VI de la LGA (Fig. 42.3).

En agosto y noviembre, el **área costera de Supe y Paramonga** presentó bajos valores de  $DBO_5$ , dentro de lo establecido para las clases V y VI de la LGA. En noviembre se encontró mayor número de áreas con contaminación microbiológica que sobrepasaban ampliamente los límites de la clase VI de la LGA (4000 NMP/100 mL) (Fig. 42.4). Los elevados valores de  $DBO_5$  en el Puerto (Est. A) y la zona industrial de Supe (Est. B), indicaron gran concentración de materia orgánica, causada por las actividades pesqueras en esta época del año. Los sólidos suspendidos totales fueron mayores a 100 mg/L a nivel superficial y de fondo, y los sulfuros se encontraron más elevados en agosto (0,16 mg/L), sobrepasando los estándares de calidad.

En mayo, en la **zona marino costera de Cañete**, se observaron elevados valores de coliformes totales y termotolerantes en las estaciones C3 (ZM) ( $> 2,4 \times 10^4$  NMP/100 mL) y la RC1 ( $4,6 \times 10^4$  NMP/100 mL) de la desembocadura del río Cañete, que sobrepasaron los límites establecidos para la clase V y VI de la LGA (Fig. 42.5). Los sólidos suspendidos totales (SST) estuvieron en el orden de 110 mg/L a nivel de superficie y fondo, los sulfuros solo resultaron altos en Cerro Azul con un máximo de 0,0770 mg/L. Los aceites y grasas superaron lo estipulado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental en las playas de Cañete (16,5 mg/L).

La **zona costera de Lambayeque** en abril y mayo 2009 mostró focos de contaminación microbiológica en la desembocadura de los ríos Reque y Zaña y de los drenes 3100 y 4000, los cuales afectaron la calidad del agua de mar de esta zona litoral, los máximos de coliformes totales y termotolerantes ( $> 2,40 \times$

$10^5$  NMP/100 mL) se detectaron en el dren 3100. Los sólidos suspendidos totales y sulfuros registrados en estas zonas sobrepasaron el estándar de calidad acuática.

**San Juan de Marcona** en marzo y diciembre 2009, presentó valores de  $DBO_5$  menores de 10 mg/L y los coliformes totales y termotolerantes fueron menores a 1000 NMP/100 mL, cumpliendo con los requisitos calidad acuática establecidos en la LGA.

La **bahía de Pisco** presentó valores de  $DBO_5$  que variaron desde menos de 1,00 a 13,24 mg/L y los indicadores de contaminación fecal, de menos de 30 a  $2,3 \times 10^2$  NMP/100 mL; los que fueron superiores al límite máximo establecido para la clase V de la LGA. El área de Pisco alcanzó los valores más elevados de sulfuros de hidrógeno en enero y marzo (0,6861 y 0,493 mg/L, respectivamente) asociados a la actividad industrial.

Las **áreas de Végueta, Carquín, Huacho y Chancay** mostraron valores de coliformes mayores a 20000 NMP/100 mL y superaron ampliamente los límites establecidos en la LGA para las clase V y VI. Esta zona marina y costera presentó de forma crónica una gradiente de contaminación microbiológica (Carquín > Chancay > Végueta).

El **área de Huarmey** en abril y diciembre alcanzó los máximos valores de SST (459,4 mg/L) en la línea litoral, por mar a nivel de superficie y en el fondo fueron mayores o igual a 100 mg/L.

#### CONTENIDO DE TRAZAS DE METALES EN ÁREAS LITORALES SELECCIONADAS

Durante el 2009 el contenido de trazas de metales en agua de mar fue variable. El máximo de cobre total (25,03 µg/L) se observó en el Callao, en octubre; también se registro una elevada concentración en Tumbes en el mes de junio (21,85 µg/L) (Fig. 42.6). Estas altas concentraciones superaron lo estipulado en la LGA para la clase V, pero no lo estipulado en los Estándares Nacionales de Calidad

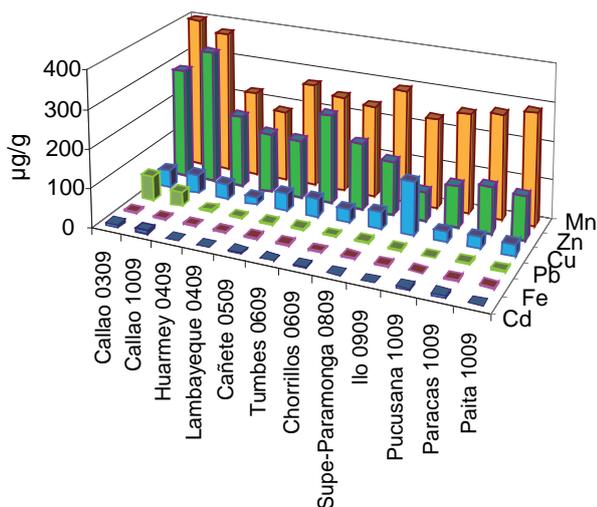


Figura 42.7. Valores máximos de metales pesados en sedimentos superficiales, 2009.

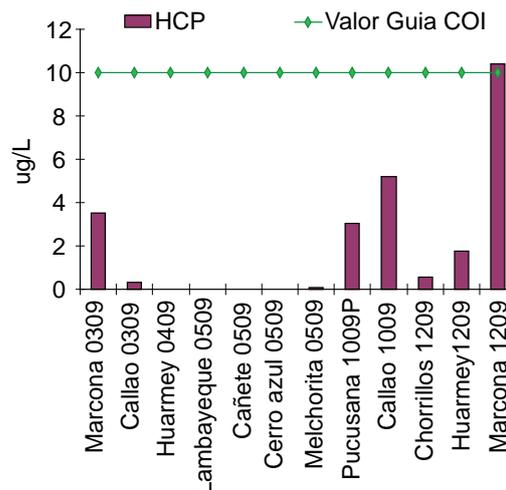


Figura 42.8. Valores de hidrocarburos de petróleo en agua en 2009.

Ambiental (0,05 mg/L = 50 µg/L). El plomo total llegó al valor más elevado en el Callao (7,28 µg/L) en octubre; muy cercano al valor límite estipulado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (8,1 µg/L)

En Huarmey, en abril se halló un rango de cobre total en agua a nivel superficial entre 9,56 y 18,31 µg/L; la concentración más elevada se registró en la estación 4 (isla Corcovado). Los valores de plomo en superficie variaron de 0,17 a 3,77 µg/L; el cobre y plomo no superaron lo estipulado en los estándares nacionales de calidad, el cadmio estuvo por debajo del límite de detección del método (<0,53 µg/L).

En abril, el muestreo en Lambayeque reveló un rango de cobre total en agua a nivel superficial de 7,46 a 19,19 µg/L, el cual no superó lo estipulado en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (50 µg/L). El plomo total en superficie varió de 1,17 a 3,25 µg/L, sin superar lo estipulado en dichos estándares (8,1 µg/L).

El muestreo en isla Lobos de Tierra y la zona litoral de Lambayeque, en mayo, reportó un rango de cobre total en agua de 8,68 a 12,66 µg/L. La concentración más eleva-

da se registró en la zona del Dren 4000. El plomo total varió de 1,78 a 2,16 µg/L registrándose el valor más elevado en la estación del Dren 3000.

La evaluación de los sedimentos superficiales de las zonas marino costeras del Callao (marzo y octubre), Huarmey (abril), Lambayeque (abril), Cañete (mayo), Tumbes (junio), Chorrillos (junio), Supe-Paramonga (agosto), Ilo (septiembre), Pucusana (octubre), Pisco-Paracas (octubre) y Paíta (octubre) presentaron los valores más elevados en manganeso en el rango de 373,57 µg/g a 400 µg/g (Fig. 42. 7).

Así mismo, las concentraciones de zinc fueron elevadas, presentando valores mayores de 340 µg/g para Callao y 230 µg/g para Tumbes. Los valores registrados en general no superaron el nivel de riesgo estipulado en la tabla de protección costera de los Estados Unidos (1995). Los valores promedio más elevados de cadmio de 9,05 µg/g y plomo de 63,61 µg/g, se registraron en el Callao. Este valor de cadmio superó el probable nivel de efecto de la Tabla de Protección Costera de los Estados Unidos (4,21 µg/g).

### TRAZAS DE METALES EN ORGANISMOS

Los niveles significativos de cobre total que superaron lo estipulado por la FAO (10 µg/g en base seca), se registraron en las quelas del cangrejo peludo hembra y macho colectados en Huarmey en abril 2009. En mayo, en vísceras de caracol, de la isla Lobos de Tierra y la zona litoral de Lambayeque, se registraron niveles significativos de cobre total que superaron lo estipulado por la FAO (10 µg/g en base seca).

### CONTENIDO DE HIDROCARBUROS DE PETRÓLEO DISUELTOS

Los valores de hidrocarburos de petróleo disueltos en agua en las zonas marinas y costeras evaluadas durante el año 2009, cumplieron con los estándares de calidad acuática (ECA) de 10 µg/L, excepto el valor promedio hallado en Marcona que sobrepasó ligeramente este valor (Fig. 42.8).

En sedimentos marinos se presentó el máximo valor (5,94 µg/g) en el Callao en el mes de marzo, el cual estuvo dentro del límite permisible establecido por la Comisión Oceanográfica Internacional COI (10 µg/g).

## OBJETIVO ESPECÍFICO 43

### INVESTIGACIÓN ORIENTADA AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN LA ZONA MARINO COSTERA

Durante el 2009, se trabajaron áreas seleccionadas de la costa, y se obtuvo mayor información espacial georreferenciada en base a teledetección, con la finalidad de construir herramientas para la gestión de la zona marino costera. Con estas herramientas se elaborarán los mapas temáticos y las unidades ecológicas para Zonificación Ecológica y Económica (ZEE), componente esencial para establecer el Ordenamiento Territorial (OT).

#### 43.1. ZONA COSTERA DE LACRAMARCA Y SECHÍN - CASMA

En diciembre de 2009 se llevó a cabo la prospección en la zona de

los valles de los ríos Lacramarca (Fig. 43.1) y Sechín (Fig. 43.2), en Casma. La información fue analizada para determinar los diferentes usos del territorio en la cuenca baja de los valles mencionados, validando las imágenes satelitales y caracterizándolos espacialmente.

Las zonas evaluadas complementan los trabajos anteriores en la cuenca del Lacramarca (Tangay, La Aguada, Monte Sarumo y Cascajal); el valle de Sechín (Huanchuy, Puyor, El Olivar, Cahuacucho, Buena Vista y Sechín). Se registraron 134 puntos de referencia para la validación de la imagen satelital, (Figuras 43.1 y 43.2, puntos amarillos).

se tomaron muestras de agua en el río, acequias principales y demás cuerpos de agua para determinar la calidad acuática de esta zona.

#### 43.2. PROSPECCIÓN DE LA ZONA MARINO COSTERA DE ITE Y SAMA

Durante los días 18, 19 y 20 de diciembre se estudió la zona costera de Ite, la cuenca del río Locumba y la cuenca baja del Sama de la Región Tacna, para identificar, delimitar y validar los cursos de agua y cuerpos de agua de mar mostrados en imágenes satelitales Landsat, con la finalidad de elaborar mapas temáticos de uso del suelo en la zona costera del litoral de esta Región del sur peruano (Fig. 43.3)



Figura 43.1.-Cuenca Lacramarca

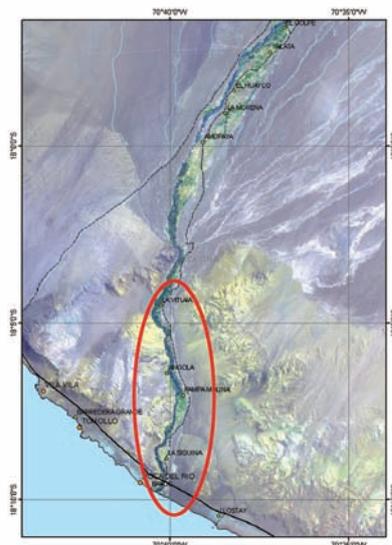


Figura 43.3. Área prospectada en la cuenca del río Sama.



Figura 43.2.- Cuenca del valle Sechín, Casma.

## OBJETIVO ESPECÍFICO 44

### INVESTIGACIÓN Y VIGILANCIA DE LOS IMPACTOS EN LAS COMUNIDADES Y ORGANISMOS ACUÁTICOS

#### 44.1. PRUEBAS CON AGUAS RESIDUALES DEL COLECTOR TABOADA

Se realizaron pruebas ecotoxicológicas usando individuos de conchas de abanico, *Argopecten purpuratus*, exponiéndolos a las aguas residuales del colector de Taboada (Fig. 44.1), con el objetivo de determinar la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) del efluente. Se determinó una  $CL_{50}$  de 19,45% en un tiempo de 96 horas.

También se realizaron pruebas para determinar la inhibición media de la fertilización del erizo *Arbacia spatuligera*. La concentración de inhibición media ( $CI_{50}$ ) fue de

3,42%. La concentración más alta en la cual el porcentaje de fertilización no difiere significativamente con respecto al control (NOEC) fue de 0,35%. Estos valores nos indican una alta toxicidad.

Determinamos el efecto de las aguas del colector de Taboada sobre el consumo medio de oxígeno (CMO), ( $\mu LO_2 \cdot ind^{-1} \cdot h^{-1}$ ) y el consumo específico de oxígeno (CEO), ( $\mu LO_2 \cdot mg^{-1}$  (peso seco)  $ind^{-1} \cdot h^{-1}$ ) en ejemplares de concha de abanico. En el laboratorio los especímenes fueron expuestos a diferentes diluciones del efluente por un periodo de 45 días. Después se evaluó el CMO y CEO utilizando

una cámara respirométrica y un multiparámetro Hanna 9828 (Fig. 44.2). Los individuos expuestos al efluente consumen menos oxígeno que los individuos del control.

También se evaluó el riesgo ecológico en función del cociente de peligrosidad, considerando que valores superiores a 0,5% son niveles de efluentes; significativamente elevados; y tomando la concentración sin efecto ecológico el valor de la concentración más baja, donde se observa efecto (LOEC= 1,02%), las pruebas con erizo *Arbacia spatuligera* indican un cociente de peligrosidad de 4,9; valores superiores a 1,0 indican que existe riesgo ecológico.

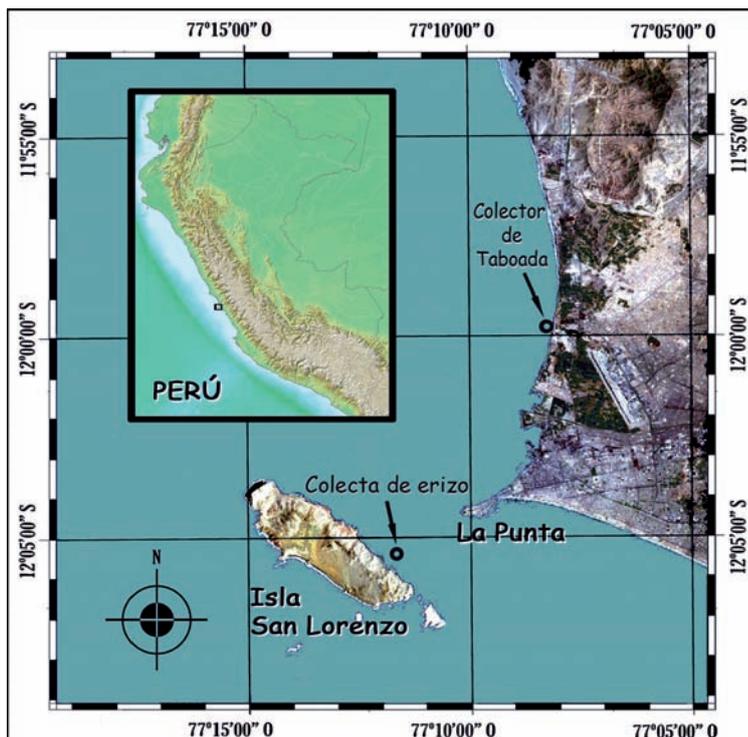


Figura 44.1. Ubicación del colector de Taboada y de la zona de colecta del erizo *Arbacia spatuligera*.



Figura 44.2. Cámara respirométrica y multiparámetro Hanna 9828.

## OBJETIVO ESPECÍFICO 45

### EVALUACIÓN DE PARÁMETROS LIMNOLÓGICOS EN CUERPOS DE AGUA DULCE

#### 45.1 PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL LAGO TITICACA

**Temperatura superficial.-** Durante el 2009 la TSL en la estación fija Muelle Barco de Chucuito (MB), tuvo una media promedio de 15,2 °C, anomalía positiva de +1,0 °C, el mínimo en julio (11,5 °C) y el máximo en diciembre (18,1 °C). La oscilación térmica media mensual se mostró similar al patrón SENAMHI 1996 – 2003, aunque ligeramente superiores (Fig. 45.1). Tendencia similar se observó en las estaciones fijas de la desembocadura del río Ramis (DR) y Muelle Juli (JL).

**Oxígeno disuelto.-** Registró una media de 7,44 mg/L, con variaciones entre 5,73 mg/L (marzo) y 8,85 mg/L (agosto). La relación oxígeno – temperatura se muestra inversamente proporcional, con los valores más elevados de oxígeno entre los 11 y 15 °C (Fig. 45.2).

**Conductividad.-** Se registró un promedio de febrero a diciembre de 1396  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con mínimo de 1328  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (abril) y un valor máximo de 1587  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (diciembre) (Fig. 45.3).

**Nivel hídrico.-** El nivel promedio del lago en el 2009 tuvo su máximo en marzo (3809,36 m de altitud) y el mínimo en noviembre (3808,025 m). Este nivel fue menor que el registrado el 2008 (Fig. 45.4).

#### 45.2.- PARÁMETROS LIMNOLÓGICOS EN PERFILES SELECCIONADOS DEL LAGO TITICACA

En noviembre y diciembre 2009, a bordo de la LIC IMARPE VIII, se realizó el monitoreo limnológico en dos perfiles seleccionados, a profundidades estándar (0, 25, 50 y 100 m).

**Temperatura.-** Las isotermas mostraron una tendencia de estratificación horizontal, con mínimo

de 14,25 °C cerca a puerto Acosta (diciembre) y máximo de 16,57 °C frente a la isla Amantaní (noviembre). Los valores más bajos de TSL se registraron en la zona media del lago Mayor, con una variación de 3 °C hasta los 100 m de profundidad.

**Oxígeno disuelto.-** El oxígeno disuelto en superficie fue mayor a 6 mg/L, excepto en una estación entre Puerto Acosta – Villa Soca (5,36 mg/L en diciembre). Por debajo de los 50 m hubo mayor variación.

**pH.-** El pH en superficie fue de 8,61 (noviembre) a 9,33 (diciembre); y en la columna de agua los valores se mostraron constantes mayores a 8,0. Es decir hubo tendencias alcalinas.

**Transparencia.-** Entre 5 y 6 m de profundidad, estos valores fueron bajos en la bahía de Puno; y la turbidez varió entre 0,67 y 1,90 NTU. En el lago Mayor, se encontraron valores mayores a 1,00 NTU.

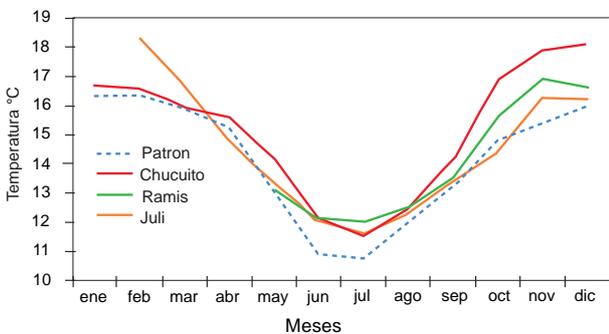


Figura 45.1.- Variación de la TSL en 3 estaciones fijas de Puno: Chucuito, Ramis y Juli. 2009.

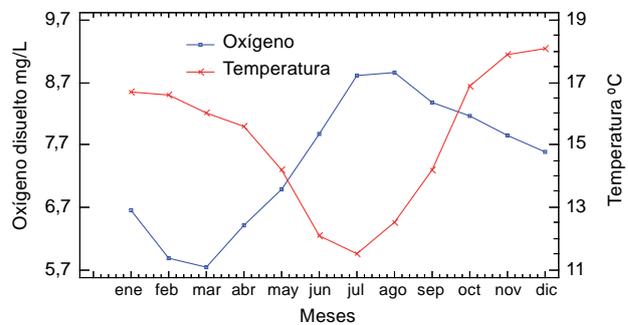


Figura 45.2.- Variación del oxígeno disuelto superficial en el lago Titicaca. Estación MB. 2009.

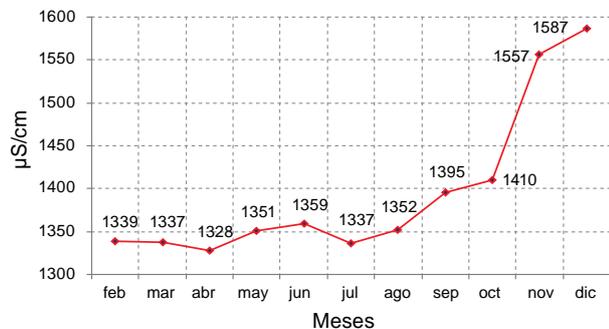


Figura 45.3.- Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en el Lago Titicaca. Febrero - diciembre 2009.

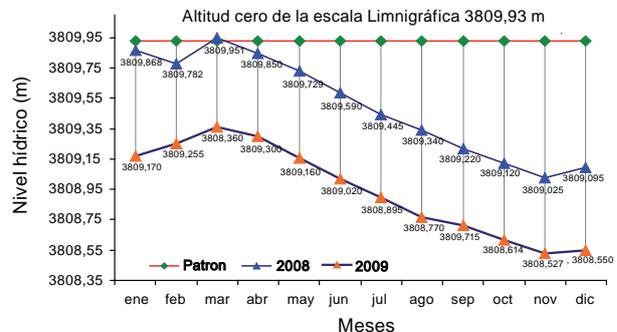


Figura 45.4.- Nivel hídrico del lago Titicaca. 2009.

Tabla 45.1.- Valores de los principales parámetros fisicoquímicos registrados en la Zona - Ramis.

	Temp Agua (°C)	Temp. Aire (°C)	Oxígeno disuelto (mg/L)	O <sub>2</sub> %	pH	CO <sub>2</sub> (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Dureza (mg/L)	Conduct (µS/cm)
Min	12,8	13,7	4,15	75,8	9	2	120	290	660
Max	14,5	22,5	5,43	95,6	9,3	16	160	324,9	1319
Media	14	17	4,58	83,2	9,1	6,5	140	306,9	1259

	TDS (mg/L)	Cl (mg/L)	NaCl (mg/L)	SST (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Fosfato (mg/l)	SiO <sub>2</sub> (mg/l)	Clorofila "a"
Min	62	1	120	192	0,911	0,087	0,47	0,04	0,4
Max	659	13,4	320	512	1,601	0,152	1,907	0,53	0,9
Media	601,6	4,2	265	424	1,24	0,113	0,912	0,228	0,7

Tabla 45.2.- Valores de los principales parámetros fisicoquímicos registrados en la Zona Chucuito.

	Temp H <sub>2</sub> O (°C)	Temp. Aire (°C)	Transparencia (m)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	CO <sub>2</sub> (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Dureza (mg/L)	Conduct (µS/cm)
Min	14,1	9	3	4,29	9,2	4	120	290,7	1319
Max	15,4	16,2	5	5,43	9,6	14	160	444,6	1330
Media	14,9	10,8	4,1	4,72	9,3	8,3	136,2	335,5	1322,9

	TDS (mg/L)	SST (mg/L)	Cl (mg/L)	NaCl (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Fosfato (mg/l)	Clorofila "a"
Min	659	4,4	160	256	0,408	0,055	0,221	1,8
Max	665	26	320	512	1,601	0,87	1,106	4,2
Media	661,5	16	285,7	457,1	1,052	0,077	0,593	2,6

Tabla 45.3.- Valores de los principales parámetros fisicoquímicos registrados en la Zona Juli.

	Temp H <sub>2</sub> O (°C)	Temp. Aire (°C)	Transparencia (m)	Oxígeno disuelto (mg/L)	O <sub>2</sub> %	pH	CO <sub>2</sub> (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Dureza (mg/L)	Conduct (µS/cm)
Min	14,2	12,6	1,5	4,29	73,6	9,2	2	100	239,4	1317
Max	15,4	17,9	10	5,58	97,1	9,3	8	180	359,1	1326
Media	14,4	15	7,7	4,72	85,8	9,3	4,5	132	311,6	1321

	TDS (mg/L)	SST (mg/L)	Cl (mg/L)	NaCl (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Fosfato (mg/l)	SiO <sub>2</sub> (mg/l)	Clorofila "a"
Min	658	3,5	220	32	0,534	0,078	0,496	0,09	0,4
Max	663	19,7	360	576	1,382	0,133	0,981	0,43	1
Media	660,4	10,4	279	430,4	0,926	0,103	0,758	0,178	0,6

**Sólidos suspendidos totales (SST).**- En superficie variaron entre 2,39 mg/L (Escallani y Moho) a 8,37 mg/L frente a Moho, con un promedio de 4,44 mg/L.

**Sólidos disueltos totales (SDT).**- Indicaron una alta tasa de evaporación, y su contenido (753 - 797 mg/L) varió según zonas del lago.

**Fosfatos.**- En aguas superficiales el mínimo fue 0,21 mg/L (frente a puerto Acosta) y el máximo, 0,60 mg/L (frente a Escallani); en aguas profundas (10 a 50 m) se registraron entre 0,013 y 0,041 mg/L (frente a Villa Socca).

**Silicatos.**- En aguas superficiales, entre 0,12 mg/L y 0,41 mg/L (puerto Acosta); y de 0,27 mg/L (frente

a Escallani, a 25 m) a 0,55 mg/L (puerto Acosta a 50 m) 50 m de profundidad.

**Nitritos.**- En aguas superficiales, de 0,006 mg/L (Moho) a 0,035 mg/L en la Bahía Puno. En aguas del Lago Mayor las concentraciones son mínimas.

**Dióxido de carbono.**- En aguas superficiales varió de 10 a 18 mg/L (frente a Villa Socca). En la columna de agua las variaciones fueron mínimas.

**Sulfuros.**- La concentración fluctuó de 0,008 mg/L a 0,077 mg/L (frente a puerto Acosta).

**Clorofila-a.**- Los valores en aguas superficiales variaron de 0,3 mg/

m<sup>3</sup> (lago Mayor) hasta 3,9 mg/m<sup>3</sup> (Bahía Puno). En la columna de agua, hasta 25 m, entre 0,2 mg/m<sup>3</sup> (zona media del lago Mayor entre Villa Socca e isla Campanario) y 2,5 mg/m<sup>3</sup> (Bahía Puno).

**Dureza total (Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup>).**- Las aguas son duras, con 256 a 376 mg/L.

### 45.3.- CRUCERO DE CARACTERIZACIÓN BIODIAGNÓSTICA Y DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ZONA LITORAL DEL LAGO TITICACA EN ÁREAS SELECCIONADAS.

El crucero se realizó en julio 2009 a bordo de la embarcación *Nobleza Class*, en 4 áreas del lago: Bahía Interior (Chucuito – Punta Churo), Península de Capachica – Amantani, Ramis – Moho y Juli – Pomata.



Figura 45.5.- Ubicación de Zonas Potenciales con fines de acuicultura.

#### 45.4.- POTENCIAL ACUÍCOLA DE TRES ZONAS LITORALES SELECCIONADAS DEL LAGO TITICACA

Estudios realizados en julio y agosto del 2009, en las zonas de Conima, Moho y Yunguyo (Fig. 45.5).

**Zona de Conima.-** La TSL entre 12,2 en julio y 13,8 °C en agosto. pH a nivel superficial entre 8,32 y 8,73 en agosto y julio, respectivamente. A nivel de media agua y fondo los valores de pH se mostraron, con ligeras variaciones; la concentración promedio de oxígeno disuelto en superficie, media agua y fondo oscilaron de 4,17 mg/L (fondo) a 6,60 mg/L (superficie).

**Zona de Moho.-** La TSL, 12,5 a 13,6 °C. El pH fue mayor a 8,4; y el máximo 8,78 (julio). El promedio de oxígeno disuelto fue mayor

a 4,67 mg/L (nivel medio), y el valor más alto a nivel superficial fue 7,46 mg/L.

**Zona de Yunguyo.-** TSL, 12,3 °C en agosto y 13,6 °C en julio. El pH presentó valores por encima de 8,4; 8,7 fue el máximo a nivel superficial; la concentración promedio de oxígeno disuelto fluctuó entre 6,03 mg/L y 6,85 mg/L.

#### 45.5 CONCLUSIONES

En la estación fija MB, los valores medios de oxígeno disuelto, se encuentran dentro de los rangos óptimos para la vida acuática y la actividad acuícola. Respecto a los Estándares Nacionales de Calidad ambiental para agua – ECA, para la categoría A (lagunas y lagos) se encuentra por encima del valor recomendado ( $\geq 5$  mg/L).

El nivel del espejo de agua del lago Titicaca durante el 2009, al igual que el 2008, tuvo tendencia decreciente, y no alcanzó su nivel promedio histórico.

La concentración de trazas de metales, especialmente arsénico superó los LMP en la zona de desembocadura del río Ramis, siendo necesario el monitoreo de esta área, porque es una de las principales zonas de alimentación y crecimiento de peces nativos e introducidos del lago Titicaca.

Si bien no se registraron grandes fluctuaciones en cuanto a parámetros como la temperatura del agua, pH, CO<sub>2</sub>, dureza y cloruros, sí existió gran variabilidad espacial de los mismos, lo cual hace muy difícil efectuar una caracterización “inmediata” de cada zona. Por tanto, se requiere continuar los estudios limnológicos que permitan conocer la dinámica espacio temporal de estos sectores.

En algunas zonas, las concentraciones de fosfatos excedieron los límites recomendables para evitar el desarrollo de especies indeseables (con los mayores valores en la zona de Ramis), sugiriendo su monitoreo a fin de proporcionar la información necesaria para el establecimiento de medidas de reducción de la eutrofización.

Las prospecciones realizadas en las zonas de Conima, Moho y Yunguyo, con fines de determinar el potencial acuícola, muestran condiciones limnológicas aparentes para el desarrollo de la truchicultura en la zona subpelágica, entre 15 y 50 m de profundidad.

Finalmente, es necesario precisar que los resultados indicados corresponden a una aproximación al conocimiento limnológico de áreas de gran importancia para el desarrollo de la actividad pesquera y acuícola dentro de la cuenca del lago Titicaca.

**LINEA DE INVESTIGACIÓN IV. 2**  
**BIODIVERSIDAD DE RECURSOS ACUÁTICOS**

**OBJETIVO ESPECÍFICO 46**

**INVENTARIO DE LA BIODIVERSIDAD MARINA PARA SU CONSERVACIÓN Y DIFUSIÓN**

**46.1 BIODIVERSIDAD EN PRADERAS DE ALGAS EN DIVERSAS LOCALIDADES DEL MAR PERUANO**

Durante el año 2009 se estudiaron las comunidades de macroinvertebrados asociadas a las praderas de macroalgas en la zona litoral norte-centro (*Eisenia cokeri* y *Macrocystis pyrifera*) y en el sur (*Lessonia trabeculata*).

El rizoide, o disco de fijación de las algas, fue considerado como la unidad de muestreo para el estudio de los organismos asociados a él. En cada localidad se colectaron mediante buceo hookah, en plantas cuyo diámetro mayor del rizoide (DMR) correspondiera a una planta adulta. Se anotó la densidad de las macroalgas empleando

como unidad de muestreo 2 m<sup>2</sup> de área. Se colectaron los organismos del macrobentos situado en los espacios entre plantas, utilizando un cuadrado de 25x25 cm. Los organismos fueron fijados en alcohol 70%. También se registró la TSM, profundidad y tipo de sustrato. La Tabla 46.1 contiene la información registrada sobre estructura poblacional de las praderas de macroalgas, los invertebrados asociados a los rizoides y a los espacios inter-plantas.

Tabla 46.1.- Algunas características de las praderas de macroalgas en el mar peruano y las comunidades de macroinvertebrados asociadas. Año 2009.

Características	<i>Eisenia cokeri</i>	<i>Macrocystis pyrifera</i>	<i>Lessonia trabeculata</i>	
	Región Áncash	Pucusana	Pisco	
DMR (cm)	>15	>10	15	
Profundidad (m)	2 – 9	3 – 10		
Calidad del sustrato	Rocas, arena, conchuela	Bloques rocosos, arena gruesa		
Densidad (Plantas/2,0 m <sup>2</sup> )	Rango	Hasta 31		
	Promedio	8,5 ± 4,7	11,8 ± 10,5	
DMR (cm)	Promedio	17,3 ± 4,9	7,3 ± 3,0	
	Máximo	29,0	13	
	Mínimo	8,0	2	
LT (cm)	Promedio	141,07 ± 42,0	168,7 ± 98,4	
	Máximo	246,0	360	
	Mínimo	40,0	23	
PT (kg)	Promedio	1,55 ± 1,0	0,5 ± 0,4	
	Máximo	3,8	1,1	
	Mínimo	0,25	0,05	
Macroinvertebrados en los discos de fijación	Nº rizoides observados	10	12	27
	Nº. morfoespecies	102	87	74
	Nº phyla	11	9	8
	Arthropoda (spp.; %)	27; 51,6%	24	27; 31,9%
	spp. más frecuentes	Gammaridea	(escasos)	Gammaridea
	Mollusca (spp.; %)	23	22; 28,1%	24, 44,8%
	spp. más frecuentes	(escasos)	<i>Crepidatella dilatata</i>	<i>Calyptrea californica</i>
	Annelida (spp.; %)	38; 20,4%	34	12
	spp. más frecuentes	<i>Syllis</i> sp.; <i>Polydora</i> sp.	<i>Syllis</i> sp.	(escasos)
Macroinvertebrados en espacios inter plantas	Echinodermata (spp.; %)	1; 22,3%	1; 39,9%	
	spp. más frecuentes	<i>Ophiactis kroyeri</i>	<i>Ophiactis kroyeri</i>	
	Nº. morfoespecies	50	76	115
	Nº phyla	8	8	10
	Arthropoda (spp.; %)	22; 59,9%	19; 13,4%	26; 15,5%
	spp. más frecuentes	Gammaridea, <i>Megalobrachium</i>	Gammaridea y Ostracoda	Gammaridea
	Mollusca (spp.; %)	9; 22,3%	26; 28%	40; 34,6%
	spp. más frecuentes	<i>Tegula tridentata</i>	<i>Semimytilus</i> y <i>Caecum chilense</i>	<i>Aulacomya ater</i>
	Annelida (spp.; %)	12;	24; 48,1%	34; 38,3%
spp. más frecuentes	(escasos)	<i>Syllis</i> sp.; Capitellidae	<i>Syllis</i> sp.	

**Estructura de la comunidad asociada a los rizoides y a los espacios interplantas.-** En la Tabla 46.2 se anotan los índices de diversidad, los cuales indican valores altos, y en algunos casos se observan diferencias entre los índices calculados para la comunidad del rizoide y para la del espacio entre plantas. El análisis multivariado de similaridad (ANOSIM) confirmó las diferencias entre ellas.

El poliqueto *Syllis* sp.; los moluscos *Calyptrea trochiformis*, *Aulacomya ater*, *Tegula tridentata*, *Crepidatella dilatata*; el ofiuo *Ophiactis kroyeri* y el crustáceo Gammaridea 1, contribuyeron con los más altos porcentajes de disimilaridad entre ambas comunidades referidas a las tres especies de macroalgas estudiadas. Los moluscos determinaron un importante margen de disimilaridad entre los hábitats de las praderas de *L. tuberculata* y *M. pyrifera*. En el caso de *E. cokeri*, las especies que determinan mayores porcentajes de disimilitud fueron anfípodos, ofiuos y poliquetos.

La información obtenida sobre praderas de la macroalga parda *Eisenia cokeri* en Casma y Huarmey, evidencia su importancia ecológica como especie "ingeniero ecosistémico", asociada a la diversidad de especies dentro y fuera de los rizoides, similar a la encontrada en

Tabla 46.2.- Valores promedio de los índices ecológicos univariados aplicados a las comunidades presentes en rizoides y macrobentos de los espacios interplantas (considerada como área interdisco) para tres especies de algas pardas (n = número de muestras).

Índices ecológicos	<i>Eisenia cokeri</i>		<i>Macrocystis pyrifera</i>		<i>Lessonia trabeculata</i>	
	Disco de fijación (n=10)	Área interdisco (n=10)	Disco de fijación (n=12)	Área interdisco (n=8)	Disco de fijación (n=21)	Área interdisco (n=27)
Número de Especies	99	48	73	71	69	107
Número de Individuos	25410	804	9518	2892	2340	12548
Riqueza: Índice de Margalef	6,95 ± 3,20 **	1,67 ± 0,82 **	4,83 ± 2,17	4,20 ± 2,45	2,08 ± 1,44 *	4,54 ± 2,83 *
Diversidad: N1 de Hill	7,15 ± 3,91	5,24 ± 2,81	7,47 ± 3,14	8,90 ± 3,88	6,90 ± 4,18	8,08 ± 4,09
Equidad: Índice de Pielou J'	0,54 ± 0,11	0,72 ± 0,19	0,63 ± 0,12	0,72 ± 0,18	0,82 ± 0,09**	0,69 ± 0,14**
Dominancia : N2 de Hill	3,91 ± 1,93	3,93 ± 2,35	4,61 ± 1,85	5,79 ± 2,60	5,31 ± 3,17	4,88 ± 2,25

Prueba U de Mann-Whitney: \* p < 0,01; \*\* p < 0,001

otras especies de Laminariales. Esta especie, a pesar de no ser explotada en forma regular, en la zona se extrae ocasionalmente, y se considera potencialmente comercial.

## 46.2 COLECCIÓN CIENTÍFICA

La colección científica del IMARPE es centro de referencia, investigación y difusión del conocimiento de la fauna marina peruana. En el 2009 se ingresaron en la base de datos registros de organismos obtenidos de diferentes colectas, relacionadas con el *Inventario de la Biodiversidad del Mar Peruano*:

- **Monitoreo de Bancos Naturales de Invertebrados Marinos en la zona del Callao (Islas Palomino, Cabinzas y San Lorenzo):** 8 especies de algas, 44 especies de invertebrados (briozoos, cnidarios, crustáceos, equinodermos, moluscos y tunicados).

- **PECES:** 5960 registros (cada registro corresponde a un espécimen analizado), 27 órdenes, 63 familias, 177 géneros, 325 especies.- *Bitácora de la Colección Ictiológica*, con 5550 nuevos registros de 13 órdenes y 68 familias; el orden más representativo fue el de los Perciformes, con 38 familias. - 250 lotes de muestras procedentes de los cruceros.

- **INVERTEBRADOS:** Mantenimiento de 385 lotes de numerosas colectas anteriores (Polychaeta, Cnidarios,

Mollusca, Crustacea, Bryozoa, Tunicata, Sipunculida, Porifera, Nemertea, y Echiura).- 278 lotes que contenían: Mollusca 140, Crustacea 63, Polychaeta 34, Echinodermata 27, Cnidaria 8, Brachiopoda 4, Porifera 1.

- **CRUSTÁCEOS:** 30 lotes de cirrípedos para ordenamiento, clasificación y registro: Balanidae, Chthamalidae, Lepadidae, Poecilasmatidae, Scalpelidae y Tetraclitidae. Cabe destacar la inclusión de: (1) el cirrípedo *Stephanolepas muricata*, epibionte de la tortuga *Caretta caretta*; y (2) el alga parda *Eisenia gracilis* colectada en San Juan de Marcona, a 30 m de profundidad.

Se ha actualizado los nombres científicos de algunos peces y moluscos, especialmente de importancia comercial, para su incorporación en la Base de Datos IMARSIS. La lista se ha complementado con información sobre distribución geográfica.

## 46.3 CONVENIO DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

El IMARPE, como socio del Clearing-House Mechanism (CHM Perú), aloja el Nodo Temático Marino y Costero (NTMyC), y debe fortalecer el acceso al conocimiento de la información a través de redes de conexión. El desarrollo de este nodo va a permitir la difusión

e intercambio de información sobre diversidad biológica marina, coadyuvando al impulso de las investigaciones en temas en los cuales existen vacíos de información. Durante el 2009 no se han realizado nuevos aportes.

## 46.4 INCLUSIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN EL MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD

El año 2009 se ha incorporado el estudio de la biodiversidad con un enfoque ecosistémico, para desarrollar la conservación de la totalidad de las especies, comunidades naturales, hábitats y procesos ecológicos, en una escala compatible con aquélla en la que operan los ecosistemas, y reconocer las funciones y servicios de la biodiversidad. Se ha recopilado información para el establecimiento de Indicadores Ecosistémicos y Áreas Vulnerables, en base a la información sobre la biodiversidad registrada en los cruceros de la evaluación de la merluza realizados por el IMARPE. Se ha procesado la información desde el verano 1985 hasta el verano 2008, para estudiar las variaciones del número de especies en el tiempo. El análisis preliminar de la información muestra la coincidencia con los cambios oceanográficos ocurridos durante los eventos El Niño (incremento) y La Niña o eventos fríos (disminución).

## OBJETIVO ESPECÍFICO 47

### ESTUDIOS COMO BASE PARA LA CONSERVACIÓN DE ASPECTOS Y ECOSISTEMAS VULNERABLES

#### 47.1 ESTUDIO DE TIBURONES CON FINES DE CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE

Durante el año 2009 se han continuado los estudios en el Terminal Pesquero Zonal de Pucusaña, en la Región Lima (12°28,7'S, 76°47,8'W), uno de los lugares más importantes para los desembarques de tiburones en la costa central del Perú.

Se registraron nueve especies de tiburones y rayas: tiburón diamante, *Isurus oxyrinchus* (39,7%); tiburón azul, *Prionace glauca* (38,8%); tiburón martillo, *Sphyrna zygaena* (9,7%); raya águila 1, *Myliobatis chilensis* (4,3%); tiburón zorro, *Alopias vulpinus* (2,9%); peje gallo, *Callorhynchus callorhynchus* (2,5%); raya águila 2, *Myliobatis peruvianus* (1,5%); raya batana, *Dasyatis brevis* (0,4%) y tiburón pardo, *Carcharhinus brachyurus* (0,1%).

El estudio morfométrico se realizó en el tiburón diamante (1042 ejemplares) y en el tiburón azul (1020 ejemplares). Se utilizaron especímenes capturados por las embarcaciones espineleras y en menor proporción, por las cortineras. Los ejemplares fueron los llamados troncos, es decir, individuos a los que se les corta la cabeza, y las aletas dorsales, pectora-

les y caudal; por ello se utilizó un factor de conversión, que permite estimar la LT a partir de la medida de una longitud parcial del tronco, llamada longitud interdorsal.

La talla mínima de captura (TMC) y la tolerancia máxima de ejemplares juveniles a extraer, fijadas por la Resolución Ministerial N°209-2001-PE, son: para el tiburón azul, 160 cm LT y 15% de juveniles; y para el tiburón diamante, 170 cm LT y 15% de juveniles

La LT del tiburón azul varió de 105 a 305 cm (Fig. 47.1); talla media 179,7 cm; y la proporción sexual ♂♂:♀♀ = 5,4:1. El 30,4% de los ejemplares fueron menores que la TMC

La LT del tiburón diamante tuvo el rango de 65 a 265 cm (Fig. 47.2); talla media 121,5; y la proporción sexual ♂♂:♀♀ = 1,29:1. El 60,1% de los ejemplares fueron menores que la TMC.

#### 47.2 ELABORACIÓN DE UNA "GUÍA DE CAMPO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES TIBURONES DEL OCEANO PACÍFICO ORIENTAL

Un acuerdo tomado en el "Taller interregional para la ordenación y conservación de tiburones en el Pacífico Oriental", Mazatlán,

México, diciembre 2008, se propuso preparar y publicar, en el corto plazo, una "Guía de campo para la identificación de los principales tiburones del Océano Pacífico Oriental (OPO)". Considerando los lineamientos elaborados por los especialistas asistentes, después de un año de trabajo, con participación del IMARPE, y financiamiento del Grupo de Trabajo en Pesquerías del APEC, se finalizó el documento a inicios del 2010, el cual, además de facilitar la correcta identificación de las especies de tiburones de importancia científica y de va-

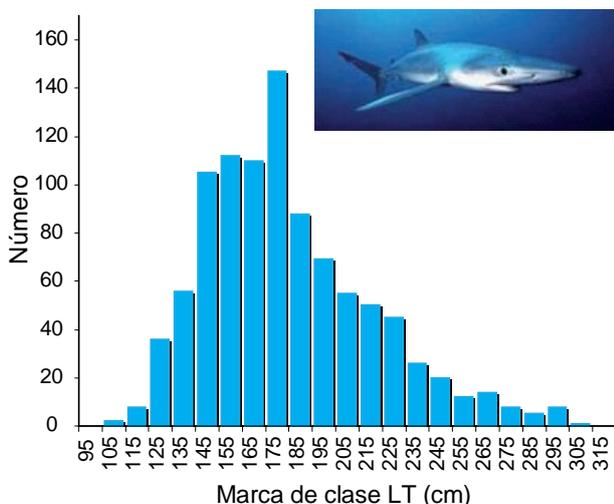
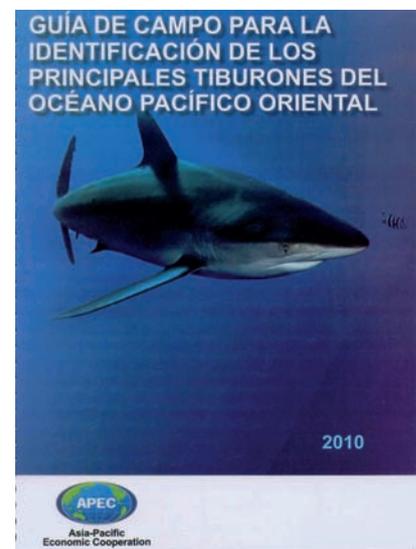


Figura 47.1. Distribución de frecuencia de tallas del "tiburón azul" *Prionace glauca*.

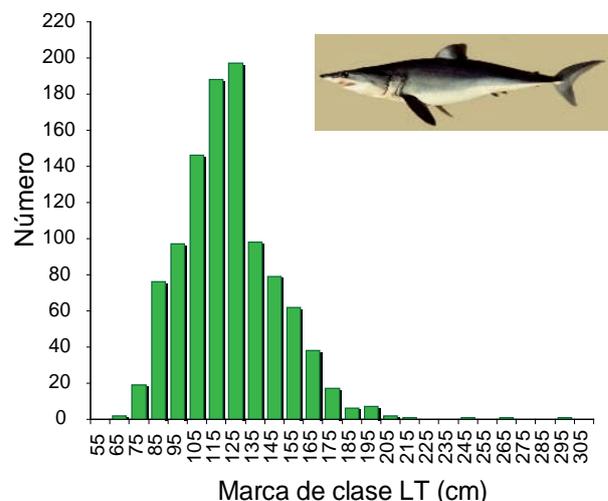


Figura 47.2. Distribución de frecuencia de tallas del "tiburón diamante" *Isurus oxyrinchus*.

lor comercial será una herramienta útil para realizar registros estadísticos más detallados de estas especies en los países de la región.

### 47.3 REUNIONES CIENTÍFICAS

#### 47.3.1 Taller Peruano de Socialización del Plan de Acción Regional para la Conservación y Manejo de Tiburones en el Pacífico Sudeste.

Organizado por la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), y se realizó el 31 de julio del 2009. El objetivo fundamental fue contribuir con los países miembros de la CPPS para su participación en el "Plan Regional para la Conservación y Manejo de Tiburones en el Pacífico Sudeste"; y a la vez lograr el reconocimiento y valoración de este Plan Regional por las autoridades en cada país, con el fin de concretar su oficialización y acogida como instrumento técnico y jurídico para la Región, en la próxima Asamblea Ordinaria de la CPPS.

Participaron 25 personas, representantes de la CPPS, IMARPE, Ministerios de la Producción y del Ambiente, Universidades Cayetano Heredia y Ricardo Palma, y las ONG: APECO (Asociación Peruana para Conservación de la Naturaleza) y The Nature Conservancy, y la FIUPAP (Federación de Integración y Unificación de los Pescadores Artesanales del Perú).

Las conclusiones y recomendaciones más importantes del Taller fueron:

- El Plan de Acción Regional de Tiburones (PAR-Tiburón) es beneficioso para la orientación del Plan de Acción Nacional de Tiburones (PAN-Tiburón).
- Es pertinente recomendar su aprobación a nivel político.
- Trabajar en la recopilación de la información técnica necesaria para el PAN-Tiburón de Perú y para el Sistema de Información para Biodiversidad Marina y Áreas Protegidas del Pacífico Sudeste (SIBIMAP).

d) Estudiar el SIBIMAP más a fondo para su posterior adaptación a las necesidades de PAR-Tiburón.

e) Lograr la actualización y publicación oficial del PAN-Tiburón para cumplir con los compromisos regionales e internacionales referidos a este tema.

#### 47.3.2 Taller Regional de Socialización y Articulación del Plan Regional de Protección y Manejo de Tiburones en el Pacífico Sudeste (PAR-Tiburón), Guayaquil, Ecuador.

Fue organizado por la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) y la ONG Conservación Internacional (CI).

El objetivo general del taller, fue contribuir con las Autoridades de los Países Miembros de la CPPS para la implementación de los Planes de Acción Nacional-PAN sobre Conservación de Tiburones, en el marco del "Plan de Acción Regional PAR-Tiburón en el Pacífico Sudeste", y del Plan de Acción Internacional-PAI de la FAO; a la vez de lograr el reconocimiento y valoración del PAR-Tiburón a nivel regional para concretar su oficialización y acogida como instrumento técnico y jurídico en la próxima Asamblea Ordinaria de la CPPS.

Los países participantes en el mencionado evento fueron: Chile, Perú, Ecuador, Colombia. Asistieron los representantes de la CPPS, CI, Dpto. del Estado de los EUA, Shark Specialist Group IUCN, Marine Research and Conservation in the Pacific, Smithsonian Tropical Research Institute, Programa de Restauración de Tortugas Marinas.

Se aprobaron las siguientes recomendaciones:

- Las similitudes y/o diferencias de los PAN-Tiburón con el PAR-Tiburón,
- La identificación de las áreas donde hace falta mayor coordinación entre países para la articulación de los Planes Nacionales y el Regional.

- Adoptar los Términos de Referencia del Comité Técnico-Científico del PAR-Tiburón.

- Por conducto de la Secretaría General de la CPPS, el documento final aprobado de Términos de Referencia de la Comisión Técnico Científica del PAR-Tiburón (CTCPAR), se presentará a las Cancillerías de los países miembros de la CPPS, para su revisión y aprobación política.

- Una vez así creada la CTCPAR, revisará más a fondo el Marco Lógico del Plan de Trabajo del PAR-CPPS y el mismo Plan.

- Utilizar el SIBIMAP en el marco del PAR-Tiburón y de las funciones y actividades del CTCPAR. Con este fin la Secretaria General de la CPPS apoyará el desarrollo de un Módulo del SIBIMAP dedicado a Tiburones y al PAR-Tiburón. Esta información y servicio deben ser de carácter público.

- Establecer vínculos tecnológicos entre el SIBIMAP y las Bases de Datos existentes en cada país de la Región del Pacífico Oriental, para evitar la duplicidad de esfuerzos de recolección de información en sus módulos, y, en particular, en el nuevo Módulo dedicado a los Tiburones y al PAR-Tiburón.

- Crear un "Programa de Enseñanza Estandarizada sobre Conservación y Manejo de Tiburones", a cualquier nivel (gubernamental, académico, de investigación, observadores, ONG, etc.) en todos los países miembros de la CPPS, con aplicación Nacional y a nivel de la Región del Océano Pacífico Oriental.

#### 47.3.3 Fortalecimiento de las capacidades para incrementar el conocimiento de la biodiversidad marina y costera peruana.

Por razones obvias, la protección de la diversidad biológica del ecosistema marino despierta un claro

---

interés común para la región y el mundo. Considerando que más del 66% de la población mundial vive en la zona costera, la biodiversidad marino-costera está cada vez más expuesta a diferentes presiones antrópicas (pesca, deportes, turismo, minería, contaminación urbana, contaminación industrial, etc.). Los hábitats se fragmentan, se degradan o se pierden, y las especies se ven afectadas a nivel poblacional y en las comunidades. La creación de Áreas Marinas Protegidas (AMP) y la creación de sistemas o redes de AMP constituyen herramientas promisorias para el

ordenamiento costero y un mecanismo vital para afrontar esas amenazas.

Por tal motivo, el Curso-Taller: **“DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS”** se desarrolló en la sede central del IMARPE, del 22 al 26 de junio 2009 dictado por 3 especialistas colombianos del Instituto de Investigaciones Marinas Costeras de Colombia (INVEMAR): Ph.D DIEGO L. GIL AGUDEJO; M. Sc. DAVID ALONSO CARBAJAL; e Ing. CAROLINA SEGURA QUINTERO). El curso-taller capacitó sobre los procesos

ecológicos y los diversos factores que amenazan las AMP; hizo hincapié en los métodos y criterios de zonificación de las AMP, y la formulación de instrumentos para su gestión. Estos temas son de gran importancia en nuestro país, donde se observa un creciente deterioro ambiental, y donde es trascendente la implementación de AMPs con criterios técnicos, como uno de los mecanismos para la protección de nuestra biodiversidad.

Para el 2010, se tiene programado el II Curso-Taller sobre la aplicación de lo aprendido.



## V. SEDES DESCENTRALIZADAS DEL IMARPE

### V.1 SEDE DEL IMARPE EN TUMBES (IMARPE TUMBES)

#### V.1.1 CONDICIONES AMBIENTALES

La temperatura en la superficie del mar (TSM) en las aguas costeras adyacentes a caleta La Cruz varió de 25,6 °C (octubre) a 27,4 °C (diciembre), con promedio anual de 26,6 °C, que fue 0,1 °C menor al promedio 2008 (Figura V.1.1A). De acuerdo a estos valores, las condiciones ambientales en el 2009 fueron similares a las del año anterior. La precipitación mensual registrada en la estación SENAMHI en caleta La Cruz (Fig. VI.1.1B) fue significativamente menor a la registrada durante el 2008 (-45,2 mm).

Tabla V.1.1.- Desembarques (t) en la jurisdicción de la Sede del IMARPE en Tumbes, 2009.

Pesquería	Número Especies	Descarga (t)	F (%)
Invertebrados marinos	25	69.940,8	84,3
Peces	151	13.008,0	15,7
Quelonios (Tortugas)*	2	0,2	0,0003
Mamíferos (Delfines)*	1	0,04	0,00004
<b>Total general</b>	<b>195</b>	<b>82.949,1</b>	<b>100,0</b>

\* Captura incidental

#### V.1.2 SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS

**Desembarque.-** La Tabla V.1.1 resume los tonelajes desembarcados, número de especies y el porcentaje que representaron. Las especies más abundantes fueron: pota, *Dosidicus gigas* (84,2%); carajito, *Diplectrum conceptione* (3,0%); espejo, *Selene peruviana* (1,8%); chi-

ri, *Peprilus medius* (0,8%) y cágallo *Paralabrax humeralis* (0,8%), que en conjunto representaron el 90,6% del total desembarcado.

Destacó la virtual desaparición de la pota en Talara y Los Órganos, durante diciembre, por condiciones ambientales, que causaron su migración al sur y a profundizarse.

Tabla V.1.2.- Rangos biométricos y tolerancia de juveniles de las especies reglamentadas. Sede IMARPE Tumbes. 2009.

Grupo y Especie	Rango (cm)	% Juveniles
<b>Pelágicos</b>		
Bonito	33 - 50	100,0% < 52 cm LH
Chiri ( <i>P. medius</i> )	17 - 33	40,3% < 23 cm LT
Jurel	38 - 47	0% < 31 cm LT
Machete de hebra	18 - 33	73,1% < 26 cm LT
Pámpano	26 - 49	84,4% < 41 cm LT
Sierra	33 - 74	93,2% < 60 cm LH
<b>Demersales</b>		
Anguila	26 - 81	2,7% < 42 cm LT
Bereche	13 - 29	49,0% < 18 cm LT
Cachema	15 - 46	24,4% < 27 cm LT
Cágallo	22 - 59	8,6% < 32 cm LT
Falso volador	21 - 37	0% < 20 cm LT
Lisa	29 - 44	505% < 37 cm LT
Merluza	22 - 71	2,1% < 35 cm LT
Suco	19 - 50	45,7% < 37 cm LT
<b>Invertebrados</b>		
Cangrejo de los manglares	38,4 - 98,2	23,8% < 65 mm AC
Concha negra	3 - 64	66,5% < 45 mm LV
Pota	260 - 950	
Pulpo	0,084 - 1,92	62,5% < 1 kg

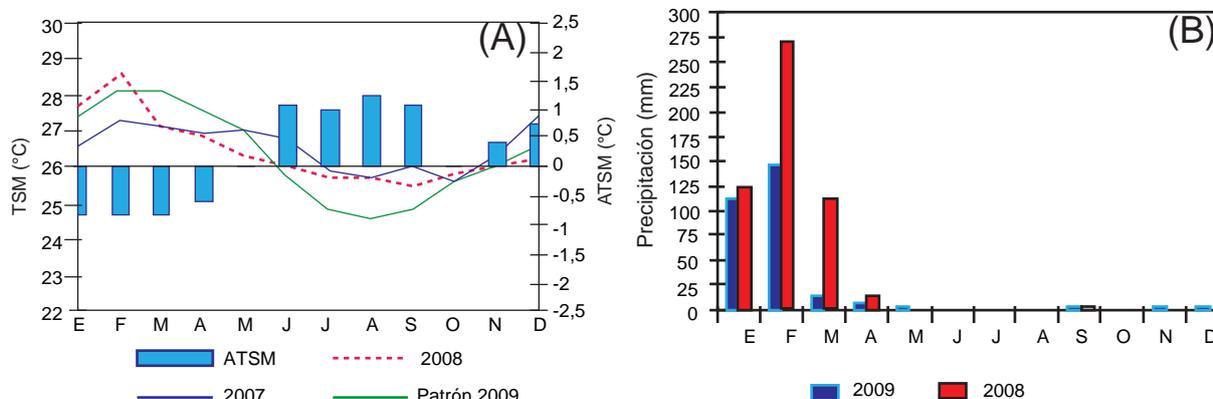


Figura V.1.1.- Variación mensual de la: A, TSM y ATSM en la estación fija de caleta La Cruz; y B, precipitación en la estación de SENAMHI, Tumbes, durante el 2009.

Los centros de desembarque más importantes fueron: Talara (76,9%), Los Órganos (7,0%), Puerto Pizarro (5,7%). Para algunas especies en particular, fueron: Talara, para pota (63.342,1 t); Puerto Pizarro, para carajito (2.241,3 t) y cágalo (320,1 t); y Cancas, para espejo (331,0 t). Los crustáceos más abundantes fueron el langostino, en Puerto Pizarro (8,2 t), y el cangrejo de manglar, expendido principalmente en el Centro de Acopio Tumpis (16,4 t). Entre los moluscos bivalvos, la ostra, extraída en las playas de la provincia Contralmirante Villar (10,9 t), y la concha negra, comercializada en el Centro de Acopio Tumpis (2,4 t).

**Monitoreo de especies reglamentadas.-** Se continuó el monitoreo de las especies reglamentadas, mediante el análisis de la estructura por tallas (o pesos) y la tolerancia de juveniles (Tabla V.1.2).

Los porcentajes de juveniles indicaron elevadas extracciones del stock inmaduro, situación que atenta contra la futura renovación de la población y por ende la disminución de los stocks explotables.

**Evaluación de especies de interés regional.-** Se continuó la evaluación de los recursos agujilla, carajito, chiri *P. snyderi*, espejo y ostra, para recomendar acciones de manejo que busquen su sostenibili-

dad en el tiempo.

**V.1.3 CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE BANCOS NATURALES DE INVERTEBRADOS MARINOS**

En abril, se estimó una densidad de 0,6 ind.m<sup>-2</sup> para el recurso concha negra (*A. tuberculosa*); 0,14 ind.m<sup>-2</sup> para concha huequera (*A. similis*); y 1,5 ind.m<sup>-2</sup> para concha tabaquera (*Prothotaca asperrima*).

La baja densidad registrada en concha negra, comparada con la del 2007 (1,3 ind.m<sup>-2</sup>), se debería a varios factores, entre los que destacan: 1) diversas fuentes de contaminación que impactan al ecosistema manglar, 2) fuerte presión extractiva dirigida mayoritariamente a la extracción de juveniles, y 3) contaminación de origen antropogénico que aqueja al ecosistema manglar. Las fuertes precipitaciones ocurridas en los veranos 2008 y 2009, ocasionaron la disminución de la salinidad en los canales de marea, lo que contribuyó a la depresión actual de esta pesquería, al provocar la muerte de adultos, juveniles y fases larvianas.

En julio, se estimó una densidad de 2,4 ind.m<sup>-2</sup> de cangrejo del manglar (*U. occidentalis*), encontrándose las mayores concentraciones en los canales de marea de la zona de Zarumilla. Este índice de abundancia se mantuvo respecto a la prospección efectuada en el

2007 (2,4 ind.m<sup>-2</sup>).

**V.1.4 INVENTARIO DE LA DIVERSIDAD HIDROBIOLÓGICA DE LA REGIÓN TUMBES**

Se consolidaron los datos obtenidos en la colección 2006 – 2008, en los tres ecosistemas acuáticos: marino-costero, manglares, y aguas continentales, de muestras para estudio de la diversidad de peces, crustáceos y moluscos de la Región Tumbes, mediante el reprocesamiento y estandarización de los formatos de muestreo. En 269 viajes se evaluaron 1.046 estaciones y se colectaron 15.828 muestras: (a) 11.135, 70%, en el ambiente marino – costero; (b) 3.078 muestras, 20%, en los canales de marea de los manglares, y (c) 1.615, 10%, en las aguas continentales.

Se identificaron 700 especies (Tabla V.1.3 y Figuras V.1.2 y V.1.3). Se contrastaron las especies identificadas con la bibliografía disponible y se detectó que existen 13

Tabla VII.3.- Número de especies identificadas por grupo taxonómico en los ecosistemas acuáticos de Tumbes, 2006-2008.

	Peces	Crustáceos	Moluscos	Total
Órdenes	26	4	13	43
Familias	91	38	69	198
Géneros	199	89	135	423
Especies	322	128	250	700

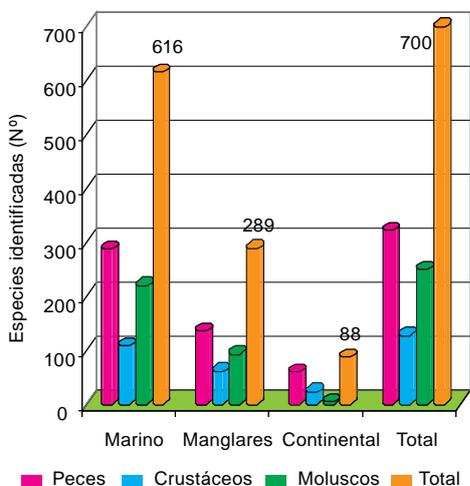


Figura V.1.2.- Especies identificadas por ecosistema y grupo de estudio en Tumbes (2006-2008).

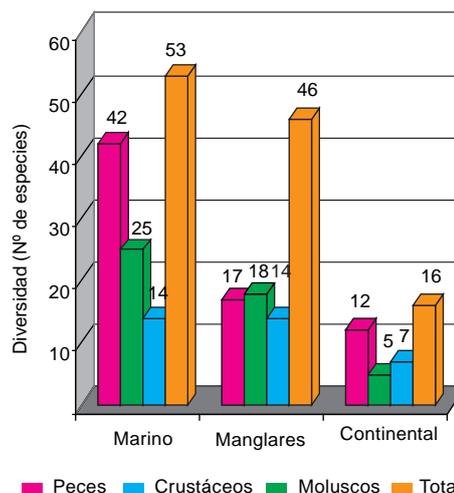


Figura V.1.3.- Diversidad por ecosistema y grupo de estudio en Tumbes (2006-2008).

posibles nuevos registros de peces para el mar peruano. Los crustáceos y moluscos se encuentran en revisión para determinar nuevos registros para nuestro país.

En el ecosistema marino se registró la mayor diversidad relativa (53 especies identificadas en una estación), mientras que en los manglares la mayor diversidad fue de 46 especies, y en el ecosistema continental, sólo llegó a 16 especies. En el ecosistema marino predominaron los peces, seguidos de los moluscos y crustáceos, en los manglares la predominancia fue de moluscos, seguido muy de cerca por peces y crustáceos. En el ecosistema de aguas continentales se encontró una diversidad máxima de 16 especies, dominando los peces, y en menor magnitud los crustáceos y moluscos.

#### V.1.5 INVESTIGACIONES EN PATOBIOLOGÍA Y SANIDAD ACUÍCOLA

**Cultivo de langostinos.-** De marzo a diciembre se determinó la prevalencia y distribución de diferentes agentes patógenos enzoóticos y exzoóticos de langostinos, en la zona de esteros de la Región Tumbes, en siete canales. Se colectaron 1926 langostinos entre juveniles y pre-adultos de las especies *L. vannamei*, *L. stylirostris* y *F. californiensis*. Utilizando la técnica de la PCR, se detectó la presencia de los patógenos NHPB (0,62%), IHHNV (0,31%), BP (1,61%) y WSV (2,75%). Las más altas infecciones se registraron en cuatro canales de marea: El Alcalde (10,79%), Jelí (5,05%), Algarrobo (4,51%), Envidia (2,26%) y no se encontró infección por los patógenos TSV, IMNV y PvNV. Es constante la presencia de diversos agentes patógenos en peneidos silvestres y su amplia distribución a lo largo del litoral tumbesino.

Se verificó la calidad sanitaria de postlarvas importadas por 34 empresas langostineras de Tumbes. Se analizaron por PCR 175 muestras de postlarvas y 2 de nauplios procedentes de 19 laboratorios de maduración y levantamiento larval de Ecuador. Se hallaron cuatro

patógenos infecciosos: IHHNV (9,60%); TSV (2,26%), BP (0,56%) y NHPB (0,56%). Es necesario contar con estrategias que eviten el ingreso de nuevas cepas virulentas de patógenos.

**Fauna parasitaria de peces potenciales para maricultura.-** Se identificaron los zooparásitos de dos especies de peces marinos potenciales para cultivo en la Región Tumbes: *Micropogonias altipinnis* (n= 92) y *Centropomus nigrescens* (n= 39). En el primero, se detectó 69,57% con *Tagia* sp. (Monogenea) y 4,35% con *Lernanthropus* sp. (Copepoda). En *Centropomus nigrescens* se detectó 66,67% de *Lernanthropus* sp. (Copepoda) y 2,56% de *Nerocila* sp. (Isopoda). La elevada prevalencia de algunos parásitos encontrados, indica que estos peces sometidos a cultivo podrían desarrollar índices parasitarios intensos, y son una amenaza potencial para la viabilidad de los cultivos. Es necesario desarrollar estrategias sanitarias para mantener poblaciones saludables de peces bajo cultivo.

#### V.1.6 CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS Y CALIDAD AMBIENTAL DE LA BAHÍA DE PUERTO PIZARRO Y ECOSISTEMA DE MANGLAR, REGIÓN TUMBES

Del 4 al 6 de junio 2009 se realizó la recolección de muestras en siete canales de marea, en dos estaciones en orilla, y 19 en mar llegando hasta aproximadamente 3 mn de la orilla.

La temperatura en la columna de agua de la bahía fue mayor cerca a la costa; disminuyó con la profundidad y en el fondo se registró mayor variación. La salinidad varió más en la superficie. En aguas de la bahía de Puerto Pizarro, la temperatura, salinidad y sólidos suspendidos totales (SST) presentaron menor valor y variación que en los canales de marea del manglar. En el canal de marea Soledad la temperatura fue 33 °C; OD, 9,08 mL/L; y salinidad, 34,155 ups. En ambos ecosistemas los silicatos fueron más abundantes que los nitritos.

La comunidad fitoplanctónica en la bahía tuvo mayor diversidad de dinoflagelados; en los canales de marea la diversidad de diatomeas fue favorecida por altos valores de temperaturas, OD y silicatos. Se hallaron escasas especies indicadores de FAN.

En cuanto a la CALIDAD ACUÁTICA DE LA BAHÍA, los parámetros OD, sulfuros, cobre y plomo, se registraron dentro de los límites de la Ley General de Aguas (LGA), pero en ambos ecosistemas las concentraciones de SST y aceites y grasas estuvieron por encima de estos límites. Las aguas superficiales de la bahía no presentaron contaminación por HAT, registrando concentraciones por debajo de 0,6 µg/L.

Las cargas de Coliformes Totales (CT) y Termotolerantes (CF) en la bahía fueron aceptables valores según los límites permisibles en la LGA para los usos IV, V y VI, excepto cerca del desembarcadero artesanal de Puerto Pizarro, donde ambos grupos de bacterias sobrepasaron los 2400 NMP/100 mL. Los CT excedieron los límites permisibles en todos los canales de marea; y en el canal Corrales la carga de CF se excedió.

#### V.1.7 CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS Y CALIDAD AMBIENTAL DE LA BAHÍA DE TALARA, REGIÓN PIURA

Del 11 al 13 de diciembre se muestrearon 10 estaciones en orilla y 26 en mar, hasta 1,5 mn de la costa. Los objetivos fueron los mismos que en la bahía de Puerto Pizarro en la Región Tumbes. Todavía no tenemos los resultados sobre contaminación en agua y sedimentos.

Durante el periodo de estudio predominaron vientos moderados (promedio 9,1 m/s); promedios de temperatura: ambiental 23,9 °C, TSM 22,5 °C y de fondo 22,1 °C. En superficie y fondo fueron semejantes las concentraciones medias de silicatos (14,07 µg-at/L); y de los nitritos (0,40 µg-at/L).

En la comunidad fitoplanctónica predominaron los dinoflagelados: *Ceratium furca*, *C. dens*, *C. massiliense*, *Dinophysis caudata*, *Proto-*

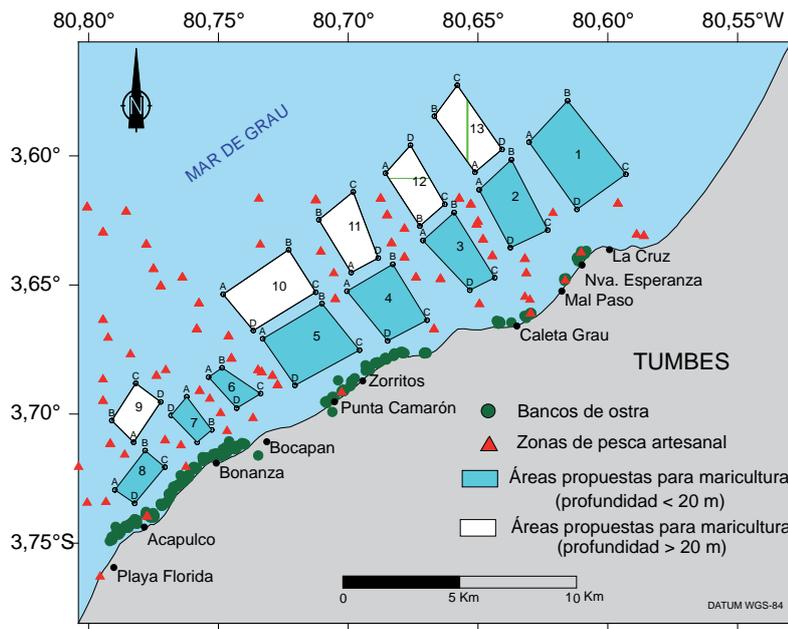


Figura V.1.4.- Áreas propuestas para maricultura en la Región Tumbes (Caleta La Cruz – Acapulco).

*peridinium conicum*, *P. crassipes* y *P. depressum*. Las especies formadoras de FANs presentaron poca abundancia y distribución.

### V.1.5 INVESTIGACIONES EN ACUICULTURA

Se realizó una prospección entre el 05 y 09 de mayo para la evaluación de áreas propicias para maricultura entre Caleta La Cruz y Acapulco. El estudio se realizó por línea de playa en la zona intermareal y por mar entre las isóbatas 5 y 20 m.

La delimitación de áreas para maricultura tomó en cuenta la menor interacción posible con los bancos naturales de ostra (*Ostrea iridescens*) y zonas de captura de la pesca artesanal (Figura V.1.4), con la finalidad de minimizar los conflictos con los usuarios de las áreas costeras (e.g. pescadores artesanales, lugares recreacionales, industria).

## V.2 SEDE DEL IMARPE EN PAITA, PIURA (IMARPE PAITA)

### V.2.1 SEGUIMIENTO DE LAS PESQUERÍAS

Durante el año 2009, se registró un desembarque de 569.131,50 t, que fue 31% menor que el 2008. En este total, los recursos pelágicos representaron el 61,82%; los invertibrados 37,05% y los demersales-costeros 1,13 %.

#### Recursos pelágicos

**Desembarques.-** La Tabla 1 se refiere a peces pelágicos desembarcados en los dos principales puertos de la Región Piura. Totalizaron 351.866 t, lo que significó una disminución de 33,6% con relación al 2008 (529.546 t).

**Áreas de pesca.-** La flota bolichera industrial de acero, con 58 embarcaciones, trabajó de la isla Foca (5°12'S) hasta las islas Lobos de Afuera (6°50' S), de 6–35 mn de la costa; y la flota industrial de madera (414 embarcaciones) de 5-30 mn. La flota de cerco artesanal (63), entre Portachuelos (4°49'S) y Gobernador (5°20'S) hasta 12 mn. La pesquería artesanal con espinel orientó sus capturas a especies oceánicas como perico y varios tiburones. El perico se pescó desde Paíta (5°05'S) a Chimbote (9°30'S), entre 80 a 200 mn; los mayores

desembarques se registraron en enero-febrero y entre agosto-diciembre (Fig. V.2.1).

#### Aspectos biológicos

**ANCHOVETA.-** LT, 10,0-17,5 cm; moda principal 15,0 cm, secundaria 12,5 cm; LM 14,6 cm. Alta actividad reproductiva en invierno (IGS = 6,6) y verano (IGS = 6,3); muy abundante el estadio V (desovante), dentro de las 20 mn; en otoño, reposo gonadal. Proporción sexual 1,0:1,0.

**SAMASA.-** LT, 7,5-15,0 cm; moda principal 12,5 cm, secundaria 10,5 cm; LM 12,2 cm; desovando en

verano y primavera. Proporción sexual 1,0:0,9.

**CABALLA.-** LH, 25-34 cm, moda principal 28 cm; LM 28,2 cm. El 60,2% de los ejemplares fue menor a la talla mínima de captura (TMC).

**BONITO.-** LH, 40-63 cm, moda 47 cm, LM 47,3 cm. 57,4% de ejemplares menores a la TMC.

**JUREL FINO.-** LT, 24-29 cm, moda 26 cm y LM 26,2 cm.

**BARRILETE .-** LH, 35-76 cm, moda 45 cm; LM 52,3 cm. 63,2% de individuos menores a la TMC.

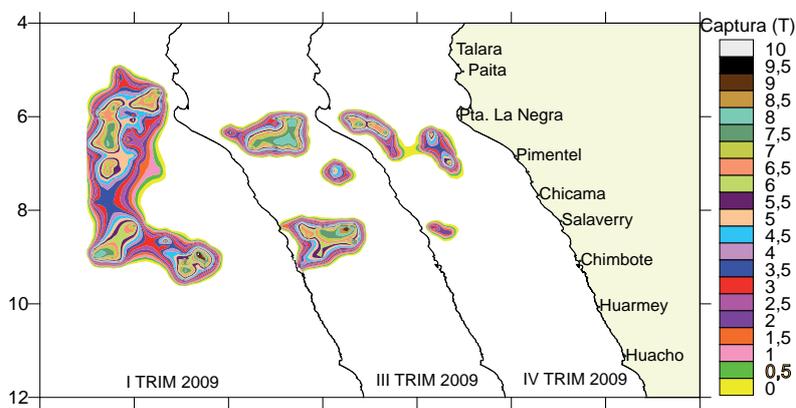


Figura V.2.1.- Áreas de pesca del perico. 2009.

Tabla V.2.1.- Principales especies pelágicas desembarcadas por las flotas industrial y artesanal. Paíta y Parachique. 2009.

Nombre común	N. Científico	Paíta	Parachique	TOTAL	%
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	76695	253929	330624	94,0
Samasa	<i>Anchoa nasus</i>	3505	451	3956	1,1
Caballa	<i>Scomber japonicus</i>	2644	1174	3818	1,1
Jurel	<i>Trachurus picturatus</i>	380	1	381	0,1
Bonito	<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>	463	1727	2190	0,6
Jurel fino	<i>Decapterus macrosoma</i>	4	54	58	0,0
Atún aleta amarilla	<i>Thunnus albacares</i>	2038	1	2039	0,6
Barrilete	<i>Katsuwonus pelamis</i>	1598	0	1598	0,5
Sierra	<i>Scomberomorus sierra</i>	1	8	9	0,0
Perico	<i>Coryphaena hippurus</i>	7141	2	7143	2,0
Barrilete negro	<i>Auxis rochei</i>	0	21	21	0,0
Machete hebra	<i>Ophistonema libertate</i>	1	5	6	0,0
Tiburón cruceta	<i>Sphyrna zygaena</i>	1	6	7	0,0
Tiburón zorro	<i>Alopias vulpinus</i>	0	15	15	0,0
Tiburón diamante	<i>Isurus oxyrinchus</i>	1	0	1	0,0
Tiburón azul	<i>Prionace glauca</i>	1	0	1	0,0
<b>TOTAL</b>		<b>94473</b>	<b>257394</b>	<b>351867</b>	<b>100,0</b>
%		26,8	73,2	100,0	

ATÚN ALETA AMARILLA.- LH, 40-142 cm, moda 45 cm; LM 68,5 cm. 64,5% de individuos menores a la TMC.

**Recursos demersales y costeros**

**Desembarques.-** Alcanzaron 6.429 t; 53,1% menor que el 2007 y 3,2% que el 2008. La mayor pesca se presentó de enero a abril (761 a 808 t); después bajó entre 265 y 440 t. Las especies más notables fueron: anguila (2973 t, 46,2% del total), lisa (11,2%), cabrilla (9,9%), cachema (9,4%) y suco (7,3%). La flota anguilera operó entre Negritos e isla Lobos de Tierra; algo más al sur que en el 2008 (Máncora-Punta La Negra) (Fig. V.2.2).

**Aspectos biológicos.-** La ANGUILA presentó una talla media (TM) de 40,0 cm; 61,6% juveniles (<42 cm); durante el año mostró un proceso de maduración gonadal permanente. La TM de la CABRILLA capturada con el cerco, fue de 16,5 cm;

los individuos pescados mediante buceo-cerco, 17,4; y con la pinta, 25,3 cm; tuvo pleno desove en el I y III trimestres. La TM de la CACHEMA capturada mediante cerco fue 23,2 cm; y con cortina 26,2 cm; estuvo desovando durante el I, III y IV trimestres. La LISA capturada con cerco presentó TM de 23,9 cm; estuvo desovando durante el I, III y IV trimestre. El Suco capturado con cortina mostró TM de 27,2 cm; desovó durante el I trimestre; y el post-desove ocurrió en I y II trimestre.

**PESQUERÍA DE LA MERLUZA *MERLUCCIIUS GAY PERUANUS* EN EL NORTE DEL PERÚ**

La flota arrastrera se distribuyó desde 3°23'S (Punta Capones) hasta 5°53'S (Punta Falsa), distinguiéndose dos zonas de pesca muy definidas, entre Punta Capones y Punta Falsa, como en el 2008. Los lances de pesca de la flota abarcaron desde 19 a 197 bz.

El desembarque de la merluza 2009 fue 35.332 t, que cubrió 79% de la cuota anual de captura asignada (45.000 t), y el 98,2% del total desembarcado por la flota arrastrera. Durante el año operaron 42 embarcaciones arrastreras costeras (EAC) cuyo promedio de captura fue 1,4 t/h; y 4 embarcaciones arrastreras de mediana escala (EAME), con 4,7 t/h. El esfuerzo pesquero en lances y horas de pesca fue superior al 2007 y 2008, pero similar al 2006; los valores de captura resultaron semejantes a los del 2007 y 2008, y notoriamente altos en relación al 2006.

La LT de merluza fue 11-70 cm, moda 27cm, LM 26,9 cm. En relación al 2008, la talla media disminuyó ligeramente en 0,4 cm; la estructura bimodal observada ese año (22 y 28 cm), en el 2009 resultó en 27 cm.

Se observaron dos picos con altos valores del IGS, correspondientes a los periodos de desove, o máxima actividad reproductiva: el primero, enero-marzo y el segundo, setiembre-diciembre. Ellos motivaron dos periodos de veda reproductiva: en verano y a finales del invierno hasta mediados de primavera. El periodo de reposo gonadal característico en la especie, se observó entre abril y agosto.

**Invertebrados**

**Desembarques.-** Se registraron 210.836,50 t, que tuvo un incremento de 16,5% sobre el 2008. La pota tuvo 145.807,43 t (69,16%) y la concha de abanico 62.274,83 t (29,54 %).

**Aspectos biológicos**

**POTA.-** La pota se halló desde el norte de Máncora (4°06'S) hasta Punta La Negra (6°03'S), fue más abundante frente al área entre Colán (5°00'S) y Punta Foca (5°12'S). La profundidad de pesca alcanzó de 20 a 65 bz, de 5 a 45 mn de la costa. Longitud del manto, 57-109 cm, media 82,2 cm y moda 79 cm.

**CONCHA DE ABANICO.-** En la bahía de Sechura, altura valvar entre 18 y 109 mm, media 73,7 mm, moda 73 mm; porcentaje de tallas menores de 65 mm, 12,9%.

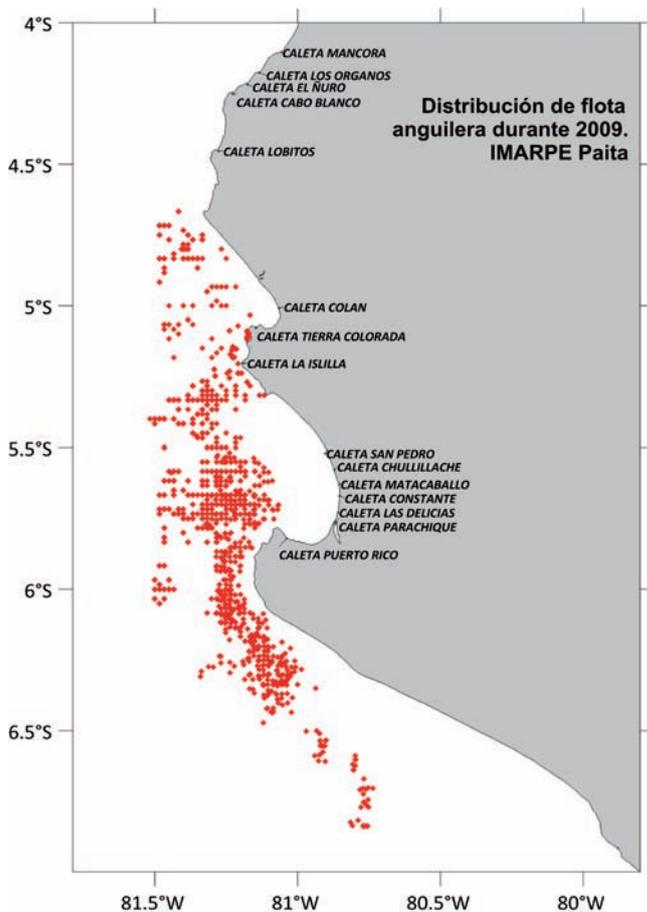


Figura V.2.2.- Distribución de la flota anguilera durante el 2009.

CARACOL NEGRO.- Longitud peristomal, 50 a 93 mm; media 71,8 mm; moda 73; las tallas menores a 60 mm llegaron a 5,4%.

## V.2.2 AMBIENTE

Durante el 2009, el promedio mensual de la TSM en Paita registró su máximo valor en febrero (22,9 °C) y el mínimo en setiembre (17,1 °C), asociados a la presencia de aguas tropicales superficiales (ATS) producto de un fortalecimiento del Frente Ecuatorial. El promedio anual fue de 19,5 °C con una desviación de +0,7 °C, que fue 0,4 °C menor respecto al 2008. En general, el 2009 puede considerarse un año de condiciones normales, aunque en diciembre se mostraron altas anomalías (promedio +2,6 °C), producto del arribo de una onda Kelvin (Figura V.2.3).

Las concentraciones de salinidad evidenciaron una fuerte presencia de ATS, de febrero a abril. Posteriormente estas aguas se replegaron al norte por las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y las Aguas Costeras Frías (ACF) que esporádicamente se acercan a la orilla de la bahía.

## V.2.3 INVESTIGACIONES PROPIAS

### V.2.3.1 Concha de abanico, *Argopecten purpuratus*, en la bahía de Sechura. 19 – 25 mayo 2009

La biomasa total de concha de abanico se estimó en 52.566,8 t, y la población en 3.348.200 ejemplares. Los mayores valores se observaron en los estratos I (0-5 m; 18.379,3 t y 1.627.700 individuos) y II (5-10 m, 25.627,9 t y 1.365.700 individuos) (Tabla V.2.2). La fracción explotable ( $\geq 65$  mm) representó el 18,98 % de la población y el 69,30 % de la biomasa.

### V.2.3.2 Estudio bioecológico y oceanográfico de la bahía de Sechura. 6 – 9 mayo

La TSM ligeramente cálida (17,9 a 21,7 °C; promedio 19,8 °C y anomalía +1,1°C), se asoció a una leve onda Kelvin costera, en marzo y abril. La temperatura cerca del fondo, 16,5 a 19,0 °C. La salinidad (30,499 a 35,087 ups) tuvo valores más bajos dentro de las 2 mn de la costa, por la mezcla con aguas continentales ingresantes por el Estuario de Virrilá. Cerca del fondo, valores entre 34,955 y 35,152 ups indicaron el dominio de Aguas Costeras Frías (ACF).

Las concentraciones de oxígeno disuelto en superficie fueron 2,80 y 6,86 mL/L; y en fondo, 0,78 y 3,30 mL/L. Los valores de pH en la superficie (6,48 y 7,08) y fondo (6,50 y 7,04) fueron bastante homogéneos y ligeramente ácidos.

El fondo marino mostró un predominio de sedimentos arenofangosos oxidados, con pequeños parches de fango semi-reducidos.

La intensidad de las corrientes marinas, en superficie, variaron de 4,90 a 35,8 cm.s<sup>-1</sup>, promedio de 22,1 cm.s<sup>-1</sup>. Cerca del fondo, entre 0,9 y 30,9 cm.s<sup>-1</sup>, promedio de 14,5 cm.s<sup>-1</sup>.

El volumen de plancton presentó el promedio de 0,3 mL.m<sup>-3</sup>; el fitoplancton predominó en el 87% de las estaciones y el 13% fue compartido entre fito y zooplancton.

### V.2.3.3 Calidad marina y mareas rojas en la bahía de Paita. 1 – 2 octubre

TSM 16,0 - 17,9 °C, promedio 17,0°C; en el fondo varió 15,4 a 17,3°C. La salinidad, en superficie 35,012 y 35,241 ups; y cerca del fondo desde 34,971 a 35,371 ups; concentraciones >35,10 ups indicaron un repliegue de ACF y el inminente arribo de una onda Kelvin.

El oxígeno disuelto en la superficie del mar, entre 3,38 y 6,47 mL/L; tuvo los valores más altos (>5 mL/L) al norte de la bahía; y las relativamente bajas se registraron, frente a Tierra Colorada.

Las concentraciones de sulfuro de hidrógeno (0,05 a 0,44 ug-at H<sub>2</sub>S-S<sup>-2</sup>/L) tuvieron un núcleo mayor en la zona costera frente a la salinera Colán (Fig. V.2.4). Las concentraciones <1,0 ug-at H<sub>2</sub>S-S<sup>-2</sup>/L son típicas cuando la carga orgánica no es significativa para el sistema acuático. Sin embargo, los valores resultaron superiores a los estándares de calidad reglamentarios (0,0625 ug-at H<sub>2</sub>S-S<sup>-2</sup>/L, Ley General de Aguas 2003).

La distribución de los sólidos suspendidos en superficie, al igual que los sulfuros de hidrógeno, presentaron los mayores valores frente a Salinera Colán, aparente-

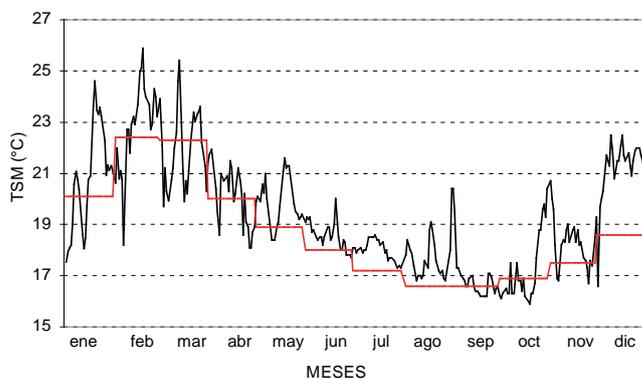


Figura V.2.3.- Variación de la TSM (°C). Estación Costera de Paita, 2009.

Tabla V.2.2.- Densidad, biomasa y población de la concha de abanico por estratos de profundidad. Bahía de Sechura. 19 - 25 mayo 2009.

Estrato	Densidad media	Biomasa media (Kg)	Area m <sup>2</sup>	Población (millones)	Biomasa (t)
I (0-5 m)	21	0,2371	77510672	1627,7	18379,3
II (5-10 m)	10,75	0,2	127045696	1365,7	25627,9
III (10-20 m)	2,88	0,1613	38827540	111,6	6263,6
IV (>20 m)	5,88	0,0555	41385792	243,1	2296
<b>Total</b>	<b>11,76</b>	<b>0,1846</b>	<b>284769700</b>	<b>3348,2</b>	<b>52566,8</b>
Límite de confianza				+/- 62,16	+/- 29,66

mente arrastrados por la corriente desde la zona denominada INREPA, caracterizada por el mayor impacto de la industria pesquera. En general, en superficie los sólidos suspendidos variaron entre 16,32 y 42,41 mg/L; cerca del fondo, variaron entre 11,64 y 47,72 mg/L.

Los coliformes totales y termotolerantes menores a 30 NMP/100 mL, no indican contaminación microbiológica en la bahía, pues no superan los valores estipulados por la LGA para las clases IV, V y VI.

### V.2.3.4 Evaluación de la calidad marina y mareas rojas en la Bahía de Sechura. 26 – 28 agosto

La TSM (17,8 a 20,5 °C; promedio 19,0 °C) indicó condiciones cálidas para el periodo de estudio (invierno). La salinidad superficial varió de 33,901 a 35,270 ups; al norte de la bahía dominaron ACF; y al sur se observaron ASS.

La materia orgánica (MO), entre 2,0 a 11,9%, tuvo los valores más altos frente a Puerto Rico, que es la zona afectada por desechos domésticos y aguas servidas de

la industria pesquera, y posee un fondo marino areno-fangoso semirreducido; y la otra zona es entre Constante y Matacaballo, a media milla de la costa (Fig. V.2.5).

Los volúmenes de plancton ( $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$ ) variaron entre 0,1 a 0,5  $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$ ; los máximos se registraron a 3 mn frente a Constante y al Vichayo. El zooplancton predominó ampliamente sobre el fitoplancton en todas las estaciones de muestreo. El indicador de ACF, *Protoperidinium obtusum*, estuvo presente en casi toda el área de estudio.

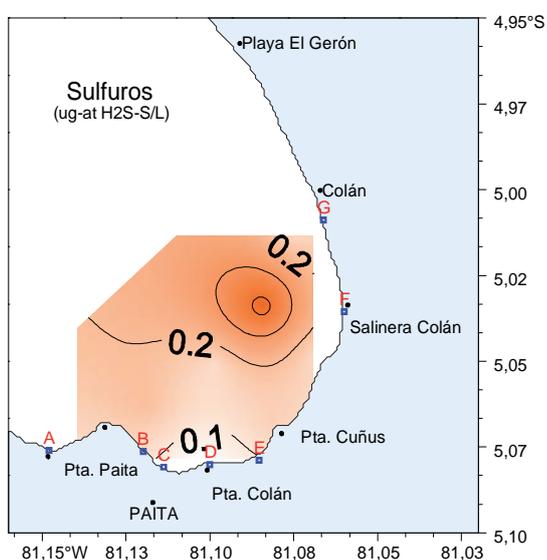


Figura V.2.4.- Distribución de los sulfuros de hidrógeno en la bahía de Paita.

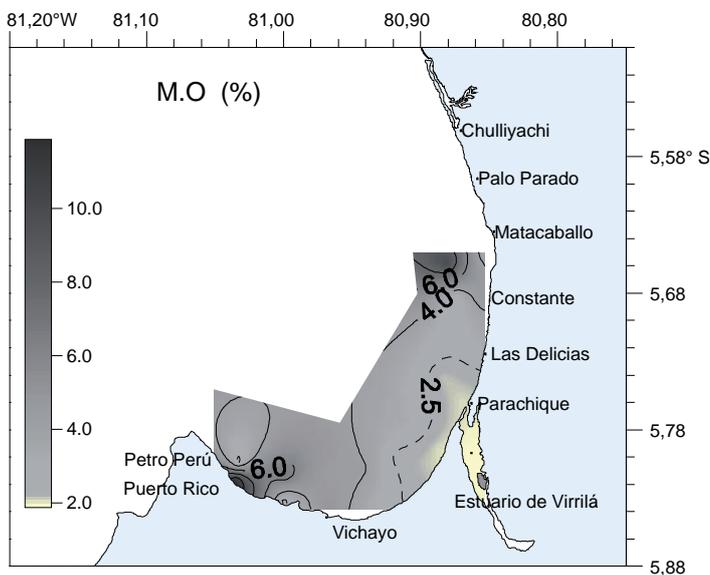


Figura V.2.5.- Materia orgánica en el fondo marino. Bahía de Sechura (26 - 28 agosto 2009).

## V. 3 SEDE DEL IMARPE EN SANTA ROSA, LAMBAYEQUE (IMARPE SANTA ROSA)

### V. 3.1. SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS

Durante el año 2009 la situación de la pesca artesanal en Lambayeque mostró una disminución de 28,73% de su desembarque anual respecto a los del año anterior (Fig. V. 3.1). Esta disminución puede atribuirse, en alguna medida, a las condiciones ambientales adversas que motivaron, en varios periodos del año, el cierre de los puertos por mar movido y fuertes vientos. Los mayores desembarques durante el año 2009 se registraron en San José (56,89%), Pimentel (39,35%), Santa Rosa (1,24%) y Eten (2,52%).

Los recursos pelágicos alcanzaron un desembarque de 4213,3 t, los demersales registraron 1880,8 t, los invertebrados 54,9 t, los mamíferos 1,5 t y los quelonios 0,1 t. La caballa fue la especie más abundante (2057,9 t), luego el bonito (1907,3 t), la lisa (846,6 t), cachema (203,8 t), cruceta (166,2 t), barrilete negro (130,2 t), suco (128,6 t), raya águila (113,1 t), lorna (89,6 t) y tollo común (78,2 t).

Durante el año 2009 hubo un importante desembarque de individuos menores a la talla mínima de captura. En la caballa llegó al 67,4%; la mayor incidencia ocurrió en el primer trimestre (90,0%) y en el cuarto trimestre (86,1%). El bonito registró durante el año 2009 el 51,7% con la mayor incidencia (86,8%) en el tercer trimestre. El suco tuvo un 85,4%, y llegó al 100% en el cuarto trimestre. El 82,7% de la lisa fueron juveniles y la mayor incidencia se dio en el tercer trimestre (97,9%). En la cachema el porcentaje fue 20,2%, variando entre 4,98% (tercer trimestre) y 38,3% (primer trimestre). En general, los porcentajes promedio de estas especies superaron la tolerancia permitida (20,0%).

En el cangrejo violáceo el porcentaje de hembras ovígeras varió entre 5,0% en noviembre y 36,5% en octubre. Esto infringió la norma establecida para esta especie, que indica prohibir la extracción

de hembras ovígeras en todo el litoral en forma indefinida (R.M.N° 159-2009-PRODUCE).

Los desembarques de pulpo mostraron un alto porcentaje de ejemplares por debajo del peso reglamentario (1 kg), que varió entre 72,7% en marzo y 95,2% en septiembre.

### V. 3.2. DINÁMICA DE LA FLOTA Y ÁREAS DE PESCA

En función a la distribución de los recursos, la flota pesquera artesanal durante este año frecuentó 121 áreas de pesca, distribuidas en todo el litoral de Lambayeque, principalmente entre Punta Negra (6°05' S) y Chérrepe (7°10' S). Por el oeste llegó hasta el lado oeste de las islas Lobos de Afuera y la isla Lobos de Tierra (Fig. V. 3.2). Las principales áreas de pesca se localizaron entre las 45 y 50 mn de la costa, en los alrededores, Norte y Este de las islas Lobos de Afue-

ra con 1555,8, 582,3 y 460,1 t, respectivamente. Dentro de la franja costera las principales áreas de pesca se localizaron frente a Eten (194,1 t), Bodegones (134,4 t) y Santa Rosa (124,8 t); con relación a los áreas más frecuentadas Eten y Santa Rosa ocuparon los primeros lugares con 1459 y 883 viajes, respectivamente.

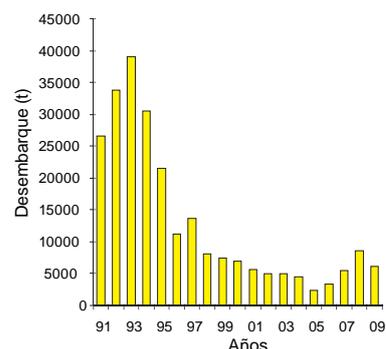


Figura V. 3.1.- Desembarques anuales (t) en Lambayeque. 1991 - 2009

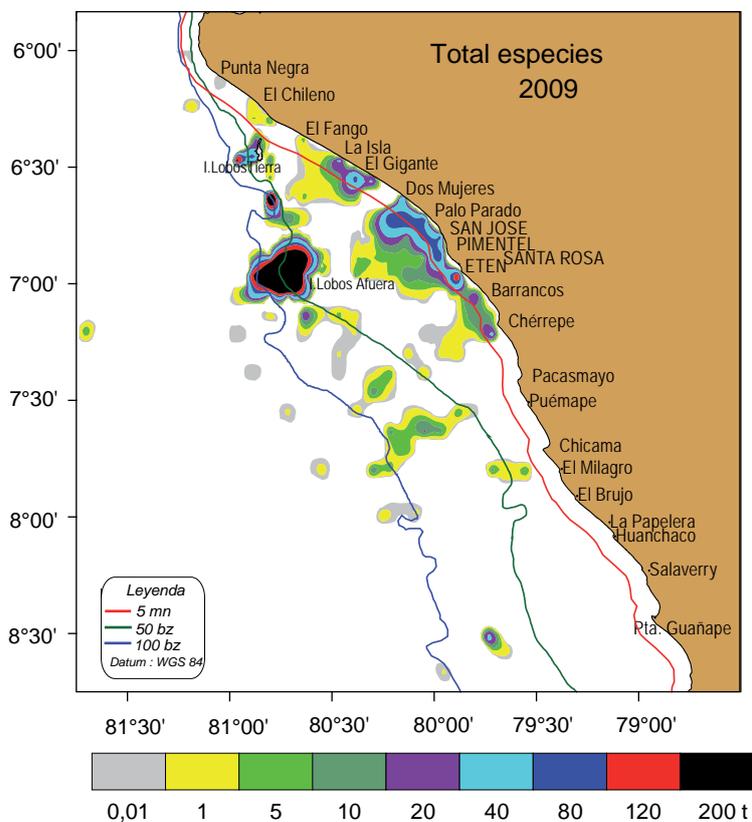


Figura V. 3.2.- Distribución de las áreas de pesca para el total de especies, en Lambayeque, 2009.

### V. 3.3. CONDICIONES AMBIENTALES

Durante el año 2009, el promedio mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) en la playa San José, fluctuó entre 18,90 °C (agosto) y 21,31 °C (diciembre), esta última superó a la alcanzada en febrero (21,05 °C), mes históricamente más cálido. Los bajos valores de temperatura al inicio de 2009 se debieron a un enfriamiento que se inició en la primavera del año 2008, e influyó todo el verano del año 2009, con una anomalía máxima de -1,65 °C en marzo. El resto del año las TSM se presentaron estables hasta noviembre con valores más bajos a los esperados. A partir de la segunda quincena de diciembre se observó un incremento drástico que alcanzó una anomalía de +2,05 °C, con un importante repunte del afloramiento costero en el área. La sensación de calor en el último mes del año se vio intensificado por el inicio del verano y el arribo de una onda Kelvin.

La temperatura del aire presentó un comportamiento muy similar a la temperatura del mar, variando entre 16,6 y 20,8 °C en agosto y diciembre respectivamente.

La velocidad del viento presentó un promedio máximo mensual de 4,4 m/s en septiembre, coincidiendo con el máximo de afloramiento; pero se observó desfasado en un mes con respecto a la mínima TSM, de agosto. Los vientos predominantes durante el año fueron del SSE y S con 47,2 y 19,9%, como prevalencia anual respectivamente, los vientos de componente norte fueron esporádicos y poco significativos. La intensificación de los vientos, incrementó el afloramiento costero, propició condiciones inestables con oleajes anómalos intermitentes que dificultaron la navegación y las actividades pesqueras en general, con mayor intensidad en el segundo semestre. La presión atmosférica presentó a lo largo del año fuertes fluctuaciones que incidieron directamente sobre la intensidad de los vientos; en julio se reportó el máximo promedio mensual con

1016,3 mbar y el promedio mínimo fue alcanzado en diciembre con 1011,5 mbar.

### V. 3.4. BANCOS NATURALES DE INVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ISLAS LOBOS DE TIERRA, LOBOS DE AFUERA Y ZONA INTERMAREAL DE LAMBAYEQUE

El recurso palabritas evidenció una notable disminución de la TME, en los bancos del sur de Lambayeque, lo cual podría estar relacionado con el incremento del esfuerzo pesquero.

El 97,3% del pulpo las islas Lobos de Afuera no alcanzó el peso mínimo legal de extracción, lo que evidencia la creciente extracción y esfuerzo de pesca.

La evaluación de concha de abanico realizada en la isla Lobos de Tierra, en noviembre de 2009, estimó la población en 8876,65 t y 865,08 millones de individuos; los que resultaron ser los mayores registros entre octubre de 1995 y noviembre de 2009. Esta evaluación permitió calcular la existencia de una fracción importante de adultos menores a la talla comercial (685,4 millones de individuos y 4 464, 7t) y juveniles (96, 4 millones de individuos y 35,7 t), producto de los desoves de primavera - verano y fines de invierno, que representan una proporción significativa de la población (79,23 y 11,15% respectivamente).

La extracción indiscriminada del percebe en sus áreas de distribución habitual, por parte de pescadores artesanales, ha causado la disminución de su población, al extremo que en la isla Lobos de Tierra no se pudo extraer ejemplar alguno; mientras que en las islas Lobos de Afuera se extrajo una muestra, pero no fue posible estimar la población.

En base a las evaluaciones realizadas se recomendó:

a) En el caso de palabritas, prohibir su extracción durante los meses de junio a agosto de 2009.

b) En el caso de concha de abanico continuar con la veda vigente hasta abril del 2010 con el fin de

garantizar los procesos de crecimiento y reproducción.

c) En relación al pulpo se recomendó hacer efectivo el sistema de control y vigilancia para que se respete el peso mínimo de extracción lo que permitirá la renovación poblacional.

(d) Con relación al percebe, no se pudo realizar la evaluación debido a la escasa presencia de recurso en su área de distribución habitual.

### V. 3.5. BIODIVERSIDAD EN LAS ZONAS INTERMAREAL E INSULAR DE LA REGIÓN LAMBAYEQUE

Durante el año 2009 se realizaron cuatro prospecciones, en julio (borde costero), agosto y diciembre (isla Lobos de Tierra) y setiembre (islas Lobos de Afuera). Se observó variabilidad en la riqueza específica y la abundancia de la macrofauna presente en las playas y orillas rocosas, que fue mayor en estas últimas como en Chérrepe y Las Rocas.

En la isla Lobos de Tierra los taxones mejor representados en la zona submareal fueron moluscos, peces, crustáceos y poliquetos. La variedad de sustratos sumergidos que posee esta isla, permiten el asentamiento de mayor abundancia y diversidad de especies en comparación a la zona costera.

En las islas Lobos de Afuera los grupos mejor representados fueron los peces, moluscos y crustáceos en la zona submareal; cuyos valores de abundancia y diversidad de especies fueron semejantes a los registrados en la isla Lobos de Tierra.

### V. 3.6. VARIABILIDAD OCEANOGRÁFICA FRENTE A SAN JOSÉ - ISLAS LOBOS DE AFUERA, SU RELACIÓN CON LA ESCC, Y LOS FRENTES OCEÁNICOS Y ECUATORIAL

Las condiciones meteorológicas e hidrográficas que se presentaron durante el 2009, provocaron variaciones drásticas en la TSM. Las máximas temperaturas se registraron en diciembre (21,2 °C; anomalía de +2,5 °C) y la temperatura más baja se reportó en agosto (17,7 °C, anomalía de +0,7 °C) . Esto

reveló que la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) estuvo muy debilitada en marzo e intensificada en mayo, como era de esperarse en otoño. Atípicamente, entre agosto y diciembre se vio fortalecida; también se observó variabilidad en la amplitud de las Aguas Costeras Frías y su repliegue hacia la costa por efecto del avance de las ASS en el mes de mayo al igual que en diciembre, dejando sentir su influencia hasta muy cerca de la costa. Por otra parte, se observó la variación en intensidad y amplitud del afloramiento costero durante todo el año, intensificándose en agosto y disminuyendo en noviembre y diciembre (Fig. V. 3.3). Hacia finales del primer semestre, un proceso de enfriamiento fue parte de una situación que involucró a gran parte del Pacífico, sin embargo esta situación se vio revertida rápidamente en el segundo semestre cuando las anomalías positivas de la TSM fueron más significativas y constantes, alcanzando sus máximas en diciembre.

### V. 3.7. DINÁMICA DE AFLORAMIENTO COSTERO COMO INDICADOR DE LA PRODUCTIVIDAD FRENTE A PIMENTEL

Durante el 2009, la intensidad y prevalencia de los vientos sur fue muy variable causando en algunos momentos, episodios de afloramientos persistentes y en otros su total ausencia en la zona. Los índices de afloramiento costero fueron mayores en agosto y septiembre, pero en general fueron inferiores a los ocurridos en el mismo periodo del año 2008. Los bajos índices de afloramiento a consecuencia de la disminución en la intensidad de los vientos sur, especialmente en verano, otoño y fines de primavera, estuvo relacionado al debilita-

miento de la influencia del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) (Fig. V. 3.3). Este debilitamiento ocasionó la relajación de los vientos con el repliegue de las ACF y el avance de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES); y el desplazamiento del frente oceánico, muy cerca de la costa de Lambayeque, produciendo una sensible disminución en las capturas de especies típicas para la pesca artesanal.

Durante el año, la intensidad de los vientos continuó presentando un patrón diario regular, con mayor intensidad después del medio día y menor en horas de la mañana, incluso en periodos de calma como en marzo y abril. Los índices más bajos correspondieron a los momentos de mayor relajación del viento de componente sur y disminución general en la intensidad registrado a lo largo del periodo.

### V. 3.8. CALIDAD AMBIENTAL DEL LITORAL DE LAMBAYEQUE

La calidad ambiental de la zona marino costera de Lambayeque fue evaluada en abril. En la zona submareal los parámetros se encontraron dentro de los límites permisibles señalados en la Ley General de Aguas D.S N° 261-69-AP para el tipo VI, que son aguas para zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial. Esto es debido a la morfología de la zonas costera y las fuertes corrientes marinas, que disipan toda concentración de contaminantes vertidas por los drenes y ríos.

La zona intermareal se halló seriamente afectada por la actividad humana, debido al vertido de aguas servidas directamente a la playa, procedentes de áreas

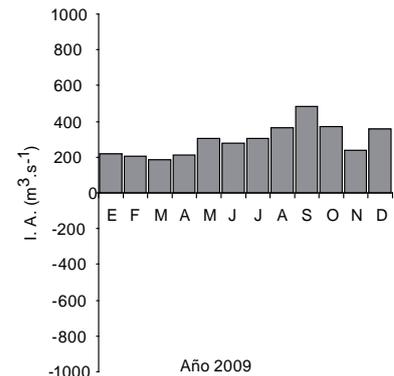


Figura V. 3.3. Índice de afloramiento mensual calculado para el área de Lambayeque en el año 2009.

adyacentes a zonas pobladas, por lo que presentaron un grave deterioro de sus características sanitarias y paisajísticas. En esta zona, el principal medio por el que llegan los contaminantes al mar está dado por efluentes que vierten sus aguas a drenes o cursos naturales de agua, como los ríos. Fueron identificados 10 fuentes de contaminación, concentradas en las cercanías de áreas pobladas. Las fuentes de mayor impacto fueron el dren 1000 (norte de San José), dren 3100 en Pimentel y dren 4000 en Santa Rosa. El efecto de la contaminación fue evidente en las desembocaduras, observándose el grave deterioro de las condiciones de salubridad en las playas adyacentes y el bajo contenido de oxígeno disuelto y olores sulfurosos del agua de mar. En todas se reportó coliformes, como indicadores de contaminación, aunque sólo 2 de ellas, el dren 3100 y el dren 4000, superaron los valores máximos permitidos en los estándares de calidad del agua marina (Estándares de Calidad Ambiental, DS-002-2008 MINAM).

## V. 4 SEDE DEL IMARPE EN HUANCHACO, LA LIBERTAD (IMARPE HUANCHACO)

### V. 4.1. SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS

#### Pesquería pelágica

Los desembarques de la pesquería industrial pelágica totalizaron 477893,265 t (34,7% menor que el 2008). La anchoveta representó el 99,97% del total (477764,244 t); el 0,03% correspondió a caballa, calamar, agujilla y bagre.

La flota industrial de acero capturó el 86,7% de los desembarques y la de madera 13,3%. El esfuerzo pesquero, expresado en número de viajes con pesca (vcp) fue: flota industrial de acero con 1714 vcp, operando 218 embarcaciones y la de madera con 1247 vcp, operando 188 embarcaciones. Las mayores capturas se realizaron por embarcaciones con capacidad de bodega (CBOD) entre 301 – 400 m<sup>3</sup> (131742,75 t). Los mayores índices de CPUE de anchoveta, se presentaron en noviembre 229,6 t/vcp, y diciembre 217,9 t/vcp.

La anchoveta se distribuyó desde isla Lobos de Tierra hasta Gramadal, dentro de las 80 millas desde la costa. Las mayores capturas se realizaron entre Puerto Malabrigo y Chimbote. La caballa se distribuyó entre Puerto Malabrigo y Chimbote entre 30 a 50 millas de la costa.

La anchoveta fue predominantemente adulta, (8,5 – 19,5 cm de LT, moda de 13,0 cm), la incidencia de juveniles fue de 4,0%. La caballa presentó 100% de juveniles. El proceso reproductivo de la anchoveta durante el primer semestre presentó un desarrollo normal, los valores del índice gonadosomático (IGS) mostraron una tendencia similar al patrón histórico. En el segundo semestre las condiciones cálidas del ambiente marino afectaron el proceso reproductivo, ocasionando desfases en los valores del IGS, principalmente en julio y diciembre.

#### Pesquería demersal y costera

Se desembarcó 1659,654 t, de las cuales el 83,5% correspondieron a

coco, lisa, lorna y machete. El rango de tallas de las especies muestreadas fue: coco (LT 14 a 47 cm), lisa (LT 17 a 41 cm), lorna (LT 13 a 49 cm) y machete (LT 17 a 30 cm).

El porcentaje de ejemplares menores a la talla mínima de extracción (TME) fue elevado, para el coco y la lisa (ambos con 99%), lorna (73%) y machete (44%).

El análisis de la madurez gonadal del coco, lorna y lisa mostró que una fracción de hembras se encontraban inmaduras, otra fracción se encontraba madura y madurante; en machete la mayor fracción de hembras se encontró madurante y en desove. El análisis de hábitos alimentarios, según los métodos de estimación porcentual y frecuencia de ocurrencia, mostró como presas principales del coco y lorna, al grupo peces (*Engraulis ringens*, anchoveta) seguido de crustáceos (*Emerita analoga*, muy muy y *Callinectes seilacheri*, marucha). Los ítem alimenticios más importantes de lisa y machete fueron el fitoplancton (Bacillariophyta, Crysophyta y Pirophyta) y el zooplancton (Copépodos y Tintínidos).

#### Pesquería de invertebrados

Se desembarcó un total de 272,546 t de invertebrados marinos, siendo el grupo más representativos los crustáceos (57,7%) y los moluscos (42,3%). Las especies más representativas fueron el cangrejo

violáceo y la pota. Se observó un elevado porcentaje de ejemplares por debajo de la TME, en caracol negro (90,2%), almeja (38,1%) y concha de abanico (23,0%).

El tercer y cuarto trimestre predominaron los individuos en fase madurante, madura y desovante en el cangrejo violáceo; el caracol negro y la almeja presentaron individuos en máxima madurez y maduros y en este mismo periodo la almeja presentó su fase de evacuación. La proporción sexual para cangrejo violáceo presentó dos fases bien marcadas, relación 1:2 a favor de las hembras en el primer semestre y relación 2:1 a favor de los machos en el segundo semestre. En caracol negro fue 1:2 favorable para hembras, y en almeja presenta una relación 1:1,2 ligeramente favorable a las hembras.

### V. 4.2. PESQUERÍA ARTESANAL

El desembarque total fue de 4452,3 t. Las mayores descargas se realizaron en Puerto Salaverry y Puerto Malabrigo (Fig. V. 4.1). Se realizaron un total de 34 831 encuestas.

Se registraron 103 especies, (84 peces, 11 invertebrados, 2 macroalgas, 1 quelonio, 3 mamíferos y 2 aves). Los peces más representativos fueron: perico, lisa, lorna, coco, machete, tiburón cruceta; entre los invertebrados el cangrejo violáceo; y entre las macroalgas el yuyo.

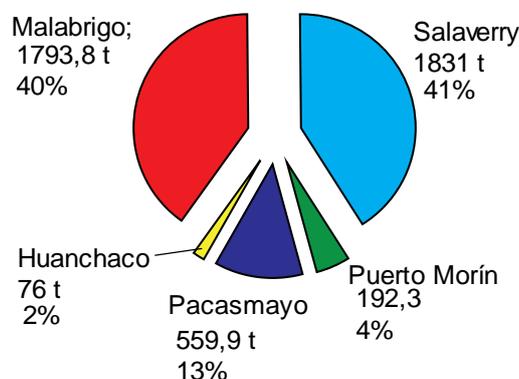


Figura V. 4.1. Desembarque (t) por Puerto y Caleta de recursos hidrobiológicos de enero a diciembre 2009.

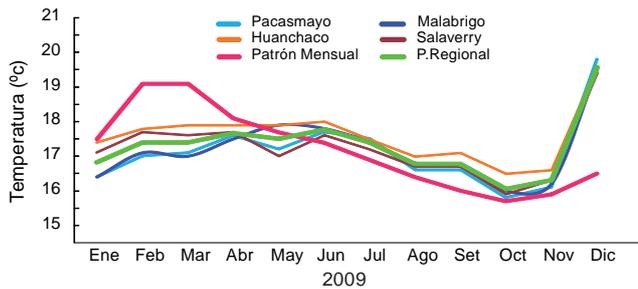


Figura V.4.2. Variación TSM de Pacasmayo, Malabrigo, Huanchaco y Salaverry, Región La Libertad 2009.

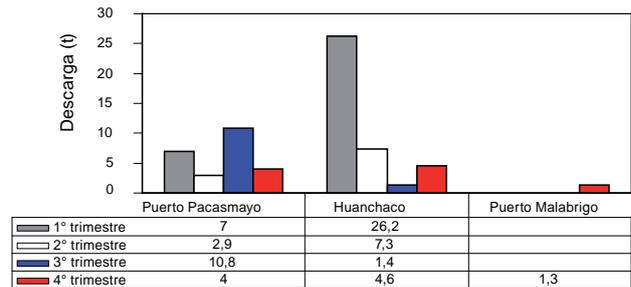


Figura V.4.3.- Volúmenes de extracción de macroalgas marinas, por zonas durante 2009

Operaron 4 tipos de embarcaciones, lanchas, botes, chalanas, caballitos de totora. La extracción sin embarcación se dedicó principalmente al recurso yuyo. Se registró 10 tipos de artes y aparejos de pesca, así como la extracción de invertebrados utilizando el buceo con compresora y la extracción manual en la orilla. Durante el año 2009 el esfuerzo (número de viajes totales) fue 34 971 vt, en mayo se dio el menor esfuerzo con 281 vt y en marzo el mayor con 4953 vt; sin embargo la mínima CPUE se dio en el mes de setiembre y la máxima en mayo.

#### V.4.3. AMBIENTE

Para la Región La Libertad la TSM varió de 16,1 °C (octubre) a 19,6 °C (diciembre) y anomalías de +1,7 °C (marzo) a 3,1 °C (diciembre) (Fig. V.4.2).

En Huanchaco el oxígeno disuelto osciló entre 5,0 mL/L (marzo) y 5,62 mL/L (diciembre) con un promedio de 5,27 mL/L, superior en 0,55 mL/L con respecto a Malabrigo, donde fluctuó de 3,92 mL/L (noviembre) a 5,39 mL/L (diciembre). El pH hasta noviembre en Huanchaco varió de 6,83 (febrero) a 7,70 (noviembre), mientras que para Malabrigo osciló entre 6,89 (setiembre) y 7,98 (agosto). La salinidad de la Región La Libertad hasta julio varió de 34,955 ups (febrero) a 35,063 ups (junio), con promedio de 34,998 ups.

El comportamiento del ambiente marino costero frente a la Región La Libertad en función de la TSM, presentó condiciones próximas a lo normal hasta la segunda semana de diciembre; sin embargo, se observó concentraciones halinas

propias de mezcla de ASS y ACF durante el mes de julio.

#### V.4.5. INVESTIGACIONES PROPIAS

##### Macroalgas marinas

**Volúmenes de extracción.-** Se desembarcó un total de 65,4 t de macroalgas marinas, siendo *Chondracanthus chamissoi*, yuyo, el alga más representativa con 61,3 t (93,7%). Huanchaco con 60,3% y Puerto Pacasmayo con 37,7% fueron las zonas de mayor extracción (Fig. V. 4.3).

Los resultados sobre la identificación, delimitación y caracterización de las praderas de macroalgas de importancia comercial en el litoral marino costero de la Región La Libertad (09-18 de marzo del 2009) fueron presentados en el objetivo específico N°7 de esta publicación.

## V.5 SEDE DEL IMARPE EN CHIMBOTE, ÁNCASH (IMARPE CHIMBOTE)

### V.5.1 SEGUIMIENTO DE LAS PESQUERÍAS

#### Anchoveta y otros pelágicos

**Desembarques.-** Totalizaron 1.581.851,605 t (2,31% menos que el 2008), con 22 especies identificadas: anchoveta (95,49% del total), caballa (3,46%), jurel (0,96%), bonito, samasa y otras especies (bagre, jurel fino y barrilete). Puertos principales Chimbote (58,64%) y Coishco (29,51%). Operaron 1.067 lanchas pesqueras de cerco, realizaron 24.073 viajes con pesca efectiva, destacaron las industriales de madera. La mayor CPUE de anchoveta se registró en junio; de jurel y caballa, en enero. La anchoveta estuvo presente desde Pimentel hasta Chorrillos dentro de las 80 mn. El jurel, desde Punta Lobos hasta Punta Infiernillos de 30 a 70 mn; la caballa, desde Pacasmayo hasta Punta Infiernillos de 10 a 80 mn. La anchoveta presentó una moda en 13,5 cm; la samasa, 12,0 cm; el jurel, 24 y 41 cm LT; la caballa, 28 cm y el bonito en 50 y 60 cm de longitud a la horquilla (LH).

**Proceso reproductivo.-** La anchoveta tuvo alto periodo de reproducción de agosto a diciembre (invierno-primavera) y un periodo corto, de enero a marzo (verano). El jurel maduró en verano; la caballa tuvo un periodo largo de enero a mayo y un corto en diciembre (Figura V.5.1).

#### Peces demersales costeros

**Desembarques.-** Se desembarcó 5.076,2 t; se capturó 66 especies; las más importantes fueron pejerrey, machete y la lorna, que representaron el 93,7%. Muchas veces comparten las mismas áreas de pesca, se concentran principalmente en las bahías Samanco y El Ferrol; donde son capturadas simultáneamente por chalanas, botes y lanchas que utilizan cuatro artes y aparejos de pesca y el método de buceo a pulmón y con compresora.

**Características importantes.-** De muestras tomadas de los desembarques, se menciona el porcentaje de juveniles, el tiempo de desove y el tipo de alimentación.

**CABINZA:** 73,7% de juveniles, desove en otoño y primavera, alimentación principalmente de poliquetos bentónicos.

**CACHEMA:** 72% de juveniles, desove en verano-otoño e invierno-primavera; típicamente zoófaga, ictiófaga.

**COCO:** 59,8% de juveniles; desove en invierno y primavera; alimentación principalmente de poliquetos bentónicos

**LISA:** 92,3% de juveniles; desove en otoño y primavera.

**LORNA:** 85,2% de juveniles, desove en verano-otoño e invierno-primavera;

alimentación de poliquetos y crustáceos.

**MACHETE:** 16,5% de juveniles; desove en verano-otoño y primavera; planctófago, sobre todo fitoplancton.

**PEJERREY:** 47,7% de juveniles, desove en verano.

#### Invertebrados marinos

Se desembarcaron 2.110 t. Las nueve especies bajo estudio representaron el 61,4% del total capturado. Las más abundantes fueron: caracol (527 t, 25%), marucha (264 t, 12,5%) y navajuela (222 t, 10,5%). El ancoco extraído durante todo el año aportó 707 t (33,5%); las principales áreas de extracción fueron bahías Samanco y Ferrol, isla Blanca (Casma), El Huaro, Isla Santa y Mar Brava.

El elevado el número de individuos menores a la talla mínima de extracción (TME) en especies reglamentadas (concha de abanico, almeja y caracol), sugiere una gran presión de pesca sobre estos recursos, producto de la falta de control y vigilancia en los puntos de desembarque. En la navaja y marucha se registraron las menores fracciones de TME.

Las especies bajo estudio se reproducen todo el año, con picos importantes en invierno y primavera para almeja y caracol, verano y primavera para marucha, otoño y

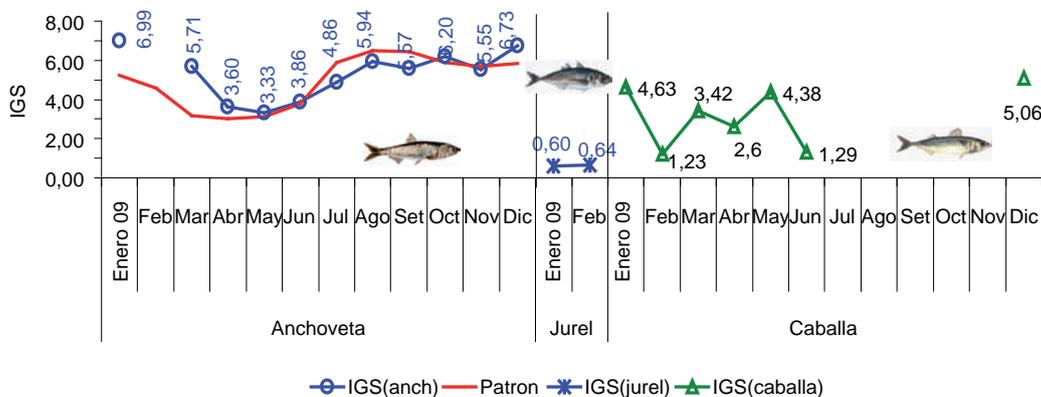


Figura V.5.1.- Evolución del IGS de la anchoveta, caballa y jurel. 2009. Chimbote

primavera para concha de abanico, otoño e invierno para calamar y verano y otoño para navajuela y pata de mula, verano para pulpo y primavera para navaja

La Figura V.5.2 reúne los datos sobre los principales recursos pesqueros y sus desembarques 2009, en kilogramos, en los cuatro principales puertos de la Región Áncash.

### V.5.2 PESCA ARTESANAL

En el 2009, se desembarcaron 10.353.739 kg (53,77% en Chimbo-

te, 14,68% en El Dorado, 15,64% en Samanco y 15,90% en Casma); se identificaron 120 especies: 88 peces (70 óseos y 18 cartilagosos), 25 invertebrados (17 moluscos, 5 crustáceos, 2 celentéreos y 1 equinodermo), 2 mamíferos, 1 quelonios, 1 alga y 3 aves; asimismo, ovas de pejerrey. Las especies más representativas fueron el perico, *Coryphaena hippurus* (2.511.127 kg); pejerrey, *Odontesthes regia regia* (2.161.267 kg); machete, *Ethmidium maculatum* (997.169 kg); lorna, *Sciaena deliciosa*, (708.679 kg) y

el equinodermo ancoco, *Patallus mollis* (707.312 kg) (Fig. V.5.2).

Operaron 919 embarcaciones (chalanas, botes, lanchas y balsas) que efectuaron 41.124 viajes de pesca. Las embarcaciones cerqueras, espineleras, cortineras y marisqueiras (buzos) efectuaron el 95,32% de las descargas (perico, pejerrey, machete, lorna, ancoco, caracol y lisa); las espineleras registraron la mayor CPUE con 6.622 kg/ viajes. En la Figura V.5.3 se representan las áreas más importantes para la pesca costera (izquierda) y la pesca de altura (derecha).

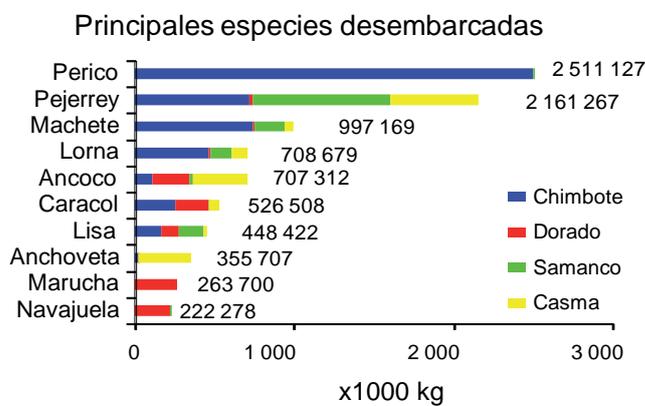


Figura V.5.2.- Año 2009. Desembarques (kg) de los principales recursos pesqueros en cinco puertos del área de estudio de IMARPE Chimbote.

### V.5.3 BANCOS NATURALES DE INVERTEBRADOS MARINOS COMERCIALES

Se realizaron tres evaluaciones poblacionales (mayo, noviembre y diciembre) en los bancos naturales de isla Santa, bahía El Ferrol, bahía Samanco, Salinas, Tortugas, Culebras y Huarney.

**Concha de abanico, *Argopecten purpuratus*.**- En mayo se estimó una población total de 2,1 millones de individuos, 30,8 t de bio-

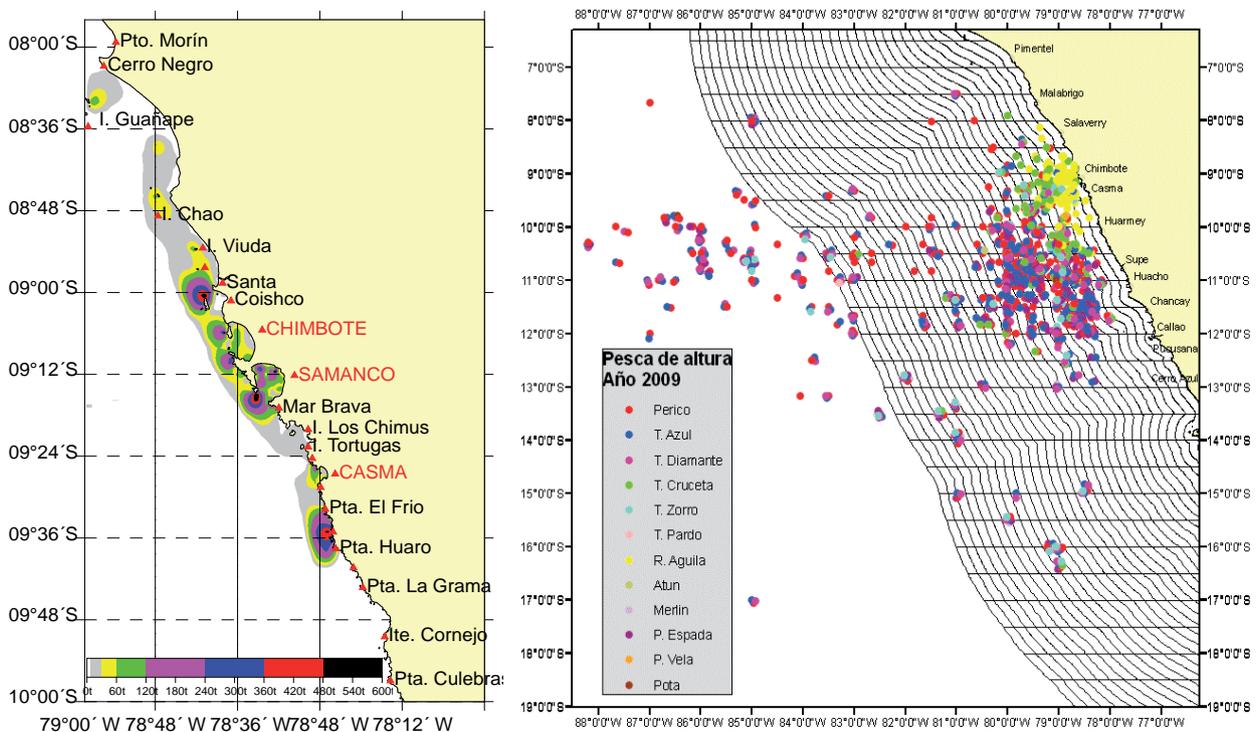


Figura V.5.3.- Áreas de pesca de recursos marinos comerciales. A la izquierda los costeros, a la derecha los continentales. 2009.

masa, 3,7% menores a TME. En noviembre, 3,3 millones de individuos y 23 toneladas, 7,2% menores a TME. Los niveles poblacionales de concha de abanico se han reducido debido a la presión de pesca y a la mortandad producida por una marea roja no tóxica en el 2008, de la cual el banco natural de El Dorado no se ha recuperado totalmente.

**Navaja, *Ensis macha*.** - En diciembre se estimó una población de 14,9 millones de individuos y una biomasa de 358 t. Se observó recuperación de la población en todos los bancos naturales evaluados debido al cese en la extracción del recurso por la prohibición de su exportación. La fracción de ejemplares comerciales fue de 48,6% en diciembre.

**V.5.4 VARIABILIDAD OCEANOGRÁFICA EN UN PUNTO FIJO DE CHIMBOTE**

La TSM promedio anual 19,5 °C (0,5 °C menor que el 2008); mínima en agosto (18,5 °C), máxima en diciembre (21,1 °C); las ATSM variaron de -2,3 °C (marzo) a +1,1 °C (diciembre) (Figura V.5.4).

El oxígeno disuelto, 5,45 mL/L (enero) a 3,38 mL/L (marzo), promedio 4,30 mL/L; se incrementó 0,08 mL/L respecto al 2008.

El pH, 8,35 (enero) a 6,72 (diciembre). Existe relación directa con el oxígeno disuelto.

La salinidad varió de 34,447 ups (enero) a 34,652 ups (marzo), con un promedio de 34,543 ups.

El continuo vertimiento de aguas residuales domésticas y de las industrias pesqueras y siderúrgica al ecosistema marino, hace que se consuma el oxígeno durante el proceso de descomposición de la materia orgánica, la que produce una disminución en la concentración de oxígeno, pH y la salinidad. Estos desechos vertidos al ecosistema marino producen un impacto considerable en los recursos hidrobiológicos y en el sustrato, e incrementa la demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales y nutrientes.

**V.5.5 AMBIENTE MARINO Y COSTERO EN EL LITORAL DE LA REGIÓN ÁNCASH**

Se determinó la calidad ambiental en el litoral costero de las principales bahías de la Región Ancash, en épocas de veda en marzo y agosto-setiembre 2009. Se utilizó la LIC IMARPE V. Se muestrearon las bahías de Coishco, El Ferrol, Samanco, Tortuga, Casma, Huarmey y Caleta Culebras, tanto por mar como por la línea costera; así como también en la cuenca baja de los ríos Santa, Lacramarca, Samanco, Casma, Culebras y Huarmey.

Toda el área se encuentra alterada por los continuos vertimientos de las aguas domésticas no tratadas,

de la industria minero-metalúrgica y de productos de la actividad pesquera especialmente en la provincia de Santa. Se forma así un cuerpo marino receptor inestable, se causa desequilibrio del ecosistema marino, se agudiza la contaminación acuática, aún más en época de intensa actividad pesquera, afectando considerablemente a la biota y al sustrato del ecosistema marino.

La bahía El Ferrol presenta el más alto grado de contaminación marina, esta área se encuentra contaminada por pasivos ambientales y los continuos vertimientos de aguas residuales de la industria pesquera. La bahía de Samanco presenta indicios de contaminación por la actividad acuícola de la maricultura. La bahía de Tortuga presenta menor grado de contaminación.

**V.5.6 INFLUENCIA DE LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO EN EL CONTENIDO GRASO DE LA ANCHOVETA**

Se realizaron 764 muestreos biológicos de anchoveta (hembras para análisis), en 2939 ejemplares medidos. Se analizó el contenido graso en los rangos de LT: 13,0 a 14,0 cm; 14,5 a 16,0 y > 16,5 cm (Figura V.5.5).

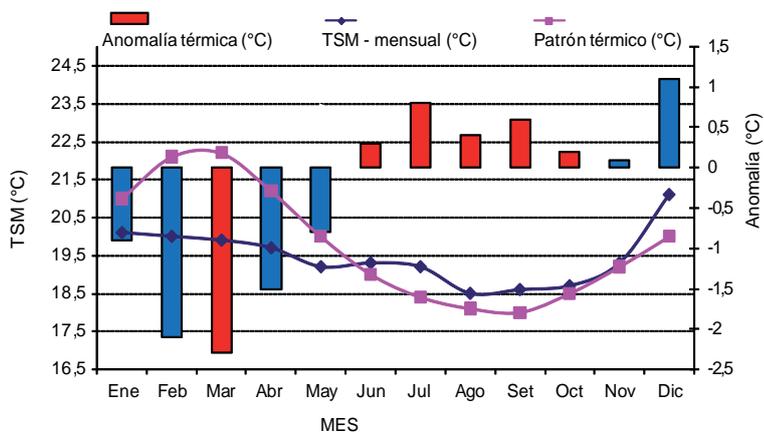


Figura V.5.4.- TSM, ATSM y patrón térmico. Chimbote. 2009.

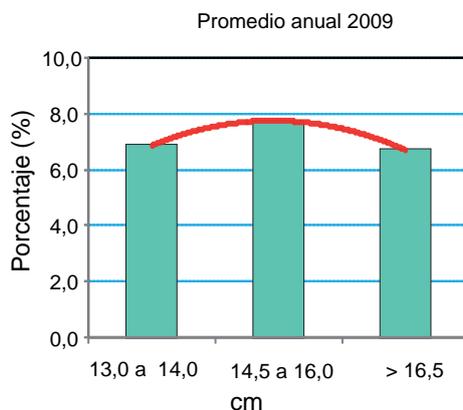


Figura V.5.5.- Variación del contenido graso de la anchoveta en los rangos de 13,0 a > 16,5 cm LT. 2009.

## V.6 SEDE DEL IMARPE EN HUACHO, LIMA (IMARPE HUACHO)

### V.6.1 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

En la Tabla V.6.1 se anotan los promedios anuales 2009 de las características físicas y químicas registradas en la Estación Fija del Puerto de Huacho. En la Figura V.6.1 se grafica el promedio diario de la TSM comparada con el patrón histórico.

### V.6.2 PRINCIPALES RECURSOS PELÁGICOS

La pesquería industrial, después de muchos años, tuvo una amplia temporada de pesca anual de 124 días. Desembarcó 1.352.592 t que representó 5% de disminución respecto al 2008 (1.424.996 t); la anchoveta con 1.352.171 t cubrió el 99,9% del total. Se encontró ampliamente distribuida entre Punta Chao (08°50'S) y Paracas (14°05'S) dentro de la franja costera de 70 mn, con mayor concentración dentro de las 40 mn de Chancay (107.729 t), 30 mn de Huacho (106.756 t) y 10 mn de Supe

(99.925 t). La CPUE varió en forma descendente desde 172,08 t/vcp (abril) hasta 60,63 t/vcp (diciembre).

La pesca artesanal de Puerto Grande (Huarney), Supe, Végueta, Carquín, Huacho y Chancay alcanzó 5.428,5 t, que representó un aumento de 20% sobre el año 2008 (4.348,2 t). El 97% fue anchoveta, además de bonito, caballa, perico y jurel.

**La anchoveta**, mayormente se presentó en estado adulto, excepto en abril (7%) y julio (8%) con ligera presencia de "peladilla". LT entre 6,5 y 19,0 cm, con moda mensual de 14, 14,5; 15, 15,5 y 16,0 cm. Se le encontró desovando todo el año con picos en verano (enero a marzo) y primavera (setiembre a diciembre). En el análisis de contenido graso los valores más altos se encontraron en los meses de enero y febrero.

### V.6.3 RECURSOS COSTEROS E INVERTEBRADOS

La flota artesanal se desplazó a 132 zonas de pesca con puntos de pesca distribuidos entre El Gramadal (10°22' S) a Grita Lobos (11°28'30" S) y para la pesca de altura a 70 mn frente de Huarney, Supe, Huacho, Chancay, Callao y Pucusana. La principal área de pesca se ubicó en la parte central entre Chorrillos (11°06'S) y Haragán (11°13'S) donde se obtuvo 3208,1 t (44% del desembarque anual); otra área importante se ubicó al

norte de Huacho, entre Atahuanca (10°57'S) y El Potrero (11°05'30"S) donde se obtuvo 1468,1 t (26 % del total anual).

La flota artesanal de Huacho (97%) y Carquín (3%) desembarcaron en conjunto 7.257,8 t (62 especies de peces y 15 de invertebrados) que representa un incremento de 22% respecto al año pasado (5.950,3 t) y 49% mayor al año 2007 (3.705,6). La flota artesanal dirigió su esfuerzo mayormente a la pesca de especies típicas de la Corriente Peruana tales como anchoveta *Engraulis ringens* (4196,6 t), pejerrey *Odontesthes regia regia* (675,2 t), lorna *Sciaena deliciosa* (617,2 t), bonito *Sarda chiliensis* (586,6 t), caballa *Scomber japonicus peruanus* (351,2 t), caracol *Stramonita chocolata* (178,8 t) y ancoco *Patallus mollis* (142,8 t).

La flota artesanal compuesta por 605 unidades de pesca, con un esfuerzo de 15.199 viajes obtuvo una captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio mensual de 0,48 t/v.

La flota cerquera, con mayor poder de pesca, desembarcó 5.566 t (76,7%); mayormente anchoveta (4.175,7 t); destacaron también el bonito (481,8 t), caballa (346,6 t) y lorna (338,3 t). La flota cortinera con 1198,0 t (16,5%) dirigió su mayor esfuerzo a la pesca del pejerrey (641,0 t), lorna (232,9 t), bonito (104,1 t) y raya águila (67,5 t). Los marisqueros con buceo autónomo, desembarcaron 348,0 t (4,8%), principalmente caracol (177,9 t) y ancoco (142,8 t).

**Pejerrey.**- LT, 13 a 22 cm; moda 16 cm; LM 16,5 cm. Sólo el 0,02% fue menor que la TMC. Desovó todo el año con dos picos de desove, en marzo y en octubre.

**Lorna.**- LT entre 13 y 37 cm; moda 21 cm, LM 20,44 cm. El 91% fue menor que la TMC. Mantuvo un continuo y parcial desove con un pico en mayo.

**Caracol.**- Longitud peristomal (LP) de 31- 86 mm de; moda 48

Tabla V.6.1.- Promedios anuales 2009. Estación fija del puerto de Huacho

DBO <sub>5</sub>	3,50 mg/L
Fosfatos	2,69 µg-at/L
Nitratos	10,31 µg-at/L
TSM*	14,7 - 21,4 °C
Promedio anual	17,0 °C
Oxígeno disuelto	4,60 mg/L
pH	7,49
Silicatos	15,78 µg-at/L
Nitritos	0,91 µg-at/L
ATSM (°C)	-1,7 (05 feb), +4,8(31 dic)

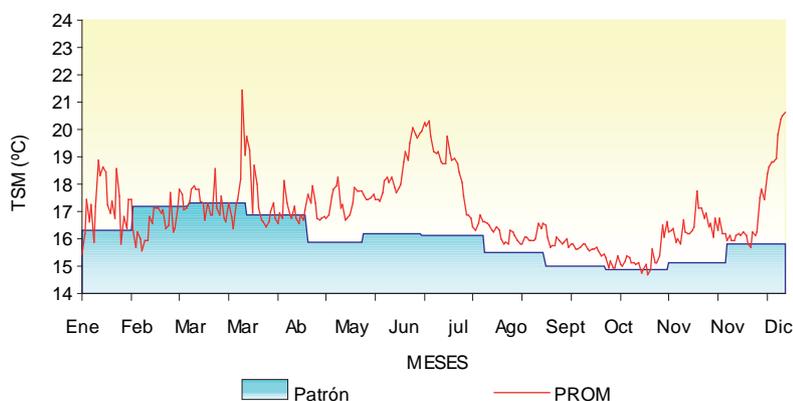


Figura V.6.1.- TSM año 2009. Estación Fija del Puerto de Huacho.

mm y TM 49,85mm. El 82 % tuvo tamaño menor a la TMC. Tuvo un pico máximo de desove en febrero.

**V.6.4 BANCOS NATURALES DE INVERTEBRADOS**

**Caracol, *Stramonita chocolata***

Se realizaron dos evaluaciones de bancos naturales del caracol en las áreas principales de extracción.

1) ISLA DON MARTÍN .- En abril, en 183.507 m<sup>2</sup> sobre sustrato rocoso y areno-pedregoso se registraron "parches" de 4 a 132 ind/m<sup>2</sup> que indicaron un aumento con relación a la densidad poblacional de los años 2006 (4-116 ind/m<sup>2</sup>), 2007

(4-80 ind/m<sup>2</sup>) y 2008 (4-76 ind/m<sup>2</sup>). La biomasa se estimó en 66,2 t (± 52,0%) y su población en 3,4 millones de individuos (±47,7%). Los individuos de talla comercial representaron solo un 3,99% de la población y 12,83% de la biomasa. LP de 13 a 68 mm, TM de 40,61 mm. Se encontró en fase de máxima madurez en machos e iniciando la maduración en hembras (Figs V.6.2, V.6.3).

2) ISLA MAZORCAS.- En julio se estimó la biomasa del caracol en 449,3 t (±32,5%) y la población en 14.8 millones de individuos (±28,5%). Los ejemplares de tallas comer-

ciales representaron el 23.89% (107,3 t) de la biomasa y 11.16% (16,5 t) de la población. La densidad media estratificada fue de 249 ejemplares/m<sup>2</sup>. La talla o LP, estuvo entre 6 y 82 mm y TM de 48,77 mm; el recurso estuvo mayormente en fase de máxima madurez (43,5%).

**Concha navaja, *Ensis macha***

En mayo se efectuó la evaluación de los bancos naturales en la zona norte del Promontorio Salinas. En fondos blandos entre Cerro Verde-Punta Cocoe-Punta Bajas a profundidades de 1,5 a 12,2 m en

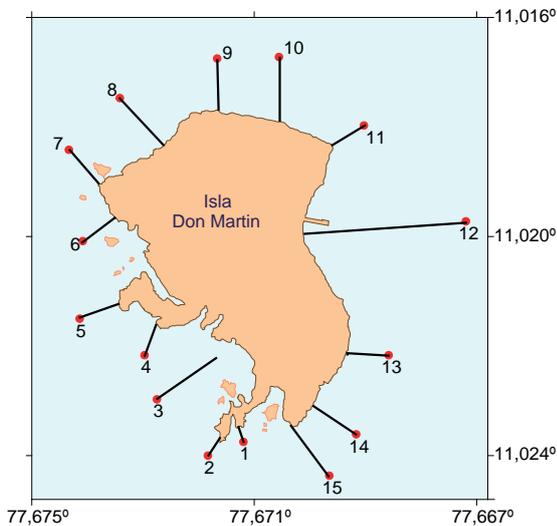


Figura V.6.2.- Transectos, estudio de bancos naturales de caracol *Stramonita chocolata*, Abril 2009

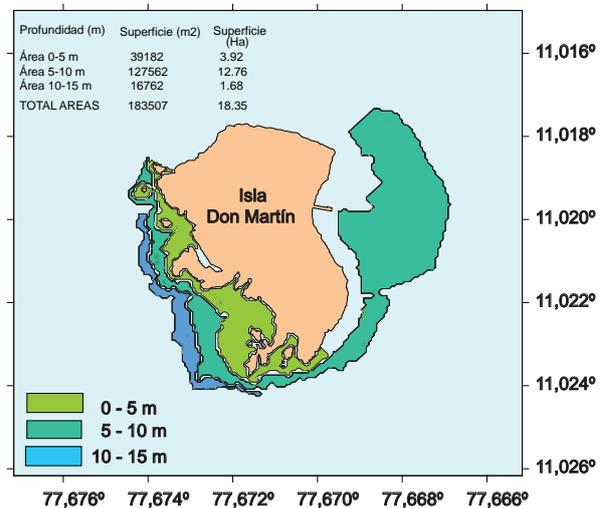


Figura V.6.3.- Áreas por sustratos de Profundidad en la Isla Don Martín. Abril 2009

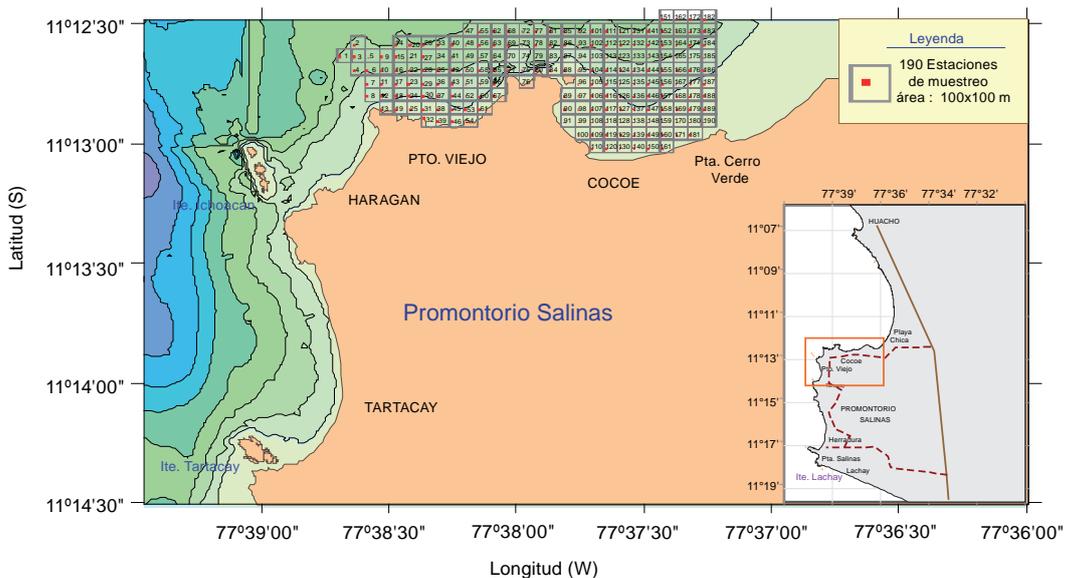


Figura V.6.4.- Área de Evaluación de concha navaja *Ensis macha* Cerro Verde – Punta Bajas (Promontorio Salinas). Mayo 2 009

---

aguas con temperatura de fondo promedio de 16,9°C y tenor promedio de oxígeno disuelto de 1,45 ml/L se encontró “parches” con densidad media de 87,1 ejemplares /m<sup>2</sup> y biomasa media de 932,67 g/ m<sup>2</sup>.

En un área estimada de 524,633 m<sup>2</sup> se estimó una biomasa de 265,91 t (+/-47,1%) con una población de 25,2 millones de individuos (+/-53,0%). El 92% de la población fueron de menor tamaño que la TME y representó el 78 % de la biomasa. La longitud valvar entre 10 y 172 mm; TM de 94,81 mm. Se le encontró mayormente en proceso de maduración (72%) con importante porcentaje en proceso de desove (24%).

### V.6.5 EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS

Se ejecutaron 16 evaluaciones en las bahías de Végueta, Huacho, Carquín y Chancay en agosto (temporada de veda), abril, julio y diciembre (temporada de pesca).

Las variables físico- químicos y biológicas presentaron un comportamiento similar en temporadas de veda y pesca, excepto aceites y grasa y sulfuros. El promedio anual de presencia de aceites y grasas, en temporada de pesca (136,39 mg/L) no se enmarcó dentro de los estándares vigentes de calidad ambiental acuática (ECA); este promedio estuvo bastante influido por un valor de 1345,30 mg/L registrado en diciembre (Es-

tación 5). En los sulfuros se registró un valor promedio mayor en temporada de pesca (0,3673µg-at/L) con respecto al de temporada de veda (0,0086µg-at/L).

Los coliformes totales y termotolerantes mantuvieron tenores no muy diferentes en ambas temporadas, pero es necesario precisar, que en temporadas de pesca, la carga microbiana frente a la zona industrial se incrementa.

El impacto de los efluentes domésticos e industriales fue recurrente; el primero de tipo crónico y el segundo solo en temporadas de pesca de tipo focalizado; en este caso el mayor impacto se observó en el mes de diciembre (temporada de pesca); esta situación es similar a lo observado el año pasado 2008.

## V.7 SEDE DEL IMARPE EN PISCO, ICA (IMARPE PISCO)

### V.7.1 CONDICIONES AMBIENTALES

Los promedios mensuales de la TSM en el muelle Fiscal de Pisco Playa durante el 2009 variaron de 24,2 °C (enero) a 18,4 °C (agosto y setiembre), con ATSM negativas de -0.2 y -0.3°C. (Fig. V.7.1)

### V.7.2 SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS

La **pesquería pelágica industrial** en el 2009 registró 1.095.212,399 t, cifra que evidenció una notable recuperación del desembarque en 2008 (836.730,495 t). Se desarrolló en dos temporadas de pesca, con porcentajes de "peladilla" menores al 10%; rango de LT 8,0 – 18,0 cm, media 14,1 cm. En noviembre y diciembre se registró 71,2% de hembras grávidas.

En la **pesquería pelágica artesanal** se desembarcaron 20.699,76 t; el 98,1% del total se registró en el área de Pisco (caletas San Andrés, El Chaco, Lagunillas y Laguna Grande). Los desembarques de anchoveta en los cinco primeros meses del 2009, estuvieron por debajo de las 1.000 t, asociados a la TSM por encima de los 21,2° C; mejoró notablemente en invierno y primavera, asociada al rango de la TSM entre 18,4 y 20,3 °C.

**Distribución y concentración de anchoveta y de otros recursos pelágicos en el litoral de Ica.**- En la primera temporada de pesca (abril-julio), la anchoveta se distribuyó desde el sur de Pisco (14,5°S) hasta la zona de Chancay (11,5°S) (Fig. V.7.2), con concentraciones densas localizadas entre las 10 y 60 mn; durante la segunda temporada (noviembre-diciembre) el recurso se distribuyó al sur de la península de Paracas y muy costeiramente, entre las 10 y 30 mn.

En la **Pesquería demersal y costera**, los desembarques sumaron 2.374,96 t, que fue 28% mayor que el 2008. Se identificaron 62 especies. Predominaron la cabinza (34,8% del total, aumentó 4,6%) y el pejerrey (23,3%, aumentó 147,5%); siguieron lorna (13,2%) y pintadilla (5,1%) y otras. El puerto

de Pisco recibió el 84,2%, San Juan de Marcona 12,3% y Chincha 3,5% de recursos demersales y costeros.

La cabinza (*Isacia conceptionis*) presentó LT de 13 a 30 cm, LM anual 20,4 cm. La actividad reproductora mantuvo intensidad moderada la mayor parte del año, en marzo alcanzó un máximo de 69,6%, y el mínimo en diciembre, 24,3%.

En el pejerrey (*Odontesthes regia regia*) la LT fue 9 a 21 cm, LM anual de 14,6 cm. La actividad reproductora, disminuida en verano, cobró intensidad en junio (55,4% desovantes) y en noviembre (77,8%).

**Invertebrados marinos.**- El 2009 en la Región Ica, los desembarques de invertebrados marinos totalizaron 6.982 t, promedio de 581 t/mes. Los puertos más importan-

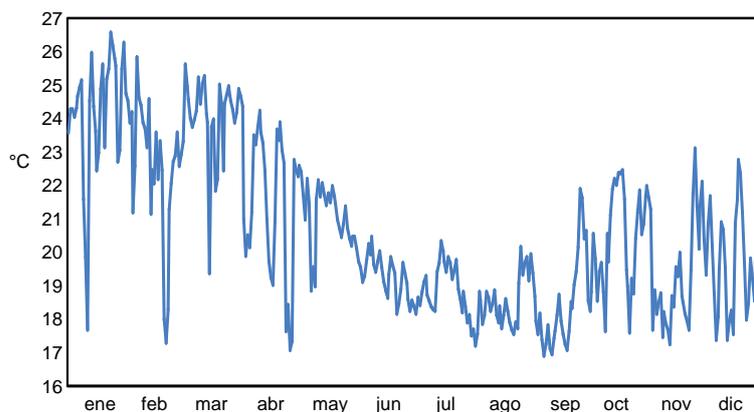


Figura V.7.1.- Temperatura superficial del mar (°C) en el muelle Fiscal de Pisco. Año 2009.

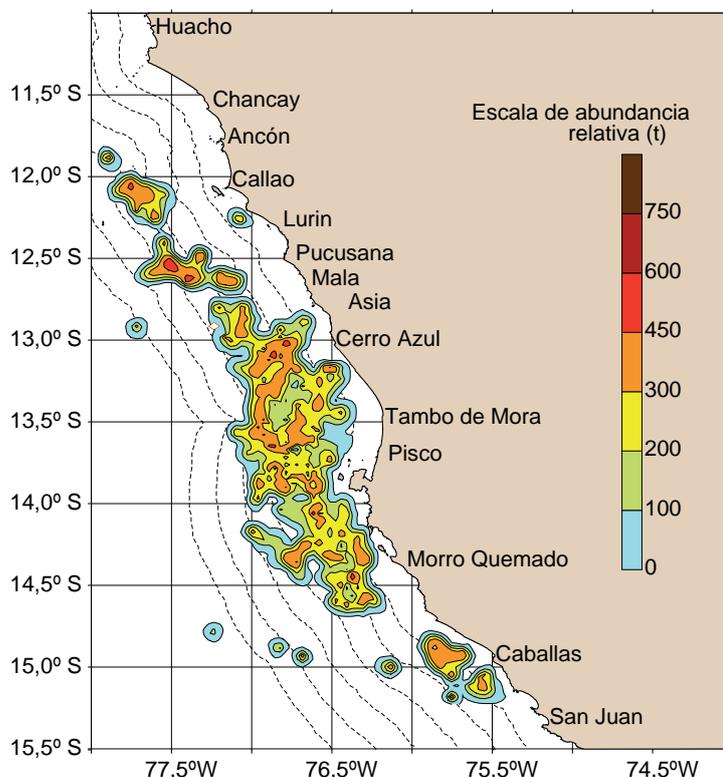


Figura V.7.2.- Distribución y concentración de anchoveta, durante la primera temporada de pesca industrial, abril-julio 2009.

tes: Pisco, 44% del total, San Juan de Marcona 29% y Chincha 27%. El choro, *Aulacomya ater*, alcanzó 1.023,65 t, la almeja *Gari solida*, 397 t y el cangrejo peludo *Cancer setosus* 431 t. La concha de abanico con 773 t; a partir de setiembre incrementó su producción con el aporte de las cosechas de las concesiones especiales de cultivo que llegaron a 90% de los desembarques del año. En San Juan de Marcona, los desembarques acumularon 2.009 t, destacó el choro (1892 t); en Chincha, la señorita, *Donax marincovichii*, colectada en las playas, fue el recurso más importante con 1.918 t.

La concha de abanico tuvo 65 mm de talla promedio anual (TPA) 65 mm, y alcanzó 46,1% de ejemplares menores a la TMC (= 65 mm). En Pisco el choro alcanzó TPA de 66,6 mm, con 32,4% de ejemplares menores a la talla mínima legal (TML); en Marcona fue de 67,0 mm. El caracol *Thais chocolata* registró TPA de 54,8 mm y 69,2% menores TML. La lapa *Fissurella* spp. en Marcona presentó una TPA de 67,2 mm. La almeja *Gari solida*, con TPA de 72,9 mm, y 62,6% de ejemplares menores TML. El chanque *Concholepas concholepas* tuvo una TPA de 103,2 mm en Pisco y 102,6 mm en Marcona, con el 1,3 y 2,7% menores a la TML respectivamente. El cangrejo peludo *Cancer setosus* presentó un tamaño promedio de 110,5 mm de longitud del caparazón, con el 77,4% de ejemplares menores a la TML.

### V.7.3 EVALUACIÓN DE BIVALVOS

#### Prospección del recurso concha navaja, *Ensis macha*, en Pisco

Entre el 13 y 20 de julio 2009, se colectaron muestras de navaja en 11 bancos naturales ubicados entre El Candelabro y El Caimán, con dos modalidades de muestreo: unidad de área (m<sup>2</sup>) y tiempo (20'be). En 1.388 ejemplares, LT 36-177 mm, moda principal 126 mm, secundarias 78 y 82 mm, promedio 121,8 mm, 38,2% de individuos menores a 12 mm, DS 11,80. Las mayores densidades relativas promedio, en función al tiempo, se registraron

en Canastones, Gallinazo, Balsero y San Jorge, con 48,3; 45,0; 30,0 y 29,0 ejemplares por 20 minutos de buceo efectivo (20'be), respectivamente. Se registró algún discreto incremento de densidad y biomasa relativa sobre años anteriores; pero los bancos naturales no se han recuperado completamente.

#### Prospección del recurso chanque, *Concholepas concholepas*

Del 18 al 29 agosto 2009, se procedió a la colección del chanque en 18 bancos naturales, mediante búsqueda libre durante 10'be, entre la isla San Gallán y Yanyarina. La densidad relativa promedio varió de 6 (Laguna Grande) a 91 ind/10'be (San Juan). Las tallas variaron de 22 a 128 mm de longitud peristomal, con 53,9% mayores a la TME. Los desembarques por localidades de pesca en el periodo enero 2005 a julio 2009, demostraron que las zonas prospectadas fueron las más representativas por volúmenes de extracción. Por sectores, los desembarques indican que, a pesar de la veda establecida en noviembre 2008, el recurso continuó siendo extraído, aunque en menores cantidades.

### V.7.4 RECONOCIMIENTO DE BANCOS NATURALES Y ZONAS DE PESCA EN PAMPA CLARITA, CAÑETE

Del 4 al 7 septiembre, a bordo de la LIC IMARPE VII, se estudió la presencia y abundancia de recursos bentónicos de interés comercial, composición granulométrica del sustrato y la actividad pesquera artesanal en Pampa Clarita, Cañete, Región Lima. También se efectuaron encuestas a pescadores artesanales, administradores y personas relacionadas a la actividad pesquera entre Cerro Azul y Pucusana, para obtener información directa de la probable existencia de bancos naturales de invertebrados bentónicos o macroalgas; así como del uso como zona de pesca en el área solicitada por Acuaculture Dim SAC (Oficio N°824-2009-PRODUCE/DNA). El resultado de las encuestas fue que zonas de pesca son costeras y cercanas al desembarcadero de Cerro Azul, concluyéndose que no se

desarrolla actividad pesquera en la zona de estudio.

En la zona evaluada, situada de 15 a 18 m de profundidad, los sustratos preponderantes están conformados por arena fina y fango, libres de organismos macrobentónicos. El área de estudio se caracterizó por un sedimento de arena muy fina (78,9%), y limo+arcilla (entre 4,0% y 48,9%, promedio 15,2%); no se observó fracciones de arena gruesa, arena muy gruesa o grava). La arena total varió entre 51,2% y 96%, promedio de 84,8%. En toda el área de estudio, las fracciones de arena fina estaban distribuidas de manera homogénea.

### V.7.5 CALIDAD AMBIENTAL Y LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN MARINA EN PISCO

Para el Monitoreo del Estado de la Calidad Ambiental y los Efectos de la Contaminación Marina en Pisco, se evaluaron semanalmente 16 estaciones por mar y 4 estaciones por orilla de playa.

En la bahía de Paracas, la TSM se presentó elevada y homogénea desde febrero hasta la primera quincena de abril (>24 °C), con promedio máximo 24,6 °C en los días 10 y 11 marzo. A partir de la segunda quincena de abril disminuyó a 16,3 °C el 15 de abril y a 17,8 °C el día 17. En invierno, la TSM fue homogénea (<18 °C). El 12 de noviembre la bahía presentó <17 °C con mínimo promedio diario de 15,9 °C. La temperatura subsuperficial varió de 14,3 °C (9 enero) a 18,5 °C (4 de mayo), con promedios diarios >16 °C entre mayo y julio.

El oxígeno disuelto en superficie, de enero a marzo, presentó promedios homogéneos (>6 mg/L). El 25 abril se observó el promedio mínimo del 2009 (2,60 mg/L), que coincidió con temperaturas <17 °C (afloramiento costero). El 18 y 19 de junio, en gran parte de la bahía, se presentó un "bloom" microalgal, por concentraciones saturadas y sobresaturadas del dinoflagelado *Prorocentrum micans*. El 26 de agosto la concentración más elevada de oxígeno superfi-

cial, se debió a la abundancia de diatomeas de afloramiento costero *Chaetoceros socialis*, *Detonula pumila* y *Talassiosira subtilis*; y además, una "marea roja" frente a la desembocadura del río Pisco originada por el organismo fitoflagelado *Olisthodiscus luteus*.

En octubre y noviembre se registraron "blooms" microalgales por flagelados y dinoflagelados, ade-

más de las especies potencialmente tóxicas (DSP) *Dinophysis acuminata* y *Dinophysis caudata*.

El 8 de mayo predominaron condiciones anóxicas en el fondo, lo que se reflejó en el promedio diario (0,06 mg/L) el más bajo del 2009.

**Monitoreo de fitoplancton tóxico en San Juan de Marcona.-** La riqueza de diatomeas potencial-

mente tóxicas se registró como "presente" durante mayo, junio, setiembre y octubre. *Pseudonitzschia pungens* y *Ps. cf. delicatissima*, se hallaron en forma variable al sur de San Juan de Marcona. La TSM varió de 15,0 a 15,5 °C.

Los dinoflagelados mostraron mayor distribución y persistencia. Se registró abundancia relativa de "presente" *Dinophysis acuminata*, *D. caudata*, *D. rotundata*. Las especies *Protoperdinium depressum* y *P. crassipes* se observaron en forma esporádica al sur de la bahía de Marcona.

**Florecimientos microalgales o mareas rojas en Pisco.-** En las bahías Paracas e Independencia, se registraron 138 casos. En San Juan de Marcona, no hubo registros de eventos de esta naturaleza. Entre los principales organismos causantes de mareas rojas se encuentran:

**FITOFLAGELADOS:** *Olisthodiscus luteus* durante febrero, marzo, agosto, setiembre, octubre y diciembre.

**DINOFLAGELADOS:** *Prorocentrum gracile*, causante de los "blooms" en enero, octubre, noviembre y diciembre. *Prorocentrum cf. minimum*, registró eventos de mareas rojas en los meses de enero, junio, setiembre, octubre y noviembre. *Prorocentrum micans* durante abril, mayo y junio. *Dinophysis acuminata* y *Dinophysis caudata*, especies potencialmente tóxicas (DSP) en los meses de octubre y noviembre.

**DIATOMEAS:** *Pseudonitzschia delicatissima* y *Pseudonitzschia pungens*, ambas especies potencialmente tóxicas (ASP) registradas en Bahía Independencia en las zonas denominadas el Queso y Tunga, a partir del 18 de diciembre.

**CILIADOS:** *Messodinium rubrum*, registró intensas decoloraciones marinas en Bahía Paracas en setiembre.

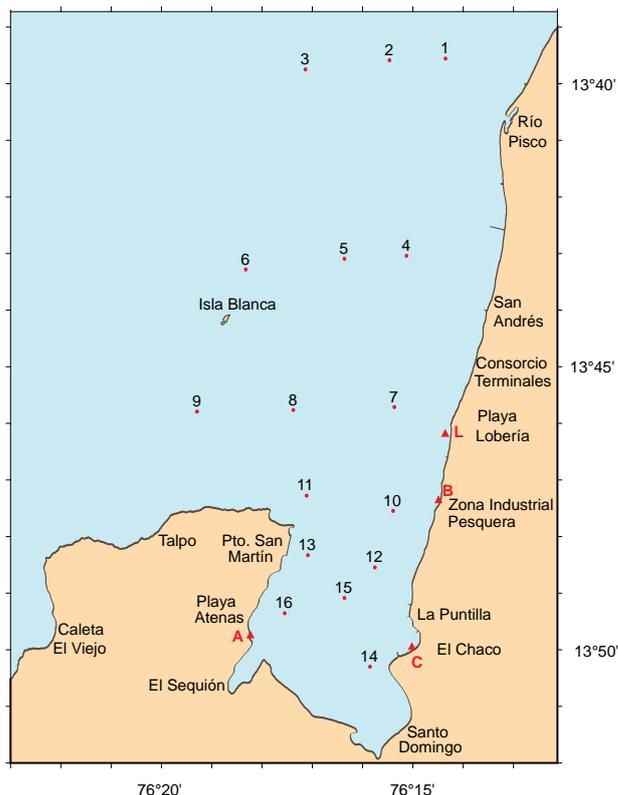


Figura V.7.3.- Estaciones de muestreo establecidas en la bahía de Paracas, Pisco.

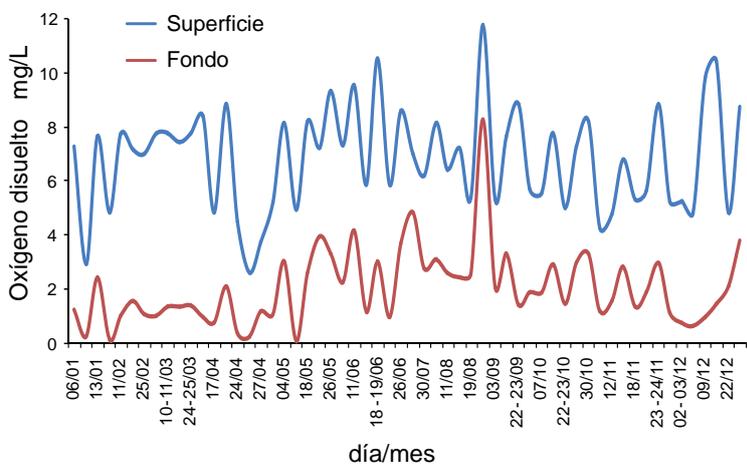


Figura V.7.4 Valores promedio mensuales de Oxígeno disuelto 2009. Bahía de Paracas, Pisco

## V.8 SEDE DEL IMARPE EN MATARANI, AREQUIPA (IMARPE MATARANI)

### V.8.1 SEGUIMIENTO DE LA PESQUERÍA

#### Pesquería industrial

El *desembarque total* fue 82.848,1 t. El 99,77% fue anchoveta; el restante 0,23% correspondió a los recursos camotillo, lorna, pampanito, pejerrey, bagre, mismis, machete, caballa y pota.

Las *áreas de pesca* más frecuentadas por la flota industrial, se localizaron frente a Camaná, Quilca, Atico, Tambo y Ocoña; entre las 2 y 30 millas de la costa.

La *CPUE* de la flota industrial que desembarcó en Matarani y Mollendo desplazó una capacidad de bodega de 144.622,7 t, correspondiente a 67 días y un total de 747 viajes con pesca.

#### Pesquería Artesanal

El *desembarque total* fue de 14.450,6 t de recursos hidrobiológicos, que representó un descenso del 28,9% con relación al 2008 (20,330 t). El 64,27% (9.287,6 t) correspondió a invertebrados; el 18,42% (2.661,3 t) a peces; el 16,81% (2.429,5 t) a algas marinas y el 0,50% (72,2 t) a ovas de pez volador (“cau-cau”).

**Peces pelágicos.**- Las embarcaciones artesanales del puerto de Matarani desembarcaron 741,3 t de peces pelágicos. Las especies que destacaron fueron: bonito, *Sarda chiliensis chiliensis* (47,41%) en verano y primavera; jurel, *Trachurus murphyi* (24,45%) en el primer semestre; caballa, *Scomber japonicus* 21,24%; anchoveta, *Engraulis ringens* 3,22%; cojinoba, *Serirolella violacea* 3,01%; camotillo, *Diplectrum conceptione* 0,49%, barrilete *Katsuwonus pelamis* 0,17%.

**Recursos costeros.**- Se descargaron 475,1 t. Las especies más representativas fueron: machete (*Ethmidium maculatum*) 46,56%, lorna (*Sciaena deliciosa*) 33,81%, cabinza (*Isacia conceptionis*) 9,30%, pejerrey (*Odontesthes regia regia*) 4,62%, corvina (*Cilus gilberti*) 2,41%, pampanito (1,16%), mismis (0,9%), peje gallo (0,51%); además lisa, coco, tollo, babunco, peje

blanco que llegaron al 0,74%. El machete y la lorna fueron generalmente capturados por las embarcaciones denominadas “bolichitos de bolsillo”, en la temporadas de invierno e inicios de primavera.

**Recursos demersales.**- Se desembarcó 42,3 t. Resaltaron: pintadilla (*Cheilodactylus variegatus*) 27,61%, raya (*Myliobatis peruvianus*) 24,36%, congrio (*Genypterus maculatus*) 15,74%, cabrilla (*Paralabrax humeralis*) 13,53%, lenguado común (*Paralichthys adspersus*) 4,86%, chamaca (*Semicossyphus darwini*) 4,12% y el rollizo (*Protilus jugularis*) 3,15%. Las otras especies demersales de menor desembarque fueron el sargo, la jerguilla, cherlo, mero, peje perro, ojo de uva, peje burro, negrilla y el trombollo.

**Recursos oceánicos.**- Se desembarcaron 1.402,6 t, que fue el mayor tonelaje de peces de la flota artesanal de Matarani en el 2009. Comprendieron 11 especies. El 98,48% correspondió a tres especies: perico (*Coryphaena hippurus*), pez volador (*Hirundichthys rondelii*) y el tiburón azul (*Prionace glauca*). En mucho menor proporción: tiburón diamante (*Isurus oxyrinchus*), atún (*Thunnus alalunga*), fortuno (*Seriola rivoliana*), pez espada (*Xiphias gladius*), tiburón zorro (*Alopias vulpinus*), tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*) y opah (*Lampris guttatus*), considerados como especies ocasionales en esta pesquería.

**Invertebrados.**- En el 2009, la flota artesanal de Matarani desembarcó 9.287,6 t de invertebrados marinos, el 94,74% (8.798,8 t) correspondió a la pota (Fig. V.8.1), capturada por la flota artesanal denominada “pota”. El 5,26% restante capturado por la flota artesanal marisquera, con embarcaciones equipadas con una compresora. Fueron 12 especies extraídas, destacaron el choro (*Aulacomys ater*), el erizo (*Loxechinus albus*), pulpo (*Octopus mimus*), caracol, lapa (*Fissurella máxima*), cangrejo peludo (*Cancer setosus*), tolina o chanque (*Concholepas con-*

*cholepas*). Además hubo otras 5 especies en mínimas proporciones como la almeja (*Protothaca thaca*), cangrejo violáceo (*Cancer porteri*), barquillo (*Acanthopleura echinata*) y pepino de mar (*Thyrone briareus*).

**Macroalgas.**- Se desembarcó 2.429,6 t de macroalgas. Fueron tres especies: el alga de palo, *Lessonia trabeculata*, 1,734,1 t, 71,38%; el aracanto, *Lessonia nigrescens*, 694,6 t, 28,59%; y el cochayuyo *Gigartina chamissoi* 0,03%. En el 2009, el IMARPE realizó dos actividades científicas de investigación denominadas Extracción Exploratoria de Macroalgas (EEM) en el litoral de Matarani, autorizadas mediante Resoluciones Ministeriales.

#### Aspectos biométricos y biológicos de las principales especies desembarcadas por la flota industrial y artesanal en Mollendo y Matarani

**Anchoveta.**- En enero y agosto, la anchoveta desembarcada en las plantas de harina de pescado en Mollendo – Matarani, mostró elevados porcentajes de juveniles, lo cual hace suponer que la flota industrial incidió en esos meses en una población de anchoveta que tuvo el ingreso de una cohorte de reciente reclutamiento. En su estructura por tamaños, se apreció en casi todos los meses, una sola moda, generalmente ejemplares adultos, excepto en enero donde se observó estructura bimodal.

**Jurel.**- LT 13-46 cm, con elevada presencia de juveniles durante todo el año. En febrero, mayo y julio se observaron estadios III y IV, pero también individuos en primera madurez.

**Caballa.**- LH 14-36 cm, individuos juveniles y por debajo de la TMC durante todo el año. La estructura unimodal de la caballa resaltó en enero, mayo y junio; en marzo, abril, julio, agosto fue bimodal, pero ambas cohortes estuvieron por debajo de TMC.

**Lapa.**- El rango de tallas, 34 y 85 mm de longitud de valvar y el

Tabla V.8.1.- Tallas y porcentaje de juveniles en las especies desembarcadas en Puerto Matarani - 2009

PECES				
Especie	n	Rango talla(cm)	Moda (cm)	% juveniles
Jurel	3171	13 - 46	23 y 25	80,45
Caballa	1553	14 - 36	19 y 20	98,26
Machete	1478	15 - 36	24 y 26	30,28
Lorna	1358	12 - 31	15 y 20	84,99
Cabinza	969	13 - 27	17 y 23	80,91
Bonito	904	28 - 70	40,47 y 60	77,98
Pejerrey	315	10 - 18	14	97,46
Pampanito	165	12 - 19	14	100
Cojinova	161	32 - 46	37 y 41	1,24
P. Volador	151	25 - 37	29 y 32	--
Corvina	123	27 - 36	32	100

INVERTEBRADOS				
Especie	n	Rango talla(mm)	Moda (mm)	% juveniles
Lapa	4002	34 - 85	58	58,62
Tolina	1366	37 - 118	73	61,67
Caracol	1042	40 - 84	55 y 60	63,05
Choro	722	42 - 114	76 y 94	18
Erizo	749	45 - 109	67, 68 y 74	39,69
Pota	2616	22 - 106	67 y 70	---

59% de los ejemplares medidos no alcanzaron la talla mínima de extracción, esta característica se reflejó en todo el año.

**Pota.-** En 2616 ejemplares medidos, el rango de longitud del manto fue 22-106 cm. En febrero los desembarques estuvieron conformados por especímenes adultos (61-106 cm), los más grandes que en el resto del año. En abril, dos grupos de tamaños, una moda principal en 31 cm y otra secunda-

ria en 70 cm; similar configuración en el mes de mayo, estuvo conformada en su mayoría por juveniles. En abril, mayo, julio hubo predominio de ejemplares iniciando por primera vez un proceso de madurez gonadal (Estadio I).

**Tolina o chanque.-** Tallas 37 -118 mm, con 61,67% de ejemplares menores a la talla mínima de comercialización (80 mm). Fue notorio que esta extracción estuvo dirigida sobre la población cons-

tituida principalmente por juveniles. En febrero y diciembre hubo mayor incidencia de adultos en los desembarques. En cuanto al proceso reproductivo, en abril (6,6) y diciembre (5,3) se presentaron los mayores valores de IGS; lo cual evidencia un periodo de máxima madurez gonadal.

En la Tabla V.8.1 se reúnen los muestreos biométricos de otras especies como bonito, machete, lorna, cabinza, pejerrey, corvina, pampanito, cojinova, pez volador, choro, lapa, caracol y erizo.



moda principal se ubicó en 14 mm y la secundaria en 77 mm. Durante este periodo la macha se encontró en un periodo de maduración gonadal (Fig. V.9.1).

### V.9.3 ESTUDIOS SOBRE EL RECURSO CHANQUE

En la REGIÓN MOQUEGUA, la abundancia relativa de *Concholepas concholepas* varió de 0 a 46 ejemplares por 10 minutos de buceo efectivo (ejem/10' be). Los bancos naturales que registraron las mayores abundancias en promedio fueron: Escoria – Fundición, Punta Coles, Pocoma y Tancona. En los bancos naturales al norte de Ilo (Cocotea – Yerbabuena, Pocoma y Punta Colorada - Refinería) se registró el menor número de juveniles; este número fue mayor en Tancona, Punta Coles y Escoria-Fundición. Las modas fluctuaron entre 48 mm (Punta Coles y Tancona) a 90

mm (Punta Colorada – Refinería), la longitud promedio fluctuó entre 61,49 mm (Punta Coles) a 92,20 mm (Punta Colorada – Refinería).

En la REGIÓN TACNA la abundancia relativa tuvo un rango de 0 a 380 ejem/10' be. Los bancos naturales con mayor abundancia promedio fueron: Santa Rosa, Meca – Lozas, Vila Vila y Boca del Río. Los dos primeros son considerados bancos semilleros, y en las dos últimas se desarrollan actividades de repoblamiento por parte de organizaciones de pescadores artesanales. Los bancos naturales presentaron alta incidencia de ejemplares <80 mm, principalmente en Santa Rosa, Meca – Lozas y Tomoyo Beach – Boca del Río. La moda principal estuvo entre 48 mm (Santa Rosa) y 75 mm (Mesas), la longitud promedio fluctuó entre 49,74 mm (Santa Rosa) a 70,09 mm (Picata).

### V.9.4 CONDICIONES OCÉANO - ATMOSFÉRICAS EN LA ESTACIÓN COSTERA FIJA DE LA BAHÍA DE ILO

El Promedio mensual de la TSM varió entre 16,6 °C (enero) y 14,3 °C (setiembre), con anomalías entre -1,0 °C (febrero) y +0,6 °C (noviembre). La salinidad superficial varió de 34,629 ups (marzo) a 34,997 ups (enero); la presión atmosférica, de 1006,5 mbar (marzo) a 1014,5 mbar (agosto) y la temperatura atmosférica de 25,8 °C (enero) a 16,7 °C (setiembre) (Fig. V.9.2). La observación de los diversos parámetros océano-atmosféricos nos permiten concluir que luego de la etapa de neutralización (mediados de mayo), se inició en la zona sur un calentamiento gradual, asociado al desarrollo del evento cálido El Niño, cuya intensidad se pronosticó de débil a moderado en la región Niño 3.4 y que continuó según los pronósticos hasta el verano 2010.

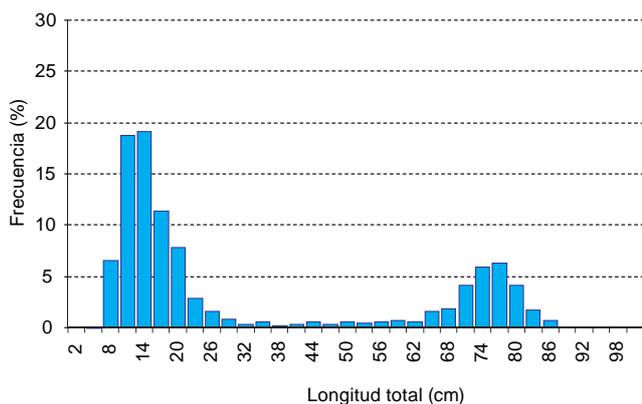


Figura V.9.1.- Tallas de la macha en el litoral de la provincia de Islay, Región Arequipa. Julio - 2009.

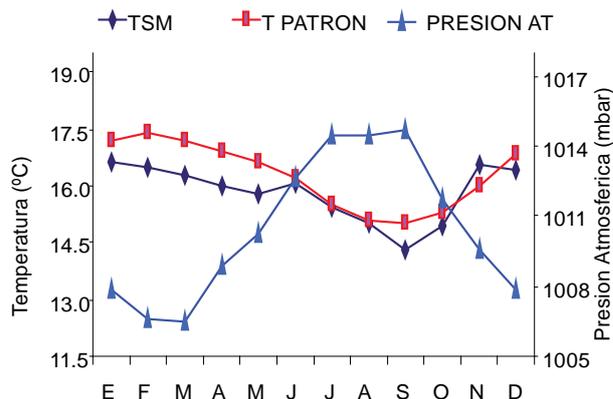


Figura V.9.2.- Variación de TSM y presión atmosférica en la bahía de Ilo.

## V.10 SEDE DEL IMARPE EN PUNO (IMARPE PUNO)

### V.10.1 SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS

**Desembarques.-** El desembarque anual, a nivel de muestreo, fue 272.027,5 kg. En orden de importancia, las once especies registradas, fueron: ispi, *Orestias ispi*, 28,8%; carachi amarillo, *Orestias luteus*, 25,7%; pejerrey, *Odontesthes bonariensis* 25,0%; carachi gris,

*Orestias agassii*, 8,6%; mauri, *Trichomycterus dispar*, 3,9%; trucha, *Oncorhynchus mykiss* 3,4%; y carachi gringo, *Orestias mulleri*, 2,4%.

Las artes de pesca utilizadas fueron: cortina (97,1%), espinel (2,3%) y chinchorro (0,6%). El chinchorro fue utilizado principalmente en el Lago Pequeño y en la zona Norte.

La Figura V.10.1 compara las capturas mensuales de los recursos pelágicos y los bentónicos durante el 2009. La Tabla V.10.1 compara los desembarques (kg) de los años 2007, 2008, 2009 y su variación comparativa.

**Zona Sur:** 104.099,6 kg (38,3% del total). De nueve especies, las más importantes fueron ispi 64,9%; carachi amarillo 11,2% y pejerrey 5,7%.

**Zona Norte:** 86.899,6 kg (31,9% del total). En 9 especies, destacaron: pejerrey 55,3% y carachi amarillo 25,2%. Los juveniles de pejerrey son muy abundantes en la desembocadura del río Ramis, debido a las buenas condiciones de alimento y refugio.

**Bahía de Puno:** 51.574,4 kg (19,0% del total). En 11 especies destacaron carachi amarillo 58,6%, el ispi 17,8%, carachi gris (9,8%), carachi enano (5%) y picachu (4,8%).

**Lago Pequeño:** Se descargó 29.453,9 kg, 10,8% del total. Pejerrey 44,5%, carachi gris 30,4%, carachi amarillo 20,4% y mauri 4,6%.

Es importante resaltar el ingreso de nuevos recursos a la pesquería como: picachu (*Orestias imarpe*), carachi gringo (*Orestias mulleri*) y carachi enano (*Orestias olivaceus*); los cuales en 2009 aportaron altos volúmenes de desembarque, comparados con 2007 y 2008.

**Principales lugares de desembarque para las especies comerciales.-** El ispi en Cachipucara (Pilcuyo), Villa Socca y Llachón (Puno). El pejerrey se capturó en: Callejón Ramis y Huarasani (Huanacán) y Copani e isla Anapia (Lago Pequeño). Para el carachi amarillo destacaron Muelle Barco, Karana y Capano (Bahía de Puno) y Callejón Ramis (Zona Norte) (Fig. V.10.2).

**Esfuerzo de pesca y captura por unidad de esfuerzo (CPUE).-** En el 2009, 718 embarcaciones pesqueras artesanales realizaron 32.319 viajes. La CPUE fue 8,1 kg/viaje, 26% menor al registrado en el 2008, pero en la Bahía de Puno

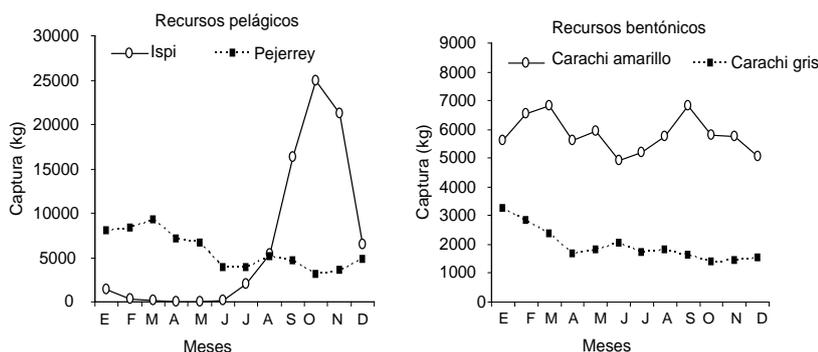


Figura V.10.1.- Variación mensual 2009. Captura (kg) de peces pelágicos y bentónicos importantes en el Lago Titicaca.

Tabla V.10.1.- Desembarque (kg) de la flota artesanal en el Lago Titicaca (2007 - 2009)

Especies	Desembarque (kg)			Variación (%)	
	2007	2008	2009	2007/2009	2008/2009
Carachi Amarillo	74.374,50	68.804,40	69.789,60	-6,2	1,4
Carachi Gris	19.531,50	21.178,10	23.469,50	20,2	10,8
Carachi enano/gringo	588,5	1.852,20	10.056,10	1608,8	442,9
Ispi	90.491,00	107.965,30	78.219,00	-13,6	-27,6
Boga	0,1	0,10	0,00	-100,0	-100
Picachu/albus	0,00	0,00	2.473,30		
Mauri	8.283,50	6.394,50	10.640,10	28,4	66,4
Suche	362,8	267,4	65,3	-82,0	-75,6
Pejerrey	197.260,40	100.368,00	68.020,40	-65,5	-32,2
Trucha	1.299,50	6.788,40	9.294,20	615,2	36,9
<b>Total</b>	<b>392.191,80</b>	<b>313.618,40</b>	<b>272.027,50</b>	<b>-30,60</b>	<b>-13,30</b>

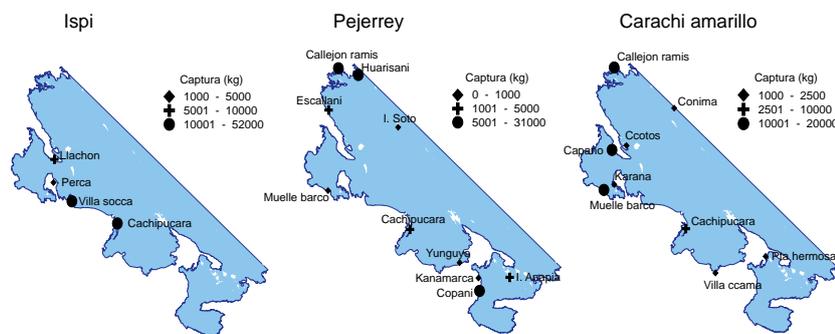


Figura V.10.2.- 2009. Principales lugares de desembarque de los tres peces más importantes del lago Titicaca: ispi, pejerrey y carachi amarillo.

fue 13,5% mayor. La Zona Sur presentó el CPUE 14,4 kg/viaje, la Bahía de Puno 10,1 kg/viaje; la Zona Norte 7,0 kg/viaje y el Lago Pequeño con 2,9 kg/viaje (Fig. V.10.3).

**V.10.2 ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES ÍCTICAS**

**COMPOSICIÓN POR TAMAÑOS.-** La Tabla V.10.2 reúne los datos biométricos sobre ocho especies.

**EVOLUCIÓN DE LA TALLA MEDIA DE CAPTURA, MADUREZ SEXUAL Y EVO-**

**LUCIÓN DEL IGS**

La talla media de captura es un indicador del estado de la pesquería en términos de sobrepesca por reclutamiento, y puede ser comparada con uno de los dos puntos de referencia límite: la talla de la primera madurez sexual (TPMS) o talla mínima de captura (TMC). Entonces, es posible determinar el grado de presión que ejerce la pesca sobre el recurso. Mencionaremos los resultados de estos estu-

dios en dos especies importantes: el ispi y el pejerrey.

**Ispi.-** TPMS = 6,3 cm. Entre 2007 y el primer trimestre 2009 la talla media de captura del ispi se ubicó por encima del TPMS. En el segundo semestre estuvo por debajo (Fig. V.10.4). La evolución por meses de la madurez sexual de esta especie, revela los siguientes porcentajes: inmaduros (estadio III) 26,2% en febrero y 20,2% en setiembre; los madurantes, en setiembre 30,3%; los grávidos (VI) en agosto 20,2%; los desovantes (VII) en junio 54,8% y julio 55%; los peces en reposo (VIII), enero y febrero. Dos pulsos de desove: el primero entre enero – febrero y el segundo, el más importante, desde julio a octubre. La evolución mensual del IGS, alcanzó el máximo en julio (13%) y el mínimo en febrero (6,5%). Entre los meses de marzo y mayo no se registraron capturas (Fig. V.10.6).

**Pejerrey.-** TMC = 22,5 cm. Entre

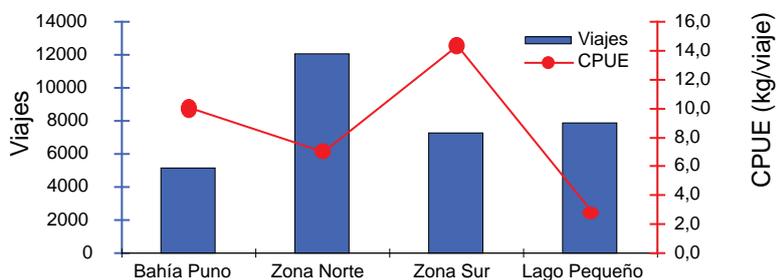


Figura V.10.3.- 2009. Esfuerzo (número de viajes) y CPUE (kg/viaje) por zona de pesca.

Tabla V.10.2.- Muestreo biométrico de las principales especies ícticas del Lago Titicaca. 2009

Especies	Nº Muestruos	Nº Ejemp.	Rango	Longitud total (cm)		
				Moda	Media	< %TMC
Carachi gris <i>Orestias agassii</i>	181	19110	(7 – 23)	12,1	12,4	50,6
Carachi amarillo <i>Orestias luteus</i>	262,00	31.059,00	(6,5 – 18)	12,1	12,1	63,7
Carachi enano <i>Orestias olivaceus</i>	20,00	311,00	(4,5 – 10,5)	7,40	7,40	—
Ispi <i>Orestias ispi</i>	71	25.786,00	(4 – 10)	6,70	6,70	43,20
Pejerrey <i>Odontheistes bonariensis</i>	199,00	18.940,00	(12 – 43)	21,80	21,8	54,20
Mauri <i>Trichomycterus dispar</i>	93,00	9.748,00	(10,5 – 19,5)	14,20	14,20	52,80
Picachu <i>Orestias imarpe</i>	5,00	1.026,00	(4 – 7,5)	5,90	5,90	—
Carachi gringo <i>Orestias mulleri</i>	5,00	822,00	(4,5 – 10,5)	8,20	8,20	—

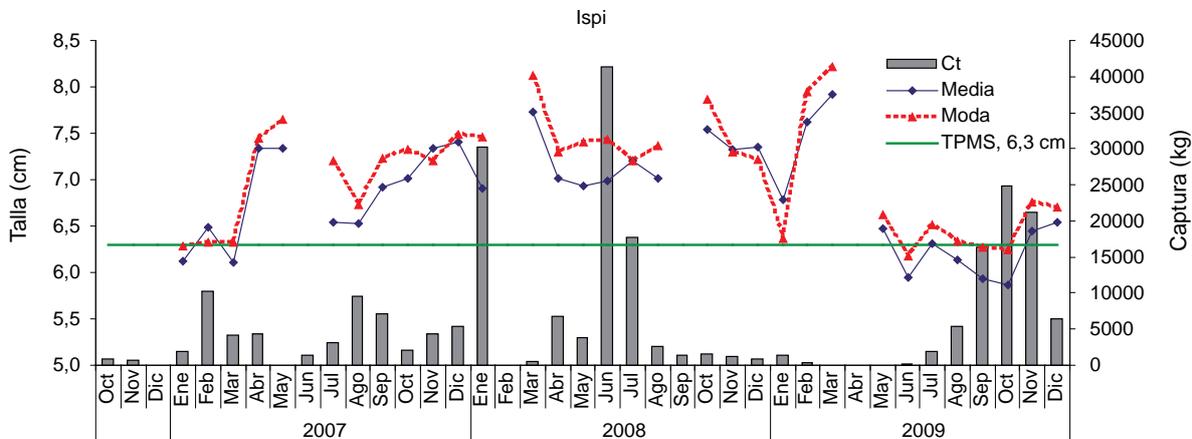


Figura V.10.4.- Captura total (Ct), talla media y talla de la primera madurez (TPMS) del ispi (*Orestias ispi*) en el lago Titicaca, años 2007, 2008, 2009.

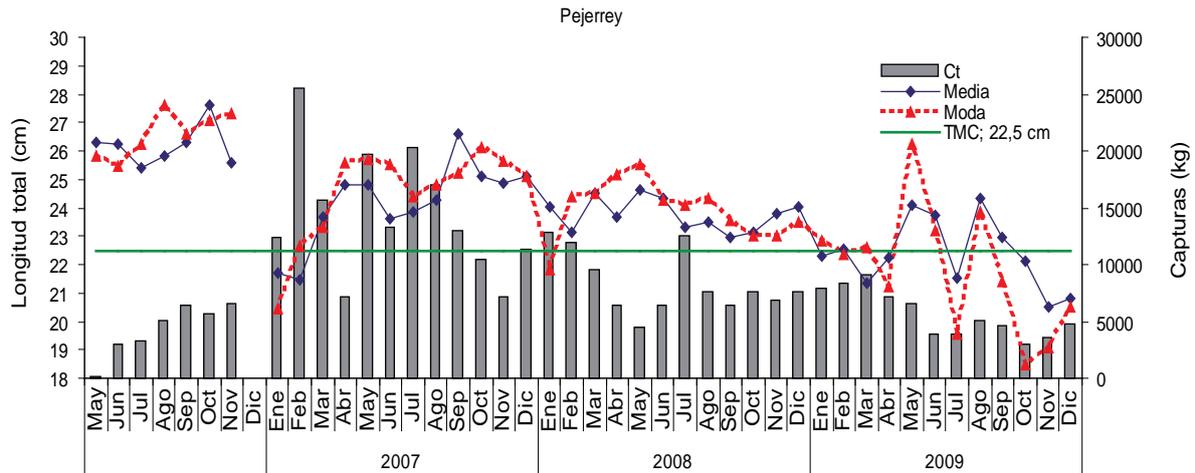


Figura V.10.5.- Captura total (Ct), talla media y talla mínima de captura (TMC) del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en el lago Titicaca, años 2007, 2008, 2009.

2006 y 2008 la captura se ubicó por encima de la TMC, excepto en enero y febrero del 2007. Para el 2009, estuvieron por debajo de la TMC, a excepción de mayo, junio y agosto, por lo que se determina una sobrepesca por reclutamiento (Fig. V.10.5). Los inmaduros (I y II) fueron muy frecuentes todo el año, sobre todo en febrero, abril y octubre. Los madurantes (estadio IV), entre mayo y agosto; desde junio se incrementaron los madurantes avanzados (estadio VI); los desovantes, en agosto - noviembre y los peces en reposo en agosto a octubre y noviembre. El IGS más alto se determinó en agosto (4,2%) y el más bajo en abril (1,1%). Se identificó dos picos de desove, entre enero y febrero y el más significativo desde agosto a octubre

(Fig. V.10.6).

**Propuesta de épocas de veda por reproducción.-** De los valores mensuales del IGS entre los años 2007 y 2009, principalmente para el pejerrey y el mauri se determinó un patrón reproductivo. En el caso del pejerrey, se determinó un pico intenso entre julio y setiembre (invierno) y otro, menos intenso, entre enero y marzo (verano). En cambio, el mauri, especie de hábitos bentónicos, el pulso más intenso se determinó entre agosto y noviembre y el de menor intensidad entre enero y marzo.

Para el resto de las especies ícticas del lago, no fue posible determinar un patrón reproductivo debido a la variabilidad mensual del IGS.

**TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL (TPMS)**

**Ispi.-** La talla de la primera madurez gonadal se calculó en 5,5 cm, para un total de 527 ejemplares con tallas entre 4,3 y 9,3 cm de LT.

**Pejerrey.-** Para una total de 590 hembras, entre 14 – 42 cm de LT, la talla de la primera madurez gonadal se estimó en 22,2 cm.

**RELACIÓN LONGITUD – PESO (RLP) POR ESTACIONES DEL AÑO**

**Ispi.-** Con los valores obtenidos de la RLP para ambos sexos, se determinó que el valor de tasa de crecimiento relativo máximo se alcanzó en primavera ( $b=2,5065$ ) y el mínimo en verano (1,9907). Los valores de  $b < 3$  indican que los ejemplares pequeños se encon-

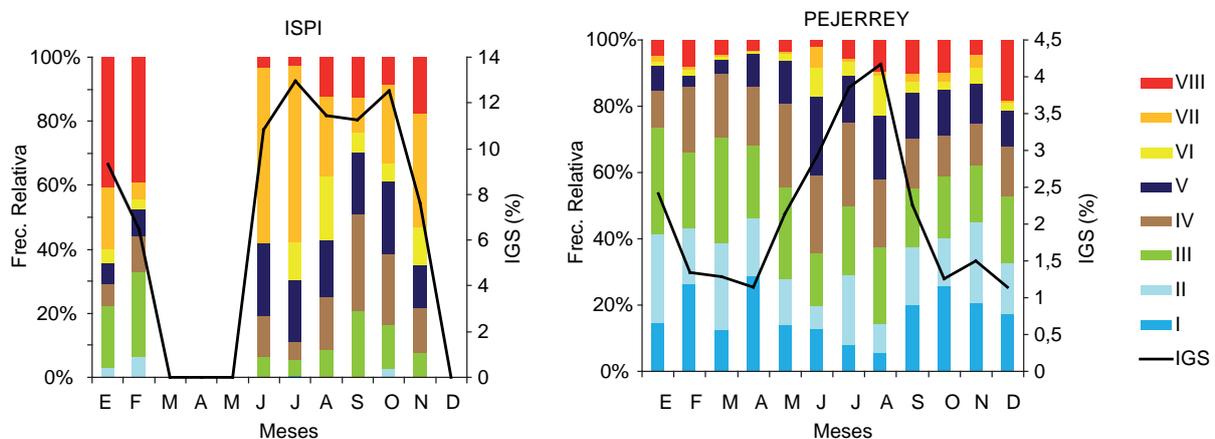


Figura V.10.6.- Registro mensual de la madurez sexual y evolución del IGS del ispi (izquierda) y del pejerrey (derecha). Lago Titicaca 2009.

traron en mejores condiciones que los grandes. Los valores de coeficiente de determinación ( $r^2$ ) se determinaron entre 73 y 84%.

**Pejerrey.-** La tasa de crecimiento por estaciones, registró el valor más alto en primavera ( $b=3,1276$ ) y el mínimo en verano ( $b=2,911$ ). Del comparativo por estaciones, en verano y otoño los peces pequeños se encontraron en buena condición con respecto a los grandes. En invierno los juveniles presentaron la misma condición que los adultos, mientras que en primavera los individuos grandes estuvieron en mejores condiciones que los juveniles.

**FECUNDIDAD**

**Pejerrey.-** Se analizaron 28 góna-

das en estadio de gravidez (estadio VI), que correspondieron a individuos entre 22,4 y 43,4 cm, con peso gonadal de 2,5 a 89,0 g. El número de óvulos por gónada fluctuó de 3.820 a 41.338, compuesto por inmaduros (61,8%) y maduros (38,2%). El número mínimo de ovocitos correspondió a un ejemplar de talla de 24,5 cm, y 2,5 g de peso gonadal con 3.820 ovocitos, y la hembra más fecunda alcanzó 41.338 huevos, teniendo una talla de 43,3 cm, 614,3 g de peso corpóreo y 89,0 g de peso del ovario. La fecundidad promedio fue 14.106 ovas por individuo.

Del análisis de datos a través de una regresión lineal simple, se determinó que la fecundidad total incrementa con el peso del pez

( $FT = 61,28 (PT) + 4.466,3; p<0,01; r^2 = 0,78$ ). Asimismo, aumenta en función a la longitud total del pez ( $FT = 1.536,1 (LT) - 28.205; p<0,01; r^2 = 0,74$ ).

**EDAD Y CRECIMIENTO**

Para la determinación de los parámetros de crecimiento ( $L_\infty$  y  $K$ ), se aplicó el programa FISAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools), el cual se basa en la distribución de frecuencias por clase de longitud mensual, aplicado en el análisis de progresión modal (APM) (Tabla V.10.3)

**ALIMENTACIÓN**

Los estudios de contenido estomacal de las principales especies desembarcadas en el Lago Titicaca, permitió identificar los ítems alimenticios más frecuentes (Fig. V.10.7). En el pejerrey, predomina en orden de importancia, peces, anfípodos y huevos de peces. En cambio en el carachi amarillo tiene preferencia por los moluscos, anfípodos, chironómidos y cladóceros. El carachi gris tuvo una mayor selectividad por los anfípodos, cladóceros y huevos de pez. El ispi (pez pequeño) con preferencia por los cladóceros, copépodos y anfípodos. El mauri (de hábitos bentónicos), tiene preferencia por anfípodos, chironómidos, huevos de pez y ocasionalmente peces pequeños.

**TAMAÑOS DE MALLAS PARA LA CAPTURAS DE PECES DEL LAGO TITICACA**

Se aplicó el método el método de Holt (1963), para la determinar el tamaño de malla, en base a la talla mínima de captura (TMC) y sobre la base de los datos de capturas de redes cortina, utilizados por los pescadores del Lago Titicaca. En el caso particular del ispi, la abertura de malla se determinó en base a la talla de primera madurez sexual (TPMS) (Tabla V.10.4)

**COMERCIALIZACIÓN**

Los precios de comercialización varían por especies y zonas de pesca. El recurso pejerrey fue el de mayor valor (S/. 9,6/kg) y entre los más económicos el ispi (S/ 2,1/

Tabla V.10.3.- Parámetros de crecimiento obtenidos (FISAT II)

Parámetros	Ispi	Pejerrey	Carachi gris	Mauri
Longitud asintótica ( $L_\infty$ ) cm	40,53	53,63	23,68	24,21
Factor de crecimiento (k) año	0,89	0,29	0,72	0,38
Score	0,398	0,208	0,225	0,215
Rango de longitud (cm)	4 – 10	12 – 50	7 – 22,5	10,5 – 21
Número de muestras (n)	25.786,00	19.357,00	19437	10.365,00
$t_0$ (Pauly 1987)	-1,14	-0,33	-0,74	-0,38
$\emptyset$ (Monro & Pauly 1980)	1,99	2,91	2,606	2,35

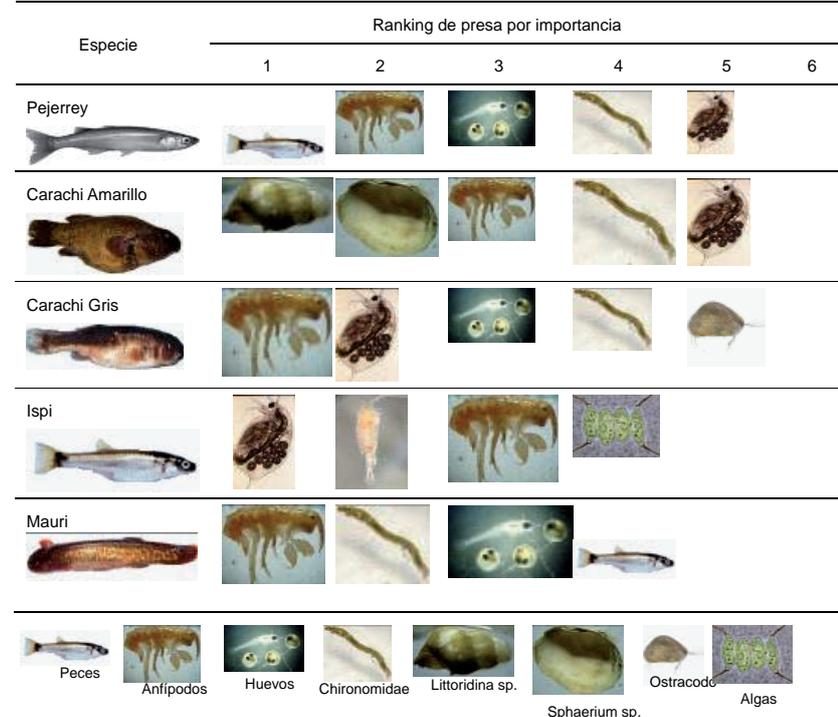


Figura V.10.7.- Espectro trófico de las principales especies ícticas del lago Titicaca.

Tabla V.10.4.- Tamaños de mallas para la capturas de peces del lago Titicaca

Especie	Indicadores Biológicos (cm)		Longitud de malla LM (mm)		TMC	LM recomendada (mm)
	TPMS	TPD	(Min)	(Max)		
Carachi amarillo	10,7	12,0	44	54	12,0	> 44
Carachi Gris	10,4	12,6	44	48	12,0	> 32
Mauri	12,6	14,7	29	32	14,5	> 26
Complejo ispi	6,3	7,0	12	15		> 12
Pejerrey	22,2	25,1	40	52	22,5	> 38

TPM = Talla primera madurez sexual; TPD = Talla primer desove; TMC = Talla mínima de captura.

kg) y el carachi enano (S/. 2,6/kg). El grupo de carachis (amarillo y gris) costaron S/. 5,0/kg en promedio. Cabe señalar que, los precios de los productos pesqueros son

dependientes de la oferta y demanda, que guardan relación con los volúmenes de extracción. Sin embargo, es notable la variación del precio/kg en especies como el

carachi amarillo, carachi gris, los cuales cuestan más en el Lago Pequeño que en la Zonas Norte, Bahía de Puno y Zona Sur, mientras que el pejerrey es más elevado en la Bahía de Puno, Zona Norte y Lago Pequeño.

Los precios de comercialización por tipo de artes de pesca presentaron variación entre sí, principalmente en el pejerrey. Los más económicos fueron los capturados con chinchorro (S/. 6,20) y los más caros, los capturados con cortina y espinel con S/. 9,60 y 9,80, respectivamente.

## VI. APOYO, COORDINACIÓN Y DIFUSIÓN CIENTÍFICA

### OBJETIVO ESPECÍFICO 49

#### EDICIÓN Y PUBLICACIÓN DE LOS TRABAJOS CIENTÍFICOS DEL IMARPE

Durante el 2009 se efectuaron trabajos de edición y coordinación con los autores de las publicaciones correspondientes al año 2009, habiéndose culminado las siguientes publicaciones:

• ANUARIO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO IMARPE 2007. Enero – diciembre 2007. 168 pp.

• BOLETÍN del IMARPE. Vol. 23 (1-2). Enero – diciembre 2008. Resúmenes de las investigaciones

balleneras en el Pacífico sureste y otros océanos. Autores: R. CLARKE y O. PALIZA. 136 pp.

### OBJETIVO ESPECÍFICO 50

#### BIBLIOTECA Y ARCHIVO CENTRAL

##### BIBLIOTECA

La biblioteca institucional del IMARPE, en su base de datos bibliográfica registra los títulos de libros, tesis, manuales (Handbooks), diccionarios, atlas y artículos de las publicaciones y revistas científicas. En la página Web ([www.imarpe.gob.pe](http://www.imarpe.gob.pe)), se encuentra el catálogo general de las publicaciones, el catálogo bibliográfico en línea, los resúmenes de artículos científicos contenidos en las publicaciones del IMARPE, las alertas bibliográficas y la relación de las tesis y sus resúmenes.

Se continúa recibiendo publicaciones científicas, en calidad de donación y canje de las diferentes instituciones nacionales e internacionales. Ellas son difundidas por medio de la alerta bibliográfica

mensual. Los resúmenes de los artículos científicos contenidos en las Publicaciones seriadas del IMARPE se ingresan en la base de datos ASFA (Aquatic Science and Fisheries Abstracts) de FAO.

Se da apoyo a las bibliotecas de las sedes descentralizadas del IMARPE, con el envío de material bibliográfico y otros servicios.

##### ARCHIVO CENTRAL

Los objetivos y lineamientos de política institucional del Archivo Central, permanecen dentro de las normas del Sistema Nacional de Archivos. Se han incluido en el ANUARIO Técnico Científico 2008.

*Resumen de Actividades 2009.-* El Archivo Central del IMARPE realizó las actividades programadas

durante el año 2009, ejecutándolas satisfactoriamente de acuerdo a los lineamientos de la Institución. Se mencionan a continuación:

- Elaboración, aprobación y remisión del Plan de Trabajo Anual del Archivo Central.
- Transferencia de documentos.
- Aplicación de los procesos archivísticos como la organización, descripción, selección, conservación y servicio de los documentos.
- Coordinación y Supervisión de Archivos Periféricos y Laboratorios.
- Capacitación Archivística (la institución se preocupó en capacitar a su personal).

### OBJETIVO ESPECÍFICO 51

#### COORDINACIÓN DE LOS TÉCNICOS CIENTÍFICOS DE INVESTIGACIÓN

La Oficina de Administración de los Técnicos Científicos de Investigación (TCI), de la Dirección Científica, además de sus funciones de rutina económica y administrativa, desarrolló las siguientes actividades durante el año 2009:

• Se realizaron coordinaciones con las empresas representantes de los Armadores Pesqueros, Dirección General de Extracción y Procesamiento Pesquero y los TCI que se embarcaron para la captación de información de las actividades extractivas que permite el seguimiento

y evaluación de los recursos pesqueros que realiza el IMARPE. Destacaron 43 TCI en la pesca comercial del calamar gigante y 23 TCI para la pesca de atún.

• Se remitieron a la Dirección General de Extracción del Ministerio de la Producción, vía fax, 94 informes de campo de los

TCI que estuvieron embarcados en la pesca de atún y calamar gigante durante el año 2009.

• Se coordinó la entrega de la Circular N° 003-2004 sobre la "Normas y Condiciones para solicitar TCI al IMARPE", además del documento "Sustento para respaldar el desempeño de observadores a

bordo de buques de pesca", sobre la pesquería de atún, jurel, calamar gigante, centolla, bacalao de profundidad y merluza, para conocimiento y cumplimiento de las Empresas Representantes, Armadores y TCI.

• Se realizó el Curso de Capacitación para nuevos TCI, del

20 al 24 de abril 2009, participaron 10 profesionales. Se coordinó con las Direcciones de Investigaciones del IMARPE, Dirección General de Extracción y Dirección General de Seguimiento Control y Vigilancia del Ministerio de la Producción.

## OBJETIVO ESPECÍFICO 53

### FORTALECIMIENTO DE LABORATORIOS ANALÍTICOS PARA LA ACREDITACIÓN

Durante el año 2009 se desarrolló una serie de actividades sobre procedimientos técnicos y de gestión, de acuerdo al Manual de Calidad aprobado por resolución Directoral N° DE-047-2009:

- la asistencia al laboratorio de Pisco en la implementación de recomendaciones del proyecto INDECOPI – BIRF;
- la ejecución del ejercicio de ensayo de aptitud interlaboratorio (EAI); y
- la asistencia técnica de Metrología a través de una consultoría.

#### CAPACITACIÓN

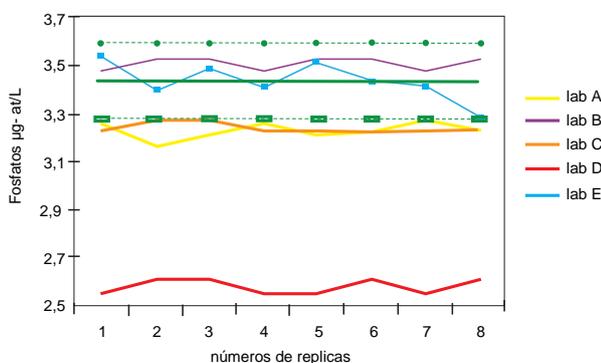
• CURSO TALLER: BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO, BPL (26-27 MAYO).

Profesoras: Las químicas auditoras líderes de sistemas de gestión de calidad de la National Quality Assurance (NQA/IRCA), Químicas VILMA MORI y MARY WONG.

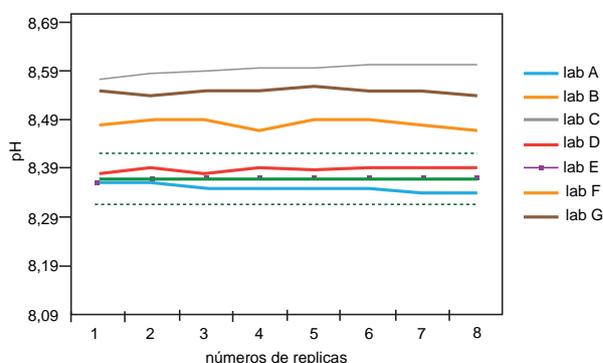
- 32 participantes: 8 de laboratorios costeros, 1 del laboratorio de Puno, y 23 de la sede central. Estuvo orientado a facilitar la comprensión e implementación de los Principios de las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), que contribuyan a un trabajo más eficiente en el laboratorio.
- Durante la visita a los Laboratorios Costeros y la etapa de asistencia técnica metroológica en la sede central, se atendieron consultas. En general, el personal fue entrenado en temas técnicos específicos de interés, que redundarán en una optimización del trabajo en sus áreas respectivas.
- Personal de oceanografía química Ing. JUANA SOLÍS, y Qca. M. E. JACINTO, recibieron cursos de capacitación en temas relacionados con la norma ISO IEC 17025, dictados por el Colegio Químico e Instituto de la Calidad, de la PUCP.

#### ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS, PLANES Y OTROS

Conforme lo previsto en el Manual de Calidad, se elaboraron procedimientos de tipo: Gestión (versión preliminar): Auditorías de calidad, Reclamos y Quejas, Control del servicio no conforme, Acciones correctivas y preventivas, Revisión por la Dirección, los mismos que constituyen una propuesta a ser mejorada por personal de las áreas involucradas. Dichos documentos que forman parte del sistema documentario de gestión de la calidad, contribuirán a optimizar los procesos de adquisición de bienes, provisión de servicios, seguimiento y definición de responsabilidades en la ejecución de acciones correctivas y preventivas, que se traduzca en una mejora continua y de calidad en las actividades de muestreo, ensayo y mediciones, en el marco de la norma ISO/IEC 17025. Se concluyó en su versión preliminar, el procedimiento relacionado con la evaluación de la competencia



Ensayo de aptitud interlaboratorio, IMARPE, variabilidad de pH, agua de mar amortiguada.



Ensayo de aptitud interlaboratorio, IMARPE, variabilidad de fosfatos, agua de mar fortificada.

técnica del personal (para el Laboratorio de Pisco).

Entre los procedimientos (versión preliminar) e instructivos técnicos: control de las condiciones ambientales, instructivo para la codificación estandarizada de equipos, manipulación conservación de muestras, hoja de vida de equipo (formato estandarizado).

Se asistió en la elaboración de procedimientos técnicos (versión preliminar): determinación de fosfatos, muestreo y ensayo relacionados con el estudio de fitoplankton tóxico, plan de validación del método de fosfatos.

Se asistió al laboratorio de IMARPE Pisco en la elaboración de su Manual de Calidad, para ello se concluyeron los capítulos de aspectos, organización y sistema de gestión. Se revisó matriz de responsabilidades a fin de elaborar el compendio de descripción de responsabilidades y funciones del personal de laboratorio.

Se elaboró un plan de trabajo de ensayo de Aptitud Inter Laboratorio (EAI), ejercicio de inter comparación analítica que tuvo como objetivo evaluar el desempeño analítico entre laboratorios (Sede Central y LC) que determinan fosfato y pH. Dicho ejercicio se desarrolló entre fines de octubre y noviembre.

Los resultados de dicho ejercicio han sido analizados estadísticamente, el informe final se encuentra en proceso final de elaboración. Los resultados evidenciaron la presencia de errores sistemáticos relacionados con alteraciones en los procesos operacionales; un aspecto crítico se observó en uno de los laboratorios cuyos resultados de pH estuvieron muy lejos del valor promedio.

- Se elaboró una propuesta de directiva institucional relacionada con el manejo integral de reactivos químicos, en el marco del protocolo de manejo de reactivos químicos.

**Asistencia Técnica Metrológica (Consultoría).**- Entre noviembre y diciembre, se recibió una asistencia técnica metrológica en mediciones y ensayos, dirigida a laboratorios: sala de muestreo, biología reproductiva. Los resultados del mismo se tradujeron en un diagnóstico, y en una propuesta de plan de implementación y adecuación que está siendo de conocimiento y evaluada por personal involucrado.

**Otros.**- Se apoyó al laboratorio costero de PISCO, en la implementación de recomendaciones técnicas (proyecto INDECOPI BIRF): adquisición y calibración de un termo higrómetro, adquisición de pesa patrón; también se calibró

material de vidrio, destinado a las pruebas de validación de métodos de oxígeno y fosfato.

### Principales logros

- El MC conjuntamente con los procedimientos de gestión y técnicos que se vienen elaborando, forman parte del sistema documental que constituye la base del sistema de gestión de calidad, que contribuirán a ordenar y sistematizar nuestros procesos.

- El plan de adecuación, derivado de la consultoría sobre aspectos metrológicos permitirá implementar una serie de recomendaciones de carácter técnico que optimicen las mediciones biométricas y determinaciones de ensayos químicos, en el marco de la norma ISO IEC 17025.

- La ejecución de ensayos de aptitud interlaboratorio (EAI), es el primer ejercicio que se realiza a nivel institucional. Sus resultados evidencian la necesidad de implementar programas de control y aseguramiento de la calidad de forma permanente; y, por ende, elevar la competencia técnica de personal, tal como lo establece la norma ISO/IEC 17025.

- La capacitación viene actualizando y fortaleciendo los conocimientos del personal que facilite la implementación de los aspectos técnicos de la norma.

## VII. OFICINA DE FLOTA

### VII.1 BARCOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA (BIC)

#### CRUCEROS BIC HUMBOLDT

1. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos, Zona Centro Sur. 0902-04. Siete días, 15 – 23 marzo.
2. Crucero Oceanográfico agosto 0908-09. 13 días. 20 agosto – 1 setiembre

#### CRUCEROS BIC JOSÉ OLAYA BALANDRA

1. Crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos 0902-04. Primera fase Zona Norte. 26 días. 24 febrero – 21 marzo.
2. Crucero de investigación de la zona mínima de oxígeno con la sedimentación de carbono orgánico y procesos bentónicos 0908. Un día. 23 marzo.
3. Crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos 9003-04. Segunda Fase Zona Sur. 19 días. 29 marzo – 16 abril.
4. Crucero oceanográfico intensivo CRIO 0904. Tres días. 19 – 21 abril.
5. Crucero de evaluación de merluza y otros recursos demersales en el otoño 2009. 30 días. 12 junio – 11 julio.
6. Crucero MINIOX. Un día. 20 – 21 agosto.
7. Crucero de estimación de la biomasa desovante de la anchoveta 0908-09. 36 días, 26 agosto – 30 setiembre.
8. Crucero Oceanográfico Regional 0910-11. Callao-Ilo. 12 días. 21 octubre – 1 noviembre.
9. Crucero de evaluación hidroacústica de recursos jurel y caballa 0911-12 y Estudio sobre comportamiento de cardúmenes de anchoveta. 25 días. 4 – 30 diciembre.

#### CRUCEROS BIC SNP-2

No realizó cruceros en el año 2009.

#### CRUCEROS LIC IMARPE-IV

No realizó cruceros en el año 2009.

#### CRUCEROS LIC IMARPE-V

1. Crucero Evaluación de la calidad del ambiente marino y costero en el litoral de Áncash 0903. Siete días. 23 – 29 marzo.
2. Crucero de investigación en oceanografía física, monitoreo de la hidrodinámica y circulación marina en microescala en la bahía de Chimbote 0904. Cuatro días. 13 – 16 abril.
3. Crucero de Proyecto de reclutamiento de anchoveta en el Área de Chimbote-Chicama 0908. Cuatro días. 26 – 29 agosto.
4. Crucero Evaluación de la calidad del ambiente marino y costero en el litoral de la Región Ancash 0909. Siete días. 3 – 9 setiembre.
5. Crucero Evaluación ambiental de la bahía del Callao 0910. Seis días. 12 – 17 octubre.
6. Crucero Proyecto de reclutamiento de anchoveta en el área de Chimbote – Chicama 0911. Cuatro días. 2 – 5 noviembre.
7. Estudio de la variabilidad interanual de las condiciones bioquímicas en el ecosistema de la Corriente del Humboldt 0911. Dos días. 26 – 27 noviembre.
8. Monitoreo de la circulación marina en la bahía de Ferrol 0912. Tres días. 1 – 3 diciembre.
9. Reclutamiento de anchoveta Chimbote – Chicama 0912. Cuatro días. 4 – 7 diciembre.

Tabla VII.1.- Cruceros y días de navegación de los barcos (BIC) y de las lanchas (LIC) de investigación científica. Año 2009.

Embarcación	Cruceros realizados	Días Navegados
BIC Humboldt	2	20
BIC J. Olaya B.	11	153
BIC SNP-2	0	0
LIC Imarpe IV	0	0
LIC Imarpe V	9	41
LIC Imarpe VI	7	33
LIC Imarpe VII	13	70
LIC Imarpe VIII	2	6
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>323</b>

#### CRUCEROS LIC IMARPE VI

1. Crucero evaluación hidroacústica de recursos pelágicos 0902-04. Culminó en el Puerto de Chimbote, por Inspección de Certificados Vencidos. Trece días. 4 – 16 marzo.
2. Monitoreo de la circulación marina en la bahía y estación fija frente a Paita 0904. Siete días. 3 – 9 abril.
3. Monitoreo de la ESCC. Circulación marina en la bahía de Paita 0905. Dos días. 8 – 9 mayo.
4. Traslado de la balsa San Gabriel II de Paita hacia Lobos de Afuera. MR 171021 Junio 2009, MR 231141. 0906. Cuatro días. 17 – 20 junio.
5. Estación Fija Paita 0907. Dos días. 21 – 22 julio.
6. Operación Sección Paita 0908. Dos días. 19 – 20 agosto.
7. Monitoreo de la circulación marina en la bahía de Paita 0911. Tres días. 25 – 27 noviembre.

#### CRUCEROS LIC IMARPE VII

1. Monitoreo del estado de la calidad ambiental y los efectos de la contaminación marina

- en Pisco. Cuatro días: 9, 13, 27 enero y 11 febrero.
2. Monitoreo del estado de la calidad ambiental en San Juan de Marcona. Quince días. 1 – 15 marzo.
  3. Monitoreo del estado de la calidad ambiental en la bahía de Pisco. Total 14 días: cuatro días abril (17, 22, 24, 27 abril); 4 días mayo (4, 18, 22, 26 mayo); y seis días junio (8, 11, 16, 18, 23 y 26 junio).
  4. Navegación de La Puntilla–Pisco, hacia Puerto Callao. Dos días. 4 – 5 julio.
  5. Sedimentación de carbono orgánico y procesos bentónicos Callao. Dos días. 7 – 8 julio.
  6. Investigaciones paleoceanográficas en el margen continental en la zona del Callao, para la instalación de trampas de sedimentos y muestreo geológico. Dos días. 9 – 10 julio.
  7. Estudios oceanográficos y mantenimiento de la boya Ración. Callao. Un día 11 julio.
  8. Estudio de la hidrodinámica y circulación en microescala, bahía de Chimbote. Cuatro días. 15 – 18 julio.
  9. Monitoreo del estado de la calidad ambiental en la bahía de Pisco. Un día. 30 julio.
  10. Monitoreo del estado de la calidad ambiental en la bahía de Pisco. Cinco días (4, 11, 14 y 19 agosto y 03 setiembre 2009).
  11. Reconocimiento de bancos naturales y área de pesca en pampa Clarita-Cañete. Cuatro días. 4 – 7 setiembre.
  12. Monitoreo del estado de la calidad ambiental en la bahía de Pisco. Dos días: 9 y 23 setiembre.
  13. Evaluación del ambiente marino costero de la zona comprendida desde punta San Fernando a punta San Juan de Marcona. 14 Días. 5 – 18 diciembre.

#### CRUCEROS LIC IMARPE VIII

1. Monitoreo limnológico y prospección hidroacústica en áreas seleccionadas del lago Titicaca. Zona Norte. Tres días. 19 – 21 noviembre.
2. Prospección hidroacústica limnológica en zonas litorales del lago Titicaca. Tres días. 9 – 11 diciembre.

## VIII. COOPERACIÓN INSTITUCIONAL

### VIII.1 CONVENIOS INTERNACIONALES VIGENTES

#### • Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA)

1. *Proyecto: Estudios nucleares e isotópicos del fenómeno El Niño en el océano 2004-2007-2009-2010.* 30.06.2009-29.06.2010. Complementará las investigaciones en Paleoceanografía que se vienen efectuando en el IMARPE.

#### • Alemania

1. *SONDERFORSCHUNGSBEREICH (Programa SFB/754).* Desarrollar actividades de cooperación científica, divulgativa, técnica y de capacitación, y las que se determinen en el futuro por las partes, en áreas de común interés. Investigación de procesos biogeoquímicos y físicos en sistemas pelágicos y bentónicos, así como la paleoceanografía. 31.07.2008 - 31.12.2011.
2. *Instituto Max Planck de Microbiología Marina y Biogeoquímica (MPI).* Cooperación científica, técnica y de capacitación para estudio del rol de las comunidades microbianas en relación a cambios naturales y antropogénicos. 21.03.2005, renovable automáticamente cada 5 años.
3. *Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (AWI).* Investigación y desarrollo en los campos de la ecología marina en ambientes costeros y oceánicos, biología experimental y biodiversidad marina. 26.07.2005 - 26.07.2010

#### • Chile

1. *Instituto de Fomento Pesquero de Chile (IFOP).* Interacción científica y técnica, intercambio de personal científico y realización de programas conjuntos de investigación. Evaluación de stocks de anchoveta y sardina. 02.03.1992. Indefinida.

#### • China

1. *Academia de Ciencias Pesqueras de la República Popular China (CAFS).* Promover la investigación científica del océano y sus recursos vivos, a fin de mejorar el conocimiento de los procesos a distinta escala, especialmente de aquéllos que sostienen las pesquerías, con el fin de lograr la explotación sostenible de los mismos y el uso responsable del océano. 19.01.2009 - 10.01.2014.
2. *Laboratorio de Excelencia Académica de Ciencia Ambiental Marina, Universidad de XIAMEN.* Desarrollar actividades de cooperación científica, técnica y de capacitación, las que se determinen en el futuro por las partes, en áreas de interés común. 22.04.2009 - 22.04.2011.

#### • Colombia

1. *Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives" (INVEMAR).* Ref: VI Reunión de la Comisión Mixta de Cooperación Técnica y Científica Perú - Colombia (Primera Etapa del Proyecto: Fortalecimiento de capacidades para incrementar el conocimiento de la biodiversidad marina y costera peruana, a través del diseño y evaluación de Áreas Marinas Protegidas) 2008-2009.

#### • Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS)

1. *Plan de Acción del Pacífico Sudeste de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS).* Proyecto: "Red de información y datos del Pacífico Sur para el Apoyo a la Gestión Integrada del Área Costera (SPINCAM)". Primera fase del Proyecto para establecer: a) Centros nacionales de datos oceanográficos (NODC), b) Grupo nacional para manejo de datos e información (GMDI), c) Indi-

cadores a nivel nacional para manejo integrado de áreas costeras (ICAM), d) Metodología y formatos en común para calcular indicadores, f) Participación en Taller Técnico Regional para evaluar los indicadores regionales sobre la base de los inventarios nacionales. 26.04.2009 - 26.04.2010.

#### • Corea del Sur

1. Memorándum de Entendimiento entre el IMARPE y el Korean Ocean Research & Development Institute (KORDI). Promover actividades científicas interinstitucionales, el fortalecimiento de cooperación regional entre América Latina y Corea, entrenamiento y educación, intercambio de personal científico e información técnica, estudios conjuntos de cooperación e investigación, así como transferencia tecnológica industrial. 26.10.07 - 26.10.09. En actual proceso de ampliación.

#### • Dinamarca

1. *Facultad de Ciencias de la Universidad del Sur de Dinamarca (USD).* Acuerdo marco para desarrollar actividades de cooperación científica, técnica y de capacitación y otras que se determinen en el futuro por las partes, en áreas de interés común. Incluirá, pero no se limitará a líneas de investigación relacionadas con rutas metabólicas y ecología microbiana en sedimentos y columna de agua. 21.02.2007 - 21.02.2012

#### • El Salvador

1. *Centro de Desarrollo Pesquero (CENDEPESCA).* Realizar programas de investigación científica, en campos de la biología marina, dinámica poblacional, oceanografía, protección del ambiente costero, acuicultura y capacitación. 07.07.2005 - 07.07.2010.

### • España

1. *Convenio Específico de Colaboración Interinstitucional entre el IMARPE y el Fondo de Cooperación Hispano-Peruano (FONCHIP)* 30.04.2008 - 31.12.2008. Addenda amplía vigencia hasta el 31.12.2009.
2. *Fondo de Cooperación Hispano-Peruano (FONCHIP) - Programa de Apoyo a la Pesca Artesanal, la Acuicultura y el Manejo Sostenible del Ambiente - PRO-PESCA*. Incrementar estudios de la ecología del lago Titicaca, mejorar la producción pesquera con propuestas para la sostenibilidad de la extracción y los cultivos piscícolas 27.11.09 - 31.12.10.
3. *Universidad de Santiago de Compostela, Galicia (USC)* Proyecto "Investigación ecológica de *Vibrio* spp. en la costa de Perú, durante la aparición del fenómeno El Niño y sus implicancias epidemiológicas en la zona". 30.06.2008 - 30.06.2010.
4. *Universidad de Santiago de Compostela, Galicia (USC) Convenio Marco*. Desarrollar la investigación básica y aplicada en ciencias del mar; promover y mantener canales de cooperación y comunicación que permitan el intercambio de conocimiento académico y científico. 09.01.2008 - 09.01.2013. Automáticamente renovable.
5. *Secretaría General de Pesca Marítima (SGPM) (Investigaciones y Cruceros)*. Características biológicas de las principales especies bentodemersales y pelágicas del Perú, seguimiento de peces pelágicos de altura y sus condiciones ambientales. R/V Miguel Oliver (31 días); principales especies de la fauna bentodemersal y caracterización oceanográfica del área evaluada a partir de los 200 m de profundidad. Pesca exploratoria dirigida a peces pelágicos de altura (pez espada, atún y especies

afines). Participación de dos profesionales en la campaña de marcado de merluza en el norte de España. 11.10.2007 - 11.10.2010.

6. *Instituto de Investigación y Tecnologías Agroalimentarias (IRTA), Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)*. Proyecto "Producción de Semilla en Cautiverio del Lenguado: Mejoramiento de la Calidad y Cantidad de Desoves" 25.05.09 - 03.04.2011.
7. *Instituto Español de Oceanografía (IEO)*. Establecimiento de un marco general de actuación que permita la colaboración entre el IEO y el IMARPE en el ámbito de la investigación marina y oceanográfica. 10.10.2001 - 10.10.2006 - 10.10.2011 (Renovable automáticamente cada cinco años).
8. *Universidad de Alicante (UA)*. Creación de oportunidades para el intercambio de personal académico y científico, que permita la realización de programas conjuntos de investigación y de formación. 25.08.1987.

### • Estados Unidos

1. *Instituto Océánico (IO)*. - Iniciar la cooperación para el desarrollo de ciencia básica y ciencia aplicada con metas en investigación oceánica, para obtener un mayor conocimiento fundamental de los océanos, para beneficio de la sociedad. - Mantener y promover canales de cooperación y comunicación que permitan el intercambio de conocimiento académico y científico. 29.05.1998 - 29.05.2003 - 29.05.2008 - 29.05.2011. Renovable automáticamente cada cinco años).
2. *Scripps Institution of Oceanography (SIO)*. -Intercambio de investigadores científicos, educadores y estudiantes graduados. -Investigación de los efectos del Fenómeno el Niño sobre los recursos marinos.

-Pronósticos climáticos, oceanográficos y sensores remotos. -Cooperación técnica para el diseño de acuarios. 23.10.1997 - 23.10.2002 - 23.10.2007 - 23.10.2012 (Renovable automáticamente cada cinco años).

3. *University of Maryland Biotechnology Institute (UMBI)*. Desarrollar biotecnología aplicada a estudios acuícolas y de contaminación. 11.11.1997. Indefinida.
4. *National Oceanographic Atmospheric Administration (NOAA) / Southwest Fisheries Science Center (SWFC)*. Investigaciones conjuntas y colaboración en la promoción de actividades nacionales e internacionales en las áreas de investigación, protección, conservación y otras actividades relacionadas, cuyo propósito es conservar y restaurar todas las especies de tortugas marinas, cetáceos y tiburones que residen o emigran dentro de las aguas del Pacífico peruano. 16.12.2004- 16.12.2009.

### • FAO

1. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. Enero 1999. Localizar y mantener un servicio para recopilación y difusión de información sobre ciencia, tecnología y ordenación del medioambiente, organismos y recursos de agua marina, salobre y dulce, con inclusión de los aspectos económicos, sociológicos y jurídicos. Indefinida.

### • Francia

1. *Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD)* (08 Proyectos) 23.11.05 - 23.11.09.
2. *Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD)* (5 Proyectos) 27.11.2009 - 27.11.2013

•Proyecto 1: "Evolución y variabilidad del sistema de afloramiento peruano en relación a cambios climáticos".

•Proyecto 2: "Variabilidad física

y biogeoquímica en el sistema de Corriente de Humboldt frente a Perú, en el contexto de cambio climático".

• Proyecto 3: "Dinámica, estructura y funcionamiento del ecosistema de afloramiento frente al Perú".

• Proyecto 4: "Las pesquerías peruanas artesanales e industriales: tipologías, estrategias pesqueras y desarrollo sostenible".

• Proyecto 5: Proyecto metodológico transversal: métodos de análisis de datos para el estudio del sistema de la Corriente de Humboldt".

3. *Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) e INGEMMET* (Proyecto de Joven Equipo "Laboratorio mixto de investigaciones paleo-oceanográficas (MIXPALEO) 21.03.2007 - 21.03.2010.

#### • Foro de Cooperación América Latina - Asia del Este (FOCALAE)

1. *Promover el desarrollo de actividades nacionales e internacionales en las áreas de investigación, protección, conservación y otras acciones relacionadas*, cuyo propósito es apoyar el mejoramiento del estado de conservación de los albatros y petreles en aguas peruanas y neozelandesas. Duración indefinida.

#### • Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER)

1. *Establecer las bases para colaborar en la puesta en marcha de programas académicos relacionados con las ciencias marinas y medio ambiente*, así como llevar adelante acciones de investigación en las áreas de su competencia y mejorar el potencial de académicos y especialistas interesados y de la comunidad científica en general. 14.08.2009 - 14.08.2012

#### • Guatemala

1. *Comisión Mixta de Cooperación Técnica y Científica Peru-Guatemala 2008-2010*. Proyecto:

Estimación hidroacústica de la biomasa de peces demersales en el Pacífico de Guatemala. Conocer la metodología de evaluación de recursos pesqueros por métodos hidroacústicos. Generar un estimado de la biomasa de los recursos demersales de la plataforma del Pacífico. Capacitar al personal de UNIPESCA en las técnicas relacionadas a las estimaciones de biomasa por hidroacústica. 2009-2010 .

#### • Marruecos

1. *Instituto Nacional de Investigación Haliéutica del Reino de Marruecos (INH)*. Facilitar e intensificar la cooperación científica y técnica, así como asegurar el intercambio de experiencias y en materia de investigaciones haliéuticas y oceanográficas, dirigidas a la conservación del medio ambiente marino y biodiversidad. 30.11.2004 - Indeterminado

#### • México

1. *Instituto de Investigación y Tecnologías Agroalimentarias (IRTA, España) y Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada (CICESE, México)*. Proyecto "Producción de semilla en cautiverio del lenguado: mejoramiento de la calidad y cantidad de desove". 25.05.09 - 03.04.2011.

2. *Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)*. Ref: IX Reunión de la Comisión Mixta de Cooperación Técnica y Científica para el Período 2008-2009. Proyecto: Impacto del cambio climático global sobre organismos acuáticos. Medir y modelar el efecto de las variaciones de temperatura sobre la reproducción, crecimiento y consumo de alimento de especies clave de los ecosistemas de afloramiento de California y Humboldt, bajo condiciones de simulación experimental. Es necesario señalar que dicha propues-

ta se ajusta a los lineamientos establecidos en esta modalidad de cooperación mexicana. 03.06.2009 - 03.04.2011.

#### • Noruega

1. *Fishery and Aquaculture of Norway (SINTEF)*. Reconocer el interés común en el desarrollo de las investigaciones pesqueras, acuicultura y otras, para lo cual se identificarán y llevarán a cabo proyectos, actividades y procedimientos de beneficio para nuestras instituciones dentro del presente Convenio Marco. 18.06.2007 - 18.06.2012

#### • Nueva Zelanda

1. *Southern Seabird Solutions (SSS)*. Promover el desarrollo de actividades nacionales e internacionales en las áreas de investigación, protección, conservación y otras acciones relacionadas, cuyo propósito es apoyar el mejoramiento del estado de conservación de los albatros y petreles en aguas peruanas y neozelandesas. 07.10.2005 - 07.10.2010

#### • TBF

1. *The Billfish Foundation (TBF)*. Promover el desarrollo de la investigación científica de los recursos vivos del océano, a fin de mejorar nuestro conocimiento del medio marino y la distribución de los recursos marinos que sostienen la pesca y las actividades recreacionales, con el objeto de lograr su explotación sostenible y el uso responsable del océano. Promover la cooperación entre ambas instituciones para impulsar el intercambio del conocimiento académico y científico en áreas de interés común. 05.03.09 - 05.03.13

### VIII. II CONVENIOS NACIONALES VIGENTES

1. Convenio especial para el uso de las bases de datos bibliográficos a texto completo que suscribe el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica -CON-

- CYTEC y el IMARPE. 28.06.06. Indefinida.
2. Convenio Específico entre el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y la Asociación Nacional de Empresas Pesqueras Artesanales del Perú (ANEPAP). 15.04.09. Dos años. Proyecto: "Pesca exploratoria de perico en las zonas de pesca del Callao – implementación de un sistema de pesca no tradicional", cuyo objetivo es garantizar la sostenibilidad de la cadena productiva y la pesca competitiva, con miras a lograr una mayor rentabilidad de las empresas pesqueras; de conformidad a lo dispuesto en el correspondiente plan de operaciones, el mismo que forma parte integrante del presente convenio.
  3. Convenio Marco de Cooperación Científica entre la Dirección General de Capitanías y Guardacostas (DICAPI) y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE). 30.03.06. 5 años. Continuar en forma conjunta y coordinada, la planificación y ejecución de las actividades de investigación científica sobre el estado de calidad de los ambientes acuáticos de interés, así como de los posibles efectos sobre las comunidades acuáticas, tanto marinas como dulceacuícolas, en el ámbito marino a nivel nacional y, asimismo, las acciones de difusión de la información que se obtenga de dichas actividades, en beneficio de ambas instituciones y de la comunidad en general.
  4. Convenio de Cooperación Científica y Académica entre la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau (ENAMM) y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) Convenio Específico 001-2009/IMARPE. 25.02.09. Dos años. i) Que el personal de IMARPE reciba los Cursos OMI Básico: Supervivencia Mar, entre otros; ii) los cadetes de la ENAMM realicen entrenamiento a bordo de las embarcaciones de propiedad del IMARPE; y, iii) se facilite a ENAMM el uso del Muelle del IMARPE; entre otras acciones de colaboración.
  5. Contrato de adjudicación de recursos no reembolsables (RNR) aplicable a universidades y centros de investigación, que otorga el Programa de Ciencia y Tecnología para la ejecución del proyecto "Determinación de la biomasa microalgal potencialmente acumuladora de lípidos para la obtención de combustible". 15.01.08. 24 meses. Establecer los términos y condiciones, así como los compromisos de las partes para el desarrollo de las actividades del proyecto.
  6. Primera Addenda al Contrato de adjudicación de recursos no reembolsables (RNR) aplicable a universidades y centros de investigación, que otorga el Programa de Ciencia y Tecnología para la ejecución del proyecto "Determinación de la biomasa microalgal potencialmente acumuladora de lípidos para la obtención de combustible". 04.02.08. 24 meses.
  7. Segunda Addenda al Contrato de adjudicación de recursos no reembolsables (RNR) aplicable a universidades y centros de investigación, que otorga el Programa de Ciencia y Tecnología para la ejecución del proyecto "Determinación de la biomasa microalgal potencialmente acumuladora de lípidos para la obtención de combustible". 17.07.09. 24 meses, correspondiente al primer desembolso del FINCYT.
  8. Programa de Ciencia y Tecnología (FINCYT) para la ejecución del proyecto "Producción de semilla del lenguado (*Paralichthys adspersus*) en cautiverio: mejoramiento de la calidad y cantidad de desoves" - contrato de adjudicación de RNR. 03.06.09. 22 meses.
  9. Convenio entre la Federación Peruana de Caza Submarina y Actividades Subacuáticas (FPCSyASA) y el IMARPE. 26.09.97. Indefinida. Apoyar en el estudio biológico de las especies ícticas para determinar temporadas de desove y tallas mínimas de madurez sexual, con la finalidad de establecer vedas y tallas mínimas de captura.
  10. Convenio marco de cooperación interinstitucional entre el Gobierno Regional del Callao y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE). 19.09.03. Indefinida.
  11. Convenio específico de prestación de servicios de cooperación técnica entre el IMARPE y el Gobierno Regional de Moquegua. Convenio específico 001-2009/IMARPE. 26.01.09. Hasta completar los trabajos del IMARPE, materia del Convenio.
  12. Convenio marco de cooperación interinstitucional entre el Gobierno Regional de Tacna y el IMARPE. 27.06.07. 4 años. Centrar las bases y lineamientos generales, conviniendo en coordinar esfuerzos, así como gestionar y derivar recursos humanos, materiales y financieros, para la ejecución de acciones conjuntas, que permitirán efectivizar un trabajo interinstitucional en temas científicos, desarrollo productivo y del recurso humano, permitan incrementar sustantivamente el consumo por la población tacneña de proteína animal de origen acuático pero sin transgredir la salud del ecosistema usando tecnologías apropiadas de pesca.
  13. Convenio específico de prestación de servicios entre el Gobierno Regional de Tacna y el IMARPE. "Evaluación y Cuantificación de la productividad Natural de la zona de Meca del litoral de la Región de Tacna. 20.03.09. Hasta la culminación de la actividad.
  14. Convenio marco de cooperación técnica entre el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y el IMARPE. 20.03.09. Hasta la culminación de la actividad.

- gico, INGEMMET y el IMARPE. Planificar y ejecutar investigaciones neocientíficas orientadas al conocimiento de la geología, estructura y evolución de la margen continental peruana, sentando bases que permitan interpretar y reconstruir las variaciones climáticas y oceanográficas que ocurrieron durante el Cenozoico. 26.07.05. Cinco años.
15. Convenio de cooperación interinstitucional entre el Instituto Antártico Peruano (INANPE), y el Instituto del Mar del Perú y la dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN). 22.11.05. Cinco años. Cooperación de las entidades participantes a efectos de que el Perú tenga activa y permanente participación en la Antártica, para ello IMARPE se compromete a apoyar a INANPE, mediante el uso del BIC "Humboldt", el cual seguirá siendo operado por LA MARINA. El uso del BIC Humboldt será exclusivamente para investigaciones científicas, traslado de personal y equipos a la Antártica durante las Campañas, a fin de cumplir con expediciones que se encuentren enmarcadas en los objetivos institucionales.
  16. Convenio marco de cooperación interinstitucional entre el Instituto Antártico Peruano (INANPE) y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE). 28.10.07. Cinco años. Establecerse como fundamento de cooperación científica interinstitucional entre el INANPE y el IMARPE. Aplicable en todo aquello que pudiera estar relacionado con las investigaciones científicas que realicen las partes, sean éstas propias o realizadas en conjunto bajo cualquier modalidad: compartidas, en cooperación, mediante intercambio de información y personal científico, ello sin limitación alguna en su carácter, modalidad, duración o denominación.
  17. Convenio básico de cooperación técnico científica interinstitucional entre el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) e IMARPE. 16.06.93. Indefinida. Aunar esfuerzos para el desarrollo de acciones conjuntas en actividades que, en el ámbito de las aplicaciones específicas de la energía nuclear, redunden en beneficio del desarrollo nacional.
  18. Convenio de asistencia para la operación y mantenimiento de los BIC Humboldt, José Olaya Balandra y BIC SNP-2. Entre la Marina de Guerra del Perú y el IMARPE. (Ref.: Convenios suscritos El 02.01.04 Y 08.06.09). 26.06.09 - 31.12.11. Establecer compromisos a asumir por las partes, a efectos de brindar las facilidades para la operación y mantenimiento del BIC "Humboldt", "BIC José Olaya Balandra" y "BIC SNP-2", durante el tiempo de su permanencia en puerto y durante la ejecución de los cruceros de investigación científica del IMARPE.
  19. Convenio de Cooperación entre Ministerio de la Producción, Centro para la Sostenibilidad Ambiental de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, World Wildlife Fund Inc. y The Nature Conservancy. 14.08.09 - 14.08.11. Establecer las bases de la cooperación entre PRODUCE y las instituciones, con el apoyo de IMARPE, con la finalidad de implementar una iniciativa para el monitoreo de la actividad pesquera de la anchoeta, que se constituya como un Observatorio de la Gestión Pesquera Peruana, con el fin de incrementar la transparencia en el sistema de información y colaborar en la definición de instrumentos de gestión para el sector y así contribuir a una mejor administración de la industria pesquera y la acuicultura.
  20. Convenio marco de cooperación interinstitucional entre la Municipalidad de Ite - Tacna (Renovable automáticamente cada 5 años, siempre y cuando las partes manifiesten tal intención). 29.05.09 - 29.05.13. Centrar las bases y lineamientos generales, conviniendo en coordinar esfuerzos así como gestionar y derivar recursos humanos, materiales y financieros, para la ejecución de acciones conjuntas que permitan efectivizar un trabajo interinstitucional en temas científicos, desarrollo productivo, calidad de los recursos hídricos y del recurso humano, que permitan mejorar la calidad de vida de la población entera, usando tecnologías apropiadas, fortalecimiento de capacidades y asistencia técnica.
  21. Convenio marco de cooperación interinstitucional entre la Municipalidad Provincial de Camaná y el IMARPE. 20.05.08 - Dic. 10. Sentar las bases y lineamientos generales, coordinar esfuerzos, gestionar y derivar recursos humanos, materiales y financieros, para la ejecución de un trabajo interinstitucional en temas científicos, desarrollo del producto y del recurso humano, consideradas estratégicas para mejoramiento de la actividad pesquera y acuícola integrada en la conservación y uso sustentable de los recursos y pesquerías; variabilidad ambiental, salud del ecosistema, tecnología de la pesca, acuicultura y fortalecimiento de capacidades, para dar un valor agregado a la producción pesquera y acuícola regional.
  22. Convenio específico de cooperación interinstitucional entre la Municipalidad Distrital de Marcona y el Instituto del Mar del Perú, IMARPE. 06.01.09. Cuatro meses.
  23. Addendum al Convenio específico de cooperación interinstitucional entre la Municipalidad Distrital de Marcona y el Instituto del Mar del Perú, IMARPE.

- PE. Aprobado por el CD el 28.04.2009, hasta finalizar prospección bioceanográfica del D.S. 010-2005-Produce y Evaluación Macrofauna Bentónica.
24. Convenio Específico de cooperación interinstitucional entre el IMARPE y el Proyecto Especial de Promoción de Aprovechamiento de Abonos Provenientes de las Aves Marinas-Proabonos. 21.09.07. Cinco Años. Realizar evaluaciones estacionales del banco natural de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) de las islas Lobos de Tierra, considerado como el más importante del país. Estudiar la alimentación, reproducción y comportamiento de las aves guaneras y otras especies marinas que aniden en dichas islas. Monitorear las condiciones bioceneanográficas de las áreas adyacentes al referido banco natural. Identificar especies potenciales para el desarrollo de la maricultura.
  25. Registro Nacional de Identificación y Estado Civil (RE-NIEC) 16.11.09. Indeterminado. Que RENIEC suministre información relativa a la identidad de las personas que obran en el Registro Único de Identificación de las Personas Naturales, para verificar la identidad de los ciudadanos.
  26. Convenio marco de cooperación técnica interinstitucional entre el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, SEDAPAL y el IMARPE. Convenio N° 014-2008/IMARPE. 30.12.08. Dos años. Conocer la calidad del medio marino en el mar circundante a la ciudad de Lima y Callao y los efectos de las redes de aguas residuales domésticas e industriales que por diferentes puntos llegan al mar; y del efecto ambiental que tendría la unificación de vertimientos de aguas residuales tratadas.
  27. Convenio específico de cooperación técnica interinstitucional entre el Instituto del Mar del Perú, IMARPE, y el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima SEDAPAL. 12.03.09. Dos años.
  28. Addendum al Memorandum de Entendimiento (MOU) entre el IMARPE y las entidades participantes del MOU (El MOU fue suscrito El 06.02.04). Son participantes del MOU: The Nature Conservancy, el Consejo Nacional del Ambiente, CONAM; el Instituto Nacional de Recursos Naturales, INRENA; el PROFONANPE, y las organizaciones no gubernamentales Conservación Internacional, CI; The Nature Conservancy, TNC; the World Wild Fund for Nature, WWF; el Instituto de Montañas, IM; la Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza, PRO NATURALEZA; la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, SPDA; la Asociación Peruana para la Conservación de la Naturaleza, APECO, el Centro de Conservación, Investigación y Manejo de Áreas Naturales Protegidas, CIMA; Cordillera Azul, la Ayuda para Vida Silvestre Amenazada, Avisa; SZF Perú; La Asociación para la Naturaleza y Desarrollo Sostenible, ANDES; la Wildlife Conservation Society, WCS, la Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica, ACCA; Derecho, Ambiente y Recursos Naturales, DAR. 26.09.06. Indeterminado.
  29. Addendum N°4 al Memorandum de Entendimiento MOU entre el IMARPE y las entidades Participantes del MOU (El MOU fue suscrito el 06.02.04) 05.03.07. Indeterminado. Incorporación de la asociación Mundo Azul.
  30. Convenio marco de cooperación científica, tecnológica y académica entre el IMARPE y la Universidad Peruana Cayetano Heredia, UPCH. 23.04.07. Tres años.
  31. Convenio Marco entre El IMARPE y la Universidad Ricardo Palma. 16.10.97. Renovable automáticamente por periodos de tres años..
  32. Convenio de cooperación científica entre el IMARPE y la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. 15.11.93. Indefinida.
  33. Contrato de asociación en participación en el proyecto: "Generación de marcadores genéticos para evaluar la biodiversidad de recursos marinos". La Universidad de San Martín de Porres, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y el IMARPE. 28.01.09. 48 meses.
  34. Convenio Marco de Cooperación Institucional entre el IMARPE y la Universidad Tecnológica del Perú S.A.C. (UTP). 03.01.08. Dos años.
  35. Convenio específico de cooperación entre el IMARPE y la asociación de pescadores artesanales de la caleta Vila Vila y Anexos, Tacna. 29.01.07. Dos años. Facilitar y apoyar las actividades de investigación científica contempladas en el Proyecto "Desarrollo de bases técnicas para el manejo y explotación de recursos bentónicos en un área marina del litoral de Tacna-Vila Vila.
  36. Contrato de asociación en participación, para ejecutar el proyecto "Prevención de enfermedades y mejoramiento genético del camarón *Litopennaeus vannamei* entre la empresa "Marinazul S.A." y el IMARPE. 12.11.08. Inicio: 11.08.2008, término: 30.10.2009.
  37. Convenio específico de cooperación interinstitucional entre el Instituto del Mar del Perú y la Municipalidad Distrital de La Punta. 08.07.08. Un año. Desarrollar mecanismos de mutua colaboración y beneficio en temas relacionados con la prevención de la contaminación marina y la pérdida de recursos naturales en el mar del Callao.

---

38. Convenio de cooperación interinstitucional entre el Ministerio de la Producción y el IMARPE, para la ejecución del programa de Prospección Bioceanográfica de los Recursos

jurel y caballa 2009. 21.05.09 - 31.12.09. Profundizar el conocimiento biológico-pesquero del jurel y la caballa, con el fin de optimizar las recomendaciones dirigidas a los administradores y al sector pesquero.

39. Convenio específico de cooperación interinstitucional entre la Municipalidad Distrital de Marcona y el IMARPE. 06.01.09. Cuatro meses.

## IX. INFORME FINANCIERO

MINISTERIO DE ECONOMIA FINANZAS  
Dirección Nacional de Contabilidad Pública  
Versión 10.2.2

**BALANCE**  
Al 31 de Diciembre  
(EN NUEVOS

SECTOR : 38 PRODUCCION  
ENTIDAD : 240 INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

ACTIVO		2009	2008
<b>ACTIVO CORRIENTE</b>			
	Nota		
Efectivo y Equivalente de Efectivo	3	3,455,620.81	2,311,858.68
Inversiones Disponibles	4	0.00	0.00
Cuentas por Cobrar (Neto)	5	12,556.82	67,864.27
Otras Cuentas por Cobrar (Neto)	6	31,397.40	72,663.49
Existencias (Neto)	7	342,966.29	434,409.97
Gastos Pagados por Anticipado	8	101,877.54	93,448.61
<b>TOTAL ACTIVO CORRIENTE</b>		<b>3,944,418.86</b>	<b>2,980,245.02</b>
<b>ACTIVO NO CORRIENTE</b>			
Cuentas por Cobrar a Largo Plazo	9	0.00	0.00
Otras Ctas. Por Cobrar a Largo Plazo	10	0.00	0.00
Inversiones (Neto)	11	0.00	0.00
Edificios, Estructuras y Act. No Prod. (Neto)	12	15,187,910.93	15,703,286.33
Vehículos, Maquinarias y Otros (Neto)	13	20,358,094.34	22,267,941.65
Otras Cuentas del Activo (Neto)	14	2,685,730.62	2,425,493.31
<b>TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE</b>		<b>38,231,735.89</b>	<b>40,396,721.29</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>		<b>42,176,154.75</b>	<b>43,376,966.31</b>
Cuentas de Orden	30	24,034,268.20	21,602,628.83

-----  
CONTADOR GENERAL  
CPC Wendy Huerta Rodríguez  
Jefe de la Unidad de Contabilidad  
MAT. N.º22044

IMARPE

-----  
DIRECTOR GENERAL  
DE ADMINISTRACION  
Director de la Oficina de Administración

**GENERAL**  
del 2009 y 2008  
**SOLES)**

Fecha :  
29/03/2010  
Hora: 18:46:17  
Pag:1 de 1  
F. Int.: 19/03/2010  
05:36:56 PM  
EF-1

PASIVO Y PATRIMONIO		2009	2008
<b>PASIVO CORRIENTE</b>			
	Nota		
Obligaciones Tesoro Público	15	477,447.92	931,772.68
Sobregiros Bancarios	16	0.00	0.00
Cuentas por Pagar	17	7,744,148.51	7,052,202.75
Operaciones de Crédito	18	0.00	0.00
Parte Cte. Deudas a Largo Plazo	19	0.00	0.00
Otras Cuentas del Pasivo	20	144,530.65	1,727,707.25
<b>TOTAL PASIVO CORRIENTE</b>		<b>8,366,127.08</b>	<b>9,711,682.68</b>
<b>PASIVO NO CORRIENTE</b>			
Deudas a Largo Plazo	21	0.00	0.00
Beneficios Sociales y Oblig. Prev.	22	5,321,902.88	4,849,061.13
Ingresos Diferidos	23	0.00	0.00
Otras Cuentas del Pasivo	24	0.00	0.00
Provisiones	25	127,969.58	347,508.41
<b>TOTAL PASIVO NO CORRIENTE</b>		<b>5,449,872.46</b>	<b>5,196,569.54</b>
<b>TOTAL PASIVO</b>		<b>13,815,999.54</b>	<b>14,908,252.22</b>
<b>PATRIMONIO</b>			
Hacienda Nacional	26	142,383,282.58	133,833,003.38
Hacienda Nacional Adicional	27	( 5,735.24)	8,550,279.20
Reservas	28	0.00	0.00
Resultados Acumulados	29	(114,017,392.13)	(113,914,568.49)
<b>TOTAL PATRIMONIO</b>		<b>28,360,155.21</b>	<b>28,468,714.09</b>
<b>TOTAL PASIVO PATRIMONIO</b>		<b>42,176,154.75</b>	<b>43,376,966.31</b>
Cuentas de Orden	30	24,034,268.20	21,602,628.83

-----  
TITULAR DE LA ENTIDAD  
Econ. Godofredo Cañote Santamarina  
Director Ejecutivo

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS  
 Dirección Nacional de Contabilidad Pública  
 Versión 10.2.2

Fecha : 29/03/2010  
 Hora : 18:49:29  
 Pag. : 1 de 1  
 F. Int. : 19/03/2010 05:37:11 F

EF-2

ESTADO DE GESTION  
 Por los años terminados el 31 de diciembre de 2009 y 2008  
 (EN NUEVOS SOLES)

SECTOR : 38 PRODUCCION  
 ENTIDAD: 240 INSTITUTO  
 DEL MAR DEL PERU

		2009	2008
<b>INGRESOS</b>			
Ingresos Tributarios Netos	31	0.00	0.00
Ingreos No Tributarios	32	1,495,991.15	1,138,142.87
Trasposos y Remesas Recibidas	33	34,747,820.41	31,186,156.56
Donaciones y Transferencias Recibidas	34	818,967.32	388,415.74
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>37,062,778.88</b>	<b>32,712,715.17</b>
<b>COSTOS Y GASTOS</b>			
Costo de Ventas	35	0.00	0.00
Gastos en Bienes y Servicios	36	( 22,792,010.37)	( 24,640,534.59)
Gastos de Personal	37	( 9,078,865.33)	( 8,555,887.38)
Gastos por Pens.Prest. Y Asistencia Social	38	( 458,648.48)	( 427,216.09)
Donaciones y Transferencias Otorgadas	39	0.00	0.00
Trasposos y Remesas Otorgadas	40	0.00	0.00
Estimaciones y Provisiones del Ejercicio	41	( 8,206,476.18)	( 8,562,591.46)
<b>TOTAL COSTOS Y GASTOS</b>		<b>( 40,536,000.36)</b>	<b>( 42,186,229.52)</b>
<b>RESULTADO DE OPERACIÓN</b>		<b>( 3,473,221.48)</b>	<b>( 9,473,514.35)</b>
<b>OTROS INGRESOS Y GASTOS</b>			
Ingresos Financieros	42	5,781.29	22,241.08
Gastos Financieros	43	0.00	0.00
Otros Ingresos	44	3,400,258.73	1,112,609.58
Otros Gastos	45	( 233,870.05)	( 1,244,372.06)
<b>TOTAL OTROS INGRESOS Y GASTOS</b>		<b>3,172,169.97</b>	<b>( 109,521.40)</b>
<b>RESULTADO DEL EJERCICIO SUPERAVIT (DEFICIT)</b>		<b>( 301,051.51)</b>	<b>( 9,583,035.75)</b>

-----  
 CONTADOR GENERAL  
 CPC Wendy Huerta Rodríguez  
 Jefe de la Unidad de Contabilidad  
 MAT. N.º22044  
 IMARPE

-----  
 DIRECTOR GENERAL  
 DE ADMINISTRACION  
 CPC.Edmundo Monteverde Valverde  
 Director de la Oficina de Administración

-----  
 TITULAR DE LA ENTIDAD  
 Econ. Godofredo Cañote Santamarina  
 Director Ejecutivo

Las Notas forman parte integrante delos Estados Financieros

**INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ**  
Esquina Gamarra y General Valle s/n  
Apartado postal 22. Callao, Perú  
Central telefonica 625-0800  
Telefax 429-9811  
eMail: [imarpe@imarpe.gob.pe](mailto:imarpe@imarpe.gob.pe)



**PERÚ**

Ministerio  
de la Producción

Instituto del Mar del Perú