



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 40, Números 3-4



Julio-Diciembre 2013
Callao, Perú

EL AMBIENTE MARINO COSTERO DE LA REGIÓN LA LIBERTAD, 2010

COASTAL MARINE ENVIRONMENT OF LA LIBERTAD REGION, 2010

Víctor Rebaza¹

Álvaro Tresierra²

Santos Alfaro³

Cinthia Vásquez

RESUMEN

REBAZA V, TRESIERRA A, ALFARO S, VÁSQUEZ C. 2013. *El ambiente marino costero de la Región La Libertad 2010. Inf Inst Mar Perú. 40(3-4): 187-239.*- Entre el 26 abril y 10 mayo 2010, se efectuó la evaluación del ambiente costero de la región La Libertad, determinándose que Huanchaco, Salaverry y Magdalena de Cao tienen el más alto grado de contaminación marina. Salaverry y Magdalena de Cao presentan los valores más bajos de diversidad bentónica y de volumen de plancton. Las variables oceanográficas primarias se debieron a procesos de surgencia recientes. La concentración de sólidos suspendidos totales de Chérrepe cumplió con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. La calidad acuática del río Moche presenta valores que sobrepasan la norma vigente.

PALABRAS CLAVE: Ambiente, contaminación, calidad.

ABSTRACT

REBAZA V, TRESIERRA A, ALFARO S, VÁSQUEZ C. 2013. *Coastal marine environment of La Libertad Region 2010. Inf Inst Mar Perú. 40(3-4): 187-239.*- Between April 26 and May 10, 2010, the evaluation was made of the coastal environment of the La Libertad region, determining that Huanchaco, Salaverry and Magdalena de Cao have the highest degree of marine pollution. Salaverry and Magdalena de Cao presented the lowest values of benthic diversity and volume of plankton. The primary oceanographic variables were due to recent upwelling processes. The concentration of total suspended solids Chérrepe met the National Environmental Quality Standards for Water. The Moche river water quality has values that exceed the existing standard.

KEYWORDS: Environment, pollution, quality.

INTRODUCCIÓN

La Región La Libertad, presenta áreas marino costeras contaminadas permanentemente debido al vertimiento directo y continuo de desechos domésticos y de efluentes industriales sin tratamiento, que afectan la calidad del agua, sedimento y biodiversidad con repercusiones sobre la disponibilidad y calidad de los recursos que sustentan la pesquería artesanal e industrial.

La zona marina costera de Malabrigo se caracteriza por afloramientos continuos, cuenta con uno de los principales puertos pesqueros del país, en el que se desarrolla intensa actividad pesquera in-

dustrial generando efluentes que se vierten al mar afectando a los recursos pesqueros que sustentan las diversas pesquerías, además de aguas residuales domésticas e industriales, mayormente sin tratamiento previo. En la bahía de Salaverry existe una intensa actividad portuaria, con embarcaciones de pequeño y gran calado que también contaminan el medio acuático. Además, los procesos oceanográficos resultan alterados ante la presencia de los muelles, chatas y otras instalaciones que no permiten la circulación natural de las corrientes marinas. A todo esto se suma que varias zonas costeras de La Libertad, tienen gran demanda turística, lo que conlleva a una mayor utilización de playas para

recreación, que obliga a las entidades públicas y privadas a preservar la salud del ecosistema.

Ante la escasa información sobre la calidad del ambiente marino costero de la Región La Libertad, la sede IMARPE - Huanchaco, en coordinación con la Unidad de Monitoreo y Gestión Costera del Ambiente Marino de la Sede Central, realizó la investigación para evaluar los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y biológicos en agua, sedimento y organismos marinos para determinar sus niveles de contaminación, con el fin de alertar a las autoridades, quienes deben tomar medidas que eviten el deterioro del ecosistema marino costero en esta Región.

1. vrebaza@imarpe.pe
2. atresierra@imarpe.pe
3. salfaro@imarpe.pe

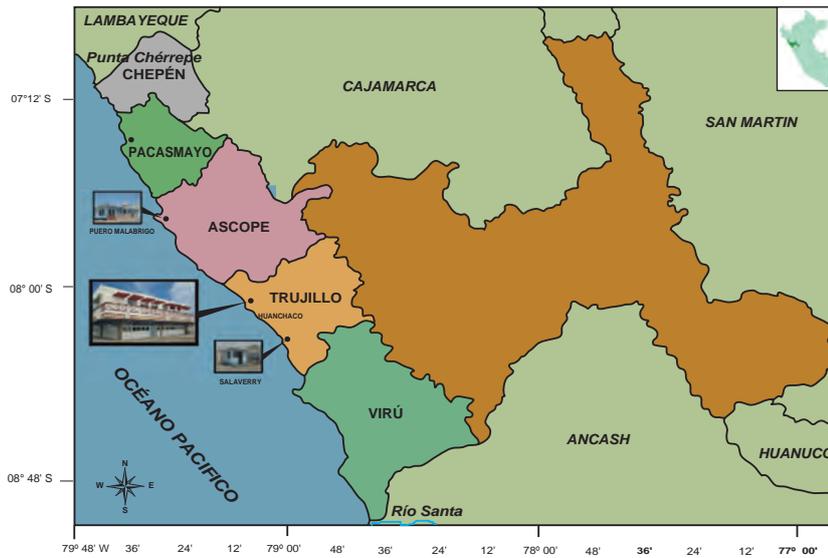


Figura 1.- Provincias costeras de la Región La Libertad

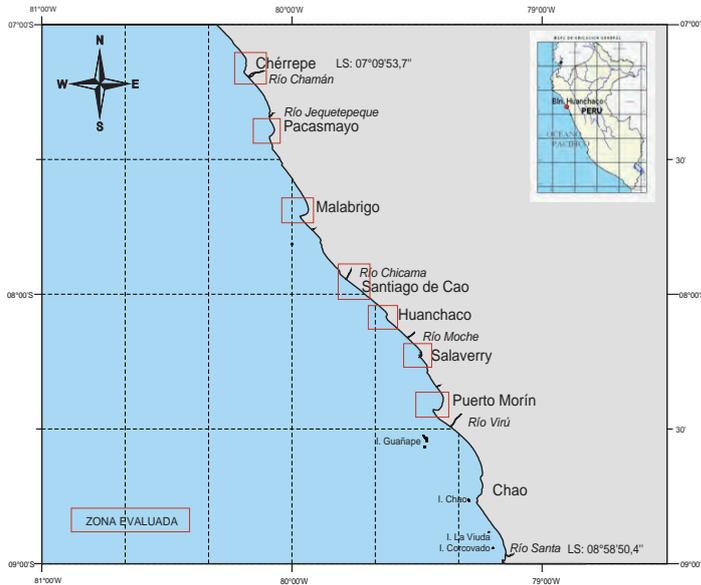


Figura 2.- Zonas de Evaluación de Calidad Ambiental en el Litoral Marino Costero, Región La Libertad, mayo 2010

MATERIAL Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprendió las latitudes 7°9'53,7''S a 9°58'50,4''S, correspondientes a las zonas marino costeras de las provincias de Chepén, Pacasmayo, Ascope, Trujillo y Virú (Fig. 1).

Muestreo de campo

El trabajo de campo se desarrolló del 26 de abril al 2 de mayo por mar y del 3 al 10 de mayo 2010 por línea

de playa, (estación de otoño), el área evaluada comprendió las zonas de Chérrepe, Pacasmayo, Malabrigo, Magdalena de Cao, Huanchaco-Buenos Aires, Salaverry y Puerto Morín, también fueron monitoreados los ríos Chamán, Jequetepeque, Chicama, Moche y Virú entre las latitudes 7°9'S y 8°27'S (Fig. 2), utilizando para la navegación el BIC Señor de Sipan provisto de un compás magnético y un equipo de posicionamiento global (GPS) y por línea de playa y riberas de los ríos se utilizó una camioneta y un GPS de marca Garmin.

Muestreo por mar

Se establecieron 97 estaciones hidrográficas con muestreos superficiales y a 1 m del fondo. En Chérrepe y Puerto Morín se evaluaron 12 estaciones, en Pacasmayo, Magdalena de Cao, Huanchaco, Salaverry 15 estaciones y en Malabrigo 13 estaciones.

En cada nivel se midió la temperatura con termómetro de mercurio, resolución 0,1 °C. La transparencia se midió con disco Secchi. Las muestras de superficie se colectaron en baldes de plástico de 10 L, y en el fondo con una botella Niskin de 5 L de capacidad. Se midió el oxígeno disuelto y pH a bordo, se colectó muestras para salinidad, nutrientes, sólidos suspendidos totales, aceites y grasa, demanda bioquímica de oxígeno y coliformes.

Se empleó la draga Van Veen en la colección de muestras de sedimentos para determinar materia orgánica total y macrobentos. Todas las muestras fueron preservadas a bordo con hielo a excepción de las muestras destinadas a determinación de oxígeno y salinidad.

Para el análisis cualitativo y cuantitativo, las muestras de fitoplancton se recolectaron mediante arrastres superficiales de red estándar (75 micras de abertura de malla) durante 5 minutos a una velocidad de 3 nudos; luego se fijaron con formalina al 10%.

La dirección e intensidad del viento fue registrada con un anemómetro portátil Kestrel 4500.

Muestreos por línea de playa y ribera de ríos

Por línea de playa se seleccionaron un total de 37 estaciones, las muestras se tomaron a 15 m de distancia de la orilla y se consideró estaciones en muelles y zonas de mezcla.

En cada uno de los ríos Chaman, Chicama, Moche y Virú se seleccionaron 3 estaciones y en el río Jequetepeque 2 estaciones; las muestras se tomaron en la desembocadura al mar y aproximadamente a 1000 m de distancia entre cada estación.

Metodología analítica

Las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas se basaron en los siguientes métodos:

- Método titulométrico de Winkler modificado por CARRIT y CARPENTER (1966) para determinación de oxígeno disuelto.
- Método colorimétrico de STRICKLAND y PARSONS (1972) para determinación de nutrientes.
- Método potenciométrico usando el Termo Orión 3 para determinación del potencial de hidronio.
- Método gravimétrico de la USEPA 1986, para determinación de sólidos suspendidos totales.
- Método gravimétrico para determinación de aceites y grasas (Environment Water Resources Service 1976).
- Método de inducción usando el Portasal Guideline 8410A, para determinación de salinidad.
- Método de la International Standard Organization 5815 (1983) para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5).
- Método de tubos múltiples (Número Más Probable) según el Standard Methods for Examination of Water and Waste water (Apha 1995).
- La temperatura superficial se registró con un termómetro de mercurio de balde y la de fondo con un termómetro de inversión.
- La dirección y velocidad de la circulación marina se registró con derivadores a nivel superficial y a un metro del fondo.
- Los análisis geoquímicos de materia orgánica según DEAN (1974).

Las determinaciones biológicas se basaron en los siguientes métodos:

Cálculo del volumen de plancton.- Con una pipeta Pasteur se extrajo el sobrenadante de la muestra a otros frascos, cuidando de no contaminar las muestras. La muestra sin sobrenadante se colocó en tubos de centrifuga de 15 mL, centrifugándose durante 5 minutos a 2400 rpm. Luego se registró la lectura de la muestra centrifugada para determinar su volumen en mL. La muestra se homogenizó y vertió en frascos de 80 y/o 30 mL para su posterior análisis. Los resultados se expresaron en mL de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada (mL/m^3) y se calcularon de acuerdo a la fórmula:

$$V = \frac{VC}{K} = (mL/m^3)$$

Donde:

Vc = volumen centrifugado

K = constante que indica el volumen total de agua filtrada.

Para calcular la constante, se utilizó la fórmula del volumen del cilindro: $V = \pi r^2 h$

r = radio de la boca de la red estándar

h = distancia recorrida por la red

Fitoplancton.- El análisis cualitativo se efectuó en el laboratorio; las muestras fueron centrifugadas para obtención de volúmenes de plancton y se analizaron con un microscopio, asignando valores de abundancia relativa a cada especie, 0: ausente, 1: presente, 2: escaso, 3: abundante y 4: muy abundante. Los organismos fitoplanctónicos se identificaron hasta especie o el taxa más cercano, expresando los resultados en N° cel/L.

Zooplancton.- Se estimó abundancia del zooplancton total y los diferentes grupos taxonómicos. Las mediciones de biomasa se

hicieron con el método de volumen desplazado. El análisis de la composición y conteo de los taxa se realizó en una fracción de cada muestra y con ayuda de estereoscopio y microscopio compuesto. El volumen y abundancia se estandarizaron a $100 m^3$.

Bentos.- La separación, identificación y recuento de las diferentes especies e individuos a niveles taxonómicos inferiores, se realizó utilizando un estereomicroscopio. Los ejemplares de cada especie fueron contados, obteniendo datos de abundancia numérica contenidas en todas las muestras analizadas. La información sobre los valores de abundancia numérica permitió realizar los análisis estadísticos descriptivos, univariados y gráficos de las comunidades biológicas.

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN LA ZONA DE CHÉRREPE

La zona de Chérrepe evaluada, se ubicó frente al río Chamán, La Punta antártica y zona sur de la ensenada. Esta zona durante el verano presentó influencia de las aguas del río Chamán; la profundidad varió de 11,5 a 15,0 m (Fig. 3).

Temperatura.- La distribución térmica en superficie presentó valores entre 18,9 y 19,1 °C, promedio 19,0 °C, la isoterma se presentó a 0,7 mn de la costa. Se observó incremento de la temperatura hacia el sur asociado con la influencia de las aguas del río Chamán, mientras que en el fondo se registró valores homogéneos de 18,8 a 18,9 °C con promedio 18,8 °C, presentando la isoterma de 18,9 °C próxima al borde costero, en este nivel la influencia de las aguas del río Chamán fue nula debido a la diferencia de densidades (Figs. 4, 5).

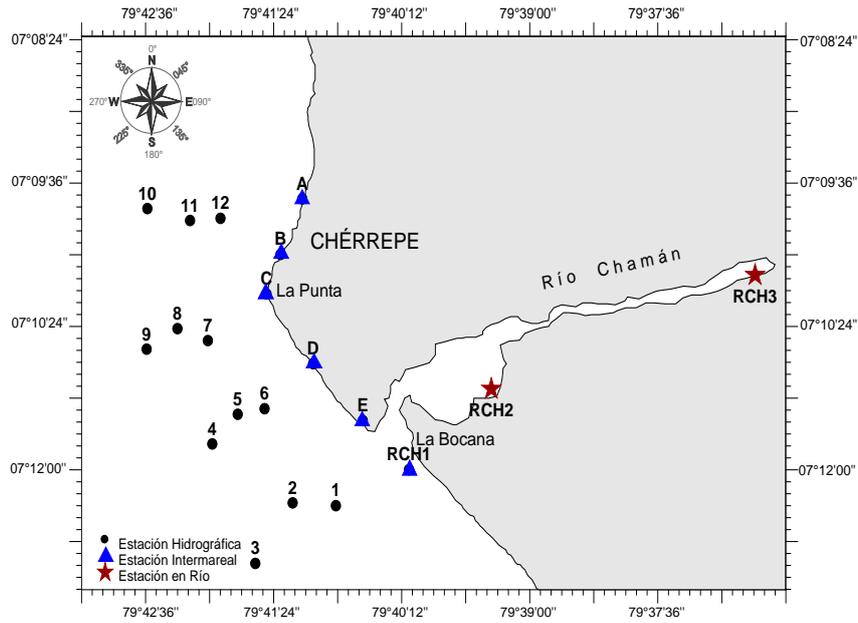


Figura 3.- Carta de posiciones de Chérrepe. Evaluación de Calidad Ambiental en el litoral de la Región La Libertad, mayo 2010

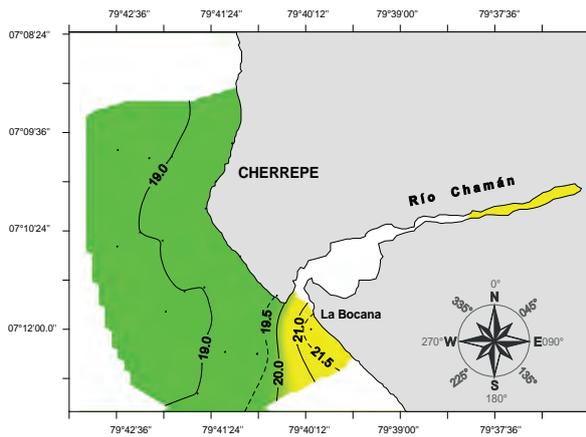


Figura 4.- Distribución térmica superficial (°C), Chérrepe, mayo 2010

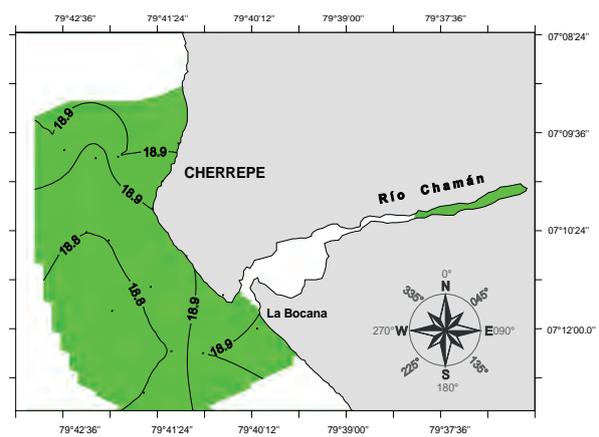


Figura 5.- Distribución térmica fondo (°C), Chérrepe, mayo 2010

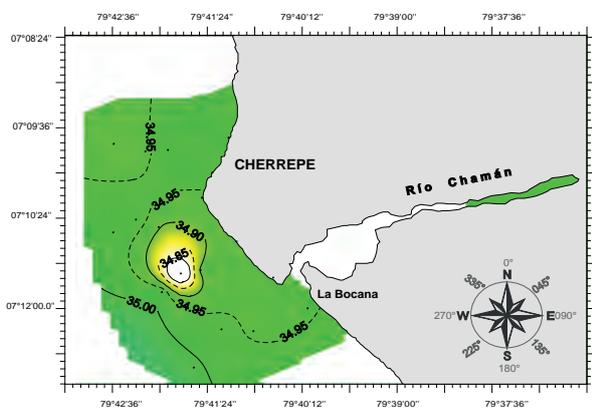


Figura 6.- Distribución halina superficial (ups), Chérrepe, mayo 2010

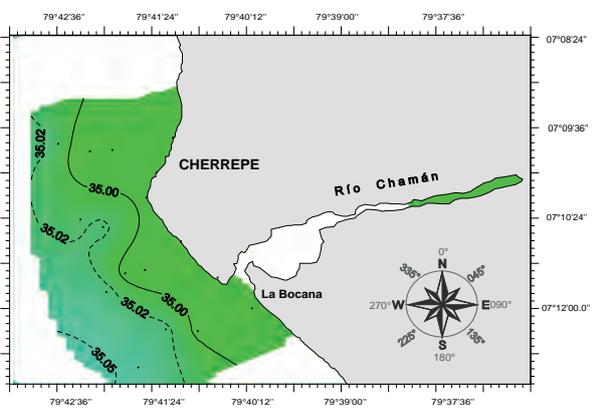


Figura 7.- Distribución halina de fondo (ups), Chérrepe, mayo 2010

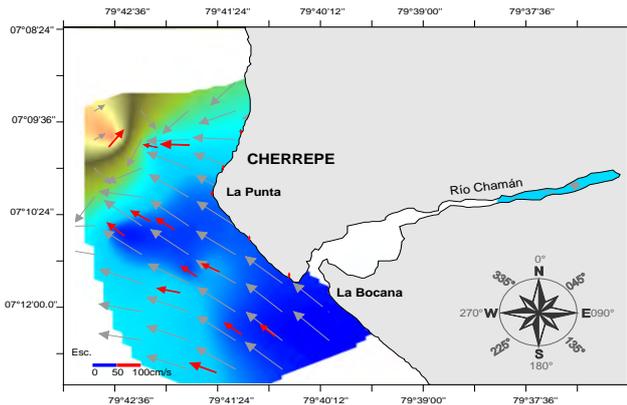


Figura 8.- Distribución de las corrientes marinas superficiales (cm/s) en Chérrepe, mayo 2010

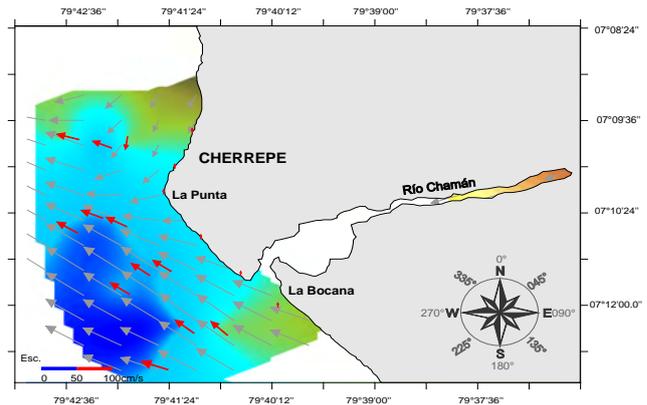


Figura 9.- Distribución de las corrientes marinas del fondo (cm/s) en Chérrepe, mayo 2010

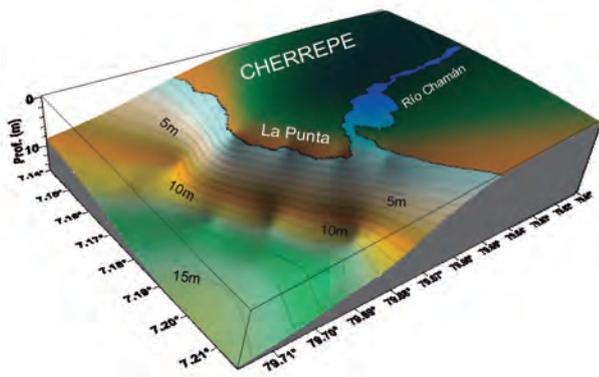


Figura 10.- Batimetría (m) en Chérrepe, mayo 2010

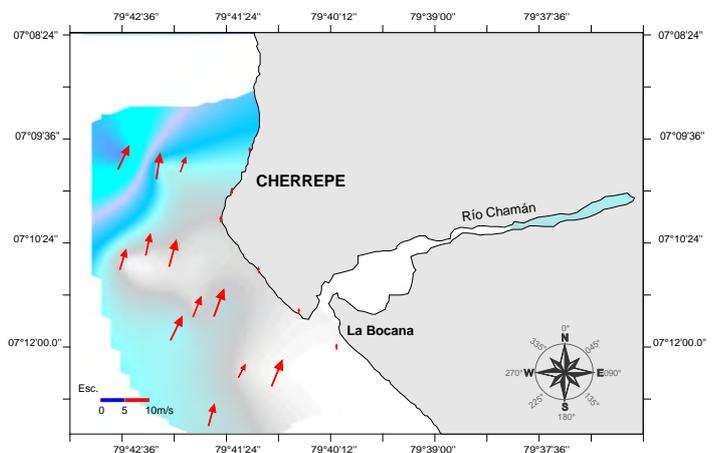


Figura 11.- Régimen de vientos (m/s) en Chérrepe, mayo 2010

Salinidad.- La distribución halina superficial presentó concentraciones entre 34,686 y 35,008 ups que originaron iso-halinas de 34,850 a 35,000 ups; se observaron núcleos de 34,950 a 34,850 ups frente al borde costero entre la bocana del río Chamán y la Punta, valores menores a 34,800 ups fueron producto de la mezcla con las aguas del río Chamán.

En el fondo la distribución halina varió de 34,957 a 35,047 ups que originaron iso-halinas de 35,000 a 35,050 ups, observándose que la distribución aumentó mar afuera. En general la concentración salina fue propia de Aguas Costeras Frías (Figs. 6, 7).

Corrientes marinas.- En superficie y fondo predominaron flujos de intensidad fuerte con valores

máximos de 67,0 cm/s (superficie) y 49,0 cm/s (fondo), en la zona sur se apreció la proyección noroeste y en la zona norte la corriente fue perpendicular al borde costero obedeciendo al perfil de costa y batimetría de la zona (Figs. 8, 9).

Batimetría.- La profundidad de la zona varió de 11,5 a 15,0 m que generaron isobatas de 1,0 a 15,0 m, observándose a las isobatas de 5, 10 y 15 m más próximas al borde costero de La Punta, influenciando en el régimen de corrientes marinas (Fig. 10).

Vientos.- Predominaron vientos del suroeste con intensidad moderada de 5,4 a 7,2 m/s, cabe destacar la relación lineal encontrada con la intensidad de las corrientes para ambos niveles (Fig. 11).

Transparencia.- La penetración de la luz en el agua de mar medida como transparencia presentó visibilidades de 1,0 a 2,3 m de profundidad. Los valores disminuyen en su desplazamiento al borde costero (Fig. 12).

Oxígeno.- El oxígeno disuelto superficial presentó valores de 3,80 a 4,94 mg/L, que originaron iso-oxígenas de 4,0 a 4,8 mg/L. Al sur se registraron valores menores de 4,5 mg/L posiblemente relacionados con el consumo de oxígeno por los desechos vertidos en el litoral provenientes del río Chamán.

En fondo la concentración varió de 3,34 a 4,42 mg/L entre la bocana y La Punta; en el sur la distribución se incrementó de sur a norte (Figs. 13, 14). Los valores <4 mg/L no

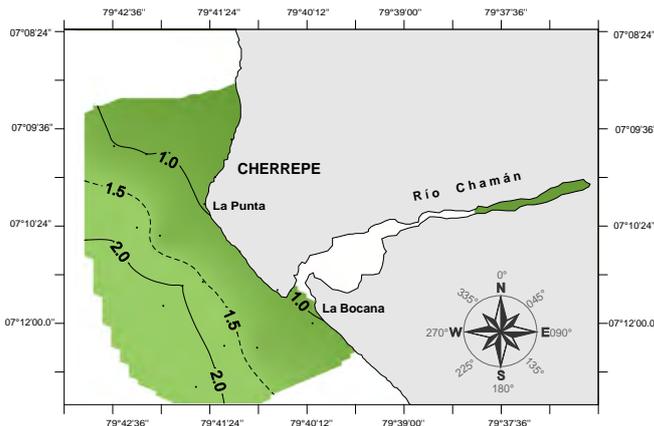


Figura 12.- Distribución de la transparencia (m) en Chérrepe, mayo 2010

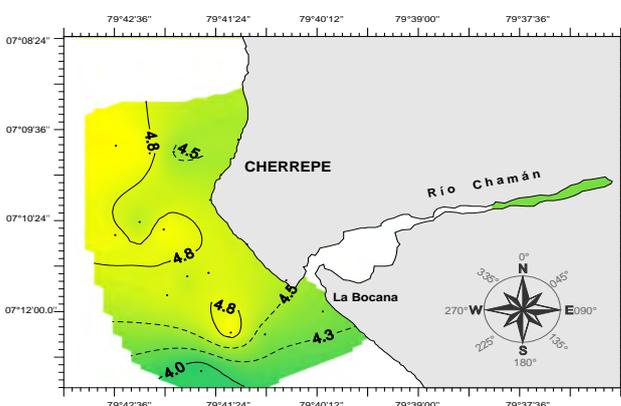


Figura 13.- Distribución de oxígeno superficial (mg/L), Chérrepe, mayo 2010

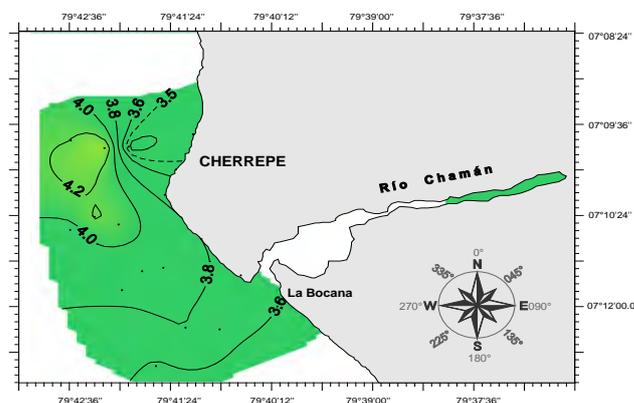


Figura 14.- Distribución de oxígeno en fondo (mg/L), Chérrepe, mayo 2010

cumplen con lo establecido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) en las categorías 2 (Actividades Marino Costeras, Subcategoría 3: Otras Actividades) y 4 (Conservación del Ambiente Acuático, Ecosistemas Marinos Costeros), sin embargo estos valores indicarían procesos de afloramiento recientes.

Potencial de iones hidronio (pH).

La concentración superficial del pH fue ligeramente alcalina, varió de 7,65 a 7,98 disminuyendo hacia el borde costero de La Punta (Fig. 15). En fondo la concentración fue ligeramente inferior a lo encontrado en superficie (7,50 a 7,97), en ambos niveles la distribución fue similar (Fig. 16).

Nutrientes. Los fosfatos en superficie fluctuaron entre 0,055 y 0,097 mg/L con promedio 0,073 mg/L; cerca al borde costero predominaron valores menores a 0,070 mg/L, frente a la bocana del río Chamán la distribución se incrementó con valores 0,065 a 0,080 mg/L (Fig. 17). En fondo la concentración disminuyó de sur a norte, con valores de 0,110 mg/L frente a la bocana del río Chamán y 0,070 mg/L frente a La Punta, al norte se incrementó hacia el borde costero de 0,070 a 0,080 mg/L (Fig. 18).

Los silicatos en superficie presentaron valores de 0,181 a 0,874 mg/L con promedio 0,435 mg/L, la concentración más alta se ubicó al norte, (isolínea de 0,800 mg/L) (Fig. 19), en el fondo la concentración presentó valores de 0,174 a 0,778 mg/L con promedio 0,361 mg/L, la máxima concentración se ubicó al norte (isolínea 0,600 mg/L) (Fig. 20).

Los nitratos en superficie presentaron valores de 0,116 a 0,303 mg/L con promedio 0,196 mg/L, observándose un núcleo de 0,250 mg/L próximo al borde costero al norte. En el fondo los valores fueron de 0,120 a 0,267 mg/L con promedio 0,183 mg/L, se observó distribución creciente mar afuera, con isolíneas de 0,150 mg/L a un núcleo de 0,25 mg/L (Figs. 21, 22).

Los nitritos en general variaron de 0,012 a 0,022 mg/L; en superficie se apreció dos núcleos (0,018 y 0,020 mg/L) frente al borde costero de La Punta (Fig. 23); en el fondo se observó isolíneas de 0,016 a 0,020 mg/L, desde la bocana del río Chamán a La Punta las isolíneas fueron de 0,018 a 0,014 mg/L (Fig. 24). Estas concentraciones se encontraron acorde con el ECA en las categorías 2, sub categoría 3 y categoría 4.

Sólidos Suspendidos Totales. La concentración superficial varió de 17,5 mg/L (frente a bocana del río Chamán) a 27,0 mg/L (extremo norte), con promedio 22,83 mg/L dentro de 0,8 mn (Fig. 25), estos valores

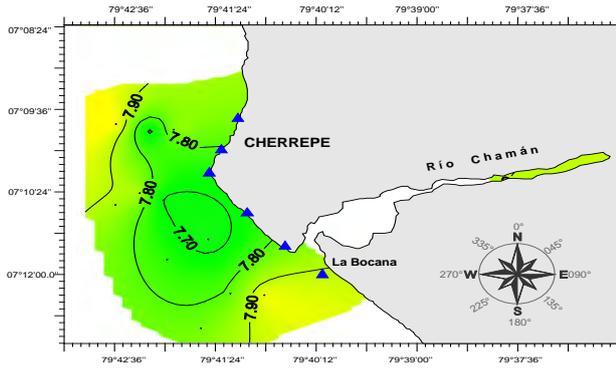


Figura 15.- Distribución del pH superficial, Chérrepe, mayo 2010

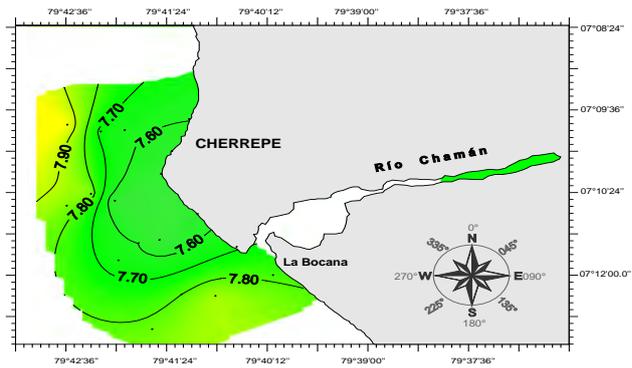


Figura 16.- Distribución del pH en fondo, Chérrepe, mayo 2010

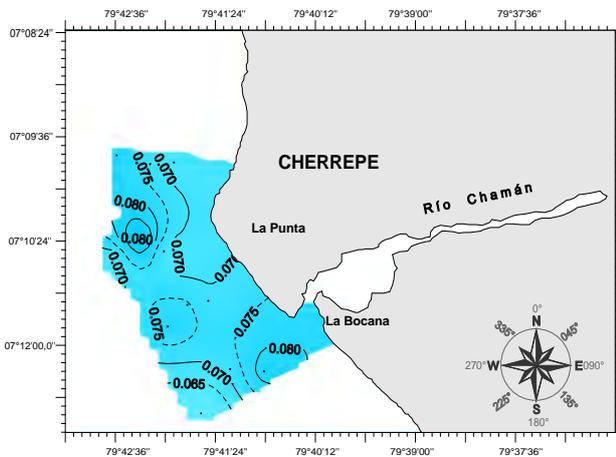


Figura 17.- Distribución de fosfato superficial (mg/L), Chérrepe, mayo 2010

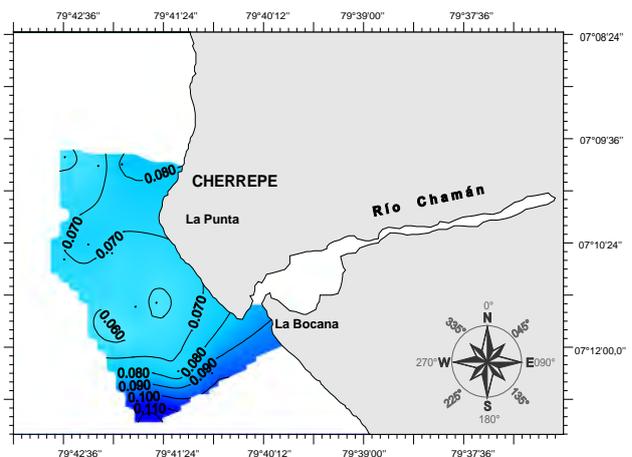


Figura 18.- Distribución de fosfato fondo (mg/L), Chérrepe, mayo 2010

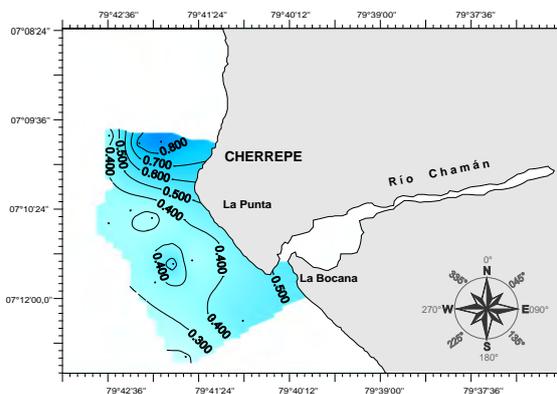


Figura 19.- Distribución de silicato superficial (mg/L), Chérrepe, mayo 2010

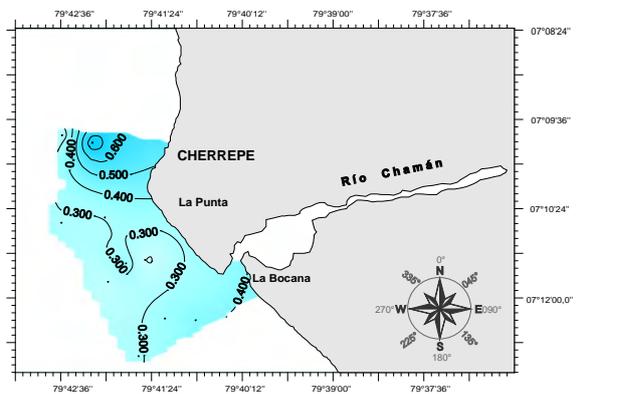


Figura 20.- Distribución de silicato fondo (mg/L), Chérrepe, mayo 2010

no sobrepasaron el ECA en la categoría 2 subcategoría 3 y categoría 4.

Aceites y grasas.-En superficie las concentraciones más altas (0,500 y 0,510 mg/L) se presentaron entre la bocana y La Punta; las concentraciones más bajas (0,320 y 0,400 mg/L) se registraron en los extremos norte y sur (Fig. 26). Estos valores estu-

ron acorde con el ECA categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).- En superficie y dentro de las 8 mn los valores oscilaron entre 2,04 y 2,57 mg/L, los valores máximos se encontraron en el norte, (Fig. 27); estos valores cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Materia Orgánica total (MOT).- En el sedimento marino predominaron valores <3%, valores >3% se ubicaron al norte pegado al borde costero y frente a la bocana del río Chamán por fuera de las 1,2 mn donde se presentaron colores de gris a verdoso con textura de arena y fango con ligero olor a ácido sulfhídrico (Fig. 28).

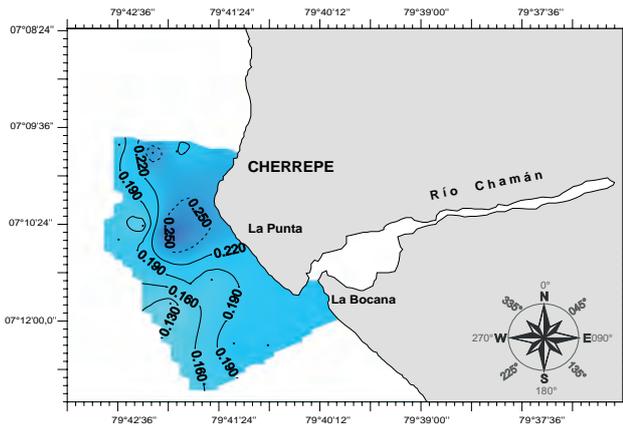


Figura 21.- Distribución de nitrato superficial (mg/L), Chérrepe, mayo 2010

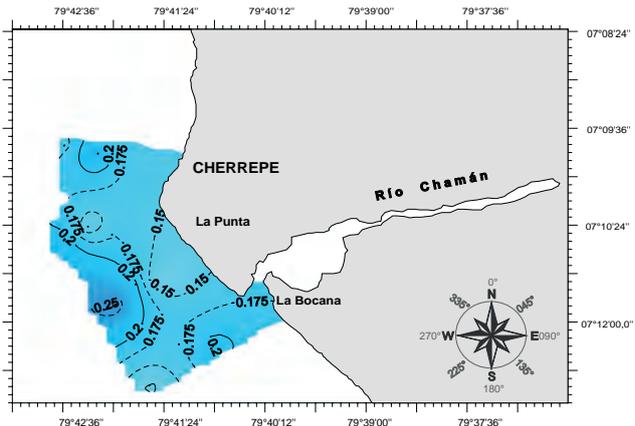


Figura 22.- Distribución de nitrato en fondo (mg/L), Chérrepe, mayo 2010

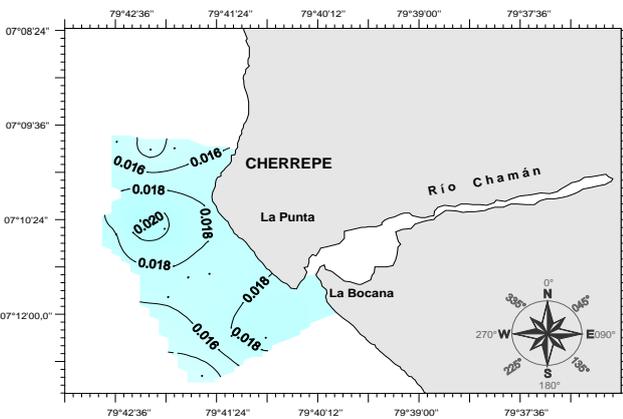


Figura 23.- Distribución de nitrito superficial (mg/L), Chérrepe, mayo 2010

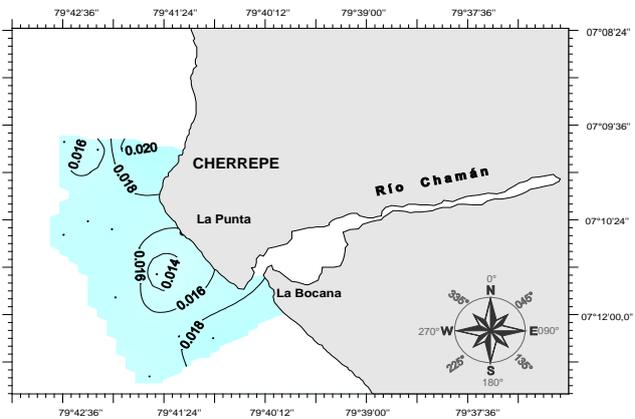


Figura 24.- Distribución de nitrito en fondo (mg/L), Chérrepe, mayo 2010

Coliformes totales y termotolerantes.- Los coliformes totales superficiales presentaron valores <30 NMP/100 mL, excepto frente a la bocana del río Chaman (930 NMP/100 mL) (Fig. 29). Los coliformes termotolerantes superficiales presentaron valores de <30 a 430 NMP/100 mL (Fig. 30), las mayores concentraciones se ubicaron frente a la bocana del río Chamán; los valores >30 NMP/100 mL sobrepasan el ECA en las categoría 2, Subcategoría 3 y categoría 4.

Plancton.- En Chérrepe los volúmenes de plancton presentaron valores de 0,6 mL/m³ a 0,9 mL/m³, promedio 0,7 mL/m³; el fitoplancton estuvo conformado por diatomeas *Coscinodiscus curvatus*, *C. centralis*, y *Lithodesmiun undulatum*, con índices de abun-

dancia relativa de muy abundante a abundante; también se registró diatomeas de afloramiento con alta tasa de reproducción típicas de las primeras fases de sucesión como: *Thalassiosira rotula*, *T. subtilis*, *Chaetoceros curvisetus*, *Ch. decipiens*, *Ch. lorenzianus* y *Skeletonema costatum*. Se detectó la ocurrencia y abundancia de dinoflagelados cosmopolitas *Ceratium furca*, *C. fusus*, *C. tripus*, y *Protoperidinium depressum* asociados a temperaturas superficiales de 18,8 °C a 19,1 °C (Tabla 1).

Larvas de moluscos y crustáceos.- Los grupos mayormente representados fueron copépodos, larvas de bivalvos, balanus, y de menor presencia fueron: larvas de gasterópodos, apendicularia, tintinidos crustáceos y larvas de peces.

Se registraron huevos de las familias Sciaenidae y Engraulidae y larvas de la familia Sciaenidae, también destacó la presencia de larvas de concha de abanico (Tabla 2).

Bentos.- Se registraron 9 especies distribuidas en 4 grupos taxonómicos, de las cuales 5 correspondieron a poliquetos, 2 a moluscos, 1 a crustáceo, y 1 a nemertino. Mayor representatividad en abundancia lo tuvo el grupo de poliquetos (59,8%).

La dominancia en términos de densidad, estuvo representada por *Magelona* sp. con 280 ind.m⁻², seguido de la familia *Orbinidae* con 198 ind.m⁻².

El grupo taxonómico que presentó la mayor y menor densidad fue poliquetos con 280 ind.m⁻² y con 20 ind.m⁻² (Tabla 3).

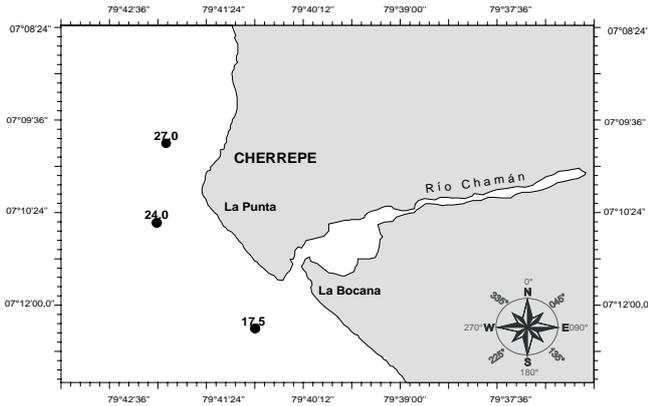


Figura 25.- Sólidos suspendidos totales en superficie (mg/L), Cherrepe, mayo 2010

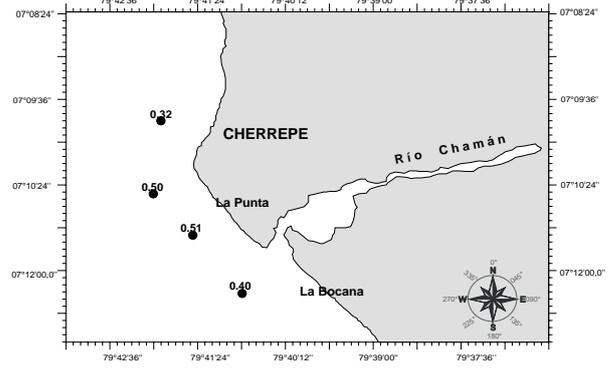


Figura 26.- Aceites y grasas superficiales (mg/L), Cherrepe, mayo 2010

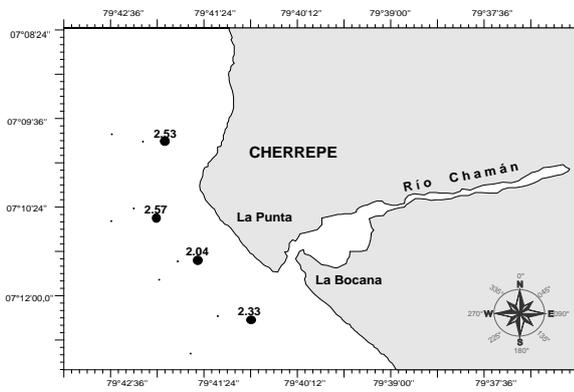


Figura 27.- DBO superficial (mg/L), Cherrepe, mayo 2010

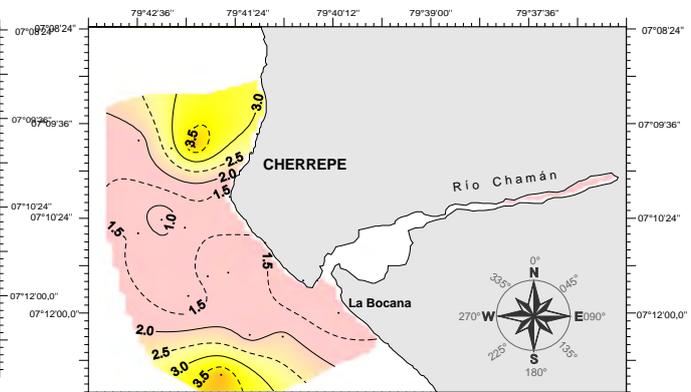


Figura 28.- Distribución de MOT (%), Cherrepe, mayo 2010

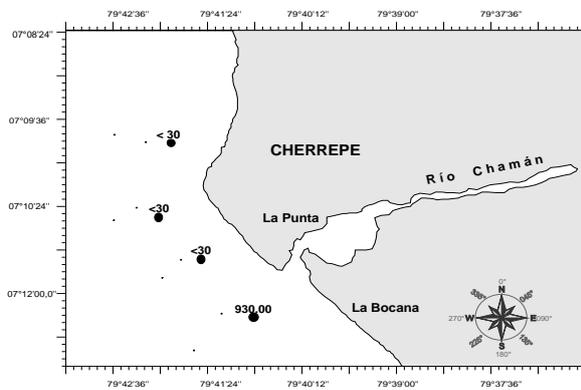


Figura 29.- Coliformes totales superficiales (NMP/100 mL), Cherrepe, mayo 2010

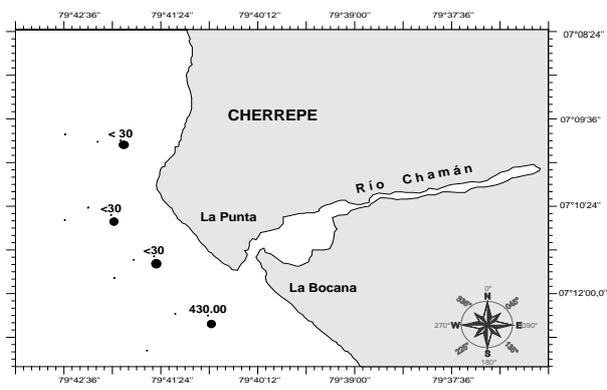


Figura 30.- Coliformes termotolerantes superficiales (NMP/100 mL), Cherrepe, mayo 2010

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad fue 1,952 bits/ind; y la riqueza específica estuvo conformada por 9 especies (Tabla 4).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS POR PLAYA DE LA ZONA DE CHERREPE

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos registrados en la

línea costera del litoral de Cherrepe se indican en la Tabla 5. La mayoría de los registros cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Es importante destacar que no cumplen con el ECA los sólidos suspendidos totales pues los valores >30 mg/L lo sobrepasaron en la categoría 4, y los valores

>70 mg/L sobrepasaron a la categoría 2, subcategoría 3. Los coliformes totales no cumplen con el ECA en las categorías 2 y 4. Los coliformes termotolerantes al fluctuar entre <30,0 y 430 NMP/100 mL superan el ECA en las categorías 2 y 4. Los niveles de concentración bacteriana estuvieron asociados a la desembocadura del río Chamán.

Tabla 1.- Fitoplancton en Chérrepe, mayo 2010

Zona	Chérrepe		
	1	7	12
Estaciones	1	7	12
Volumen (mL/L)	0,6	0,9	0,6
DIATOMEAS			
<i>Coscinodiscus curvatulus</i>	4	3	4
<i>Coscinodiscus centralis</i>	4	4	4
<i>Coscinodiscus gigas</i>	4	4	3
<i>Coscinodiscus granii</i>	3	2	3
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	3	2	2
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1	1	0
<i>Chaetoceros decipiens</i>	1	0	0
<i>Chaetoceros lorentzianus</i>	1	0	1
<i>Detonula cystifera</i>	0	0	1
<i>Ditylum brightwellii</i>	1	0	1
<i>Guinardia flacida</i>	1	0	0
<i>Lithodesmium undulatum</i>	2	2	0
<i>Licmophora lyngbyei</i>	0	1	0
<i>Pseudonitzschia c.f.pungens</i>	1	1	1
<i>Pleurosigma angulatum</i>	1	0	1
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	1	0	1
<i>Skeletonema costatum</i>	1	0	1
<i>Stephanopyxis turris</i>	1	0	1
<i>Thalassiosira rotula</i>	1	0	0
<i>Thalassiosira subtilis</i>	1	1	0
<i>Thalassionema</i>	0	1	0
DINOFLAGELADOS			
<i>Ceratium furca</i>	3	3	3
<i>Ceratium fusus</i>	3	2	3
<i>Ceratium horridum</i>	1	0	0
<i>Ceratium tripos</i>	3	2	3
<i>Ceratium dens</i>	1	0	1
<i>Dinophysis caudata</i>	2	2	1
<i>Dinophysis fortii</i>	1	0	0
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	1	0	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	1	0	1
<i>Protoperidinium depressum</i>	3	2	2
<i>Protoperidinium sp</i>	1	0	0
SILICOFLAGELADOS			
<i>Diatoma fibula</i>	1	0	0

Tabla 3.- Biomasa de especies del bentos en Chérrepe, mayo 2010

Grupo	Especie	Ind/m ²	%
Molusco	<i>Mulinia sp.</i>	148	14,5
Molusco	<i>Nasarius wilsoni</i>	140	13,7
Crustáceo	<i>Pinixia sp.</i>	46	4,5
Poliqueto	<i>Onophidae</i>	44	4,3
Poliqueto	<i>Magelona</i>	280	27,5
Poliqueto	<i>Orbinidae</i>	198	19,4
Poliqueto	<i>Flagelligeridae</i>	68	6,7
Poliqueto	<i>Sylidae</i>	20	2,0
Nemertina	<i>Nemertino</i>	76	7,5
Total		1020	100,0

Tabla 4.- Índices de la estructura comunitaria del bentos en Chérrepe, mayo 2010

Zona	Cherrepo
S	9
N	1020
Índice Margalef	1 155
Equidad Pielou	0,8885
Diversidad Shannon	1 952
Dominancia Simpson	0,8336

Tabla 2.- Composición zooplanctónica en Chérrepe, mayo 2010

Zona	Estaciones	L. B.	L.C.A	Gasterópodos	Copépodos	Huevo de peces		Larva de peces	Crustáceos	Apendicularia	Tintinidos	Cladoceros	Balanus	
						Engraulidae	Sciaenidae							
Chérrepe	1	135	15	2	1350	26	1	0	1	2	3	5	12	58
	3	256	107	12	2876	37	8	0	0	0	6	1	8	37
	7	197	9	8	1987	30	7	0	1	9	15	1	6	0
	9	563	358	29	3641	20	4	0	0	0	0	2	10	0
	10	121	0	13	7521	0	0	0	0	0	0	0	0	183
	12	148	1	5	1854	0	0	0	0	3	0	2	0	257

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL RÍO CHAMÁN

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos registrados en la línea costera del litoral de Chérrepe se indican en la Tabla 6. La mayoría de los registros cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Es importante destacar que los sólidos suspendidos totales alcanzaron a 145,50 mg/L, en la estación RCH2 no cumpliendo con lo establecido por el ECA en la categoría 4 (Conservación del Medio Acuático: Ríos). Los coliformes totales presentaron valores máximos de 24000 NMP/100mL en la bocana (estación RCH1) sobrepasando lo permitido

por el ECA de la categoría 4 (costa y sierra: <3000 NMP/100 mL).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN LA ZONA DE PACASMAYO

En Pacasmayo se evaluaron por mar y línea de playa las zonas de El Milagro, El Faro y la Ensenada,

Tabla 5.- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos por línea de playa en Chérrepe, mayo 2010

CHÉRREPE	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	19.1	A	22.0	RCH1	19.8
Oxígeno(mg/L)	6.65	RCH1	8.90	A	7.47
Potencial de Hidronio	7.83	A	8.05	E-RCH1	
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	21.00	RCH1	78.00	C	47.83
Aceites y Grasas (mg/L)	0.4255	D	0.7143	B	0.5883
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	1.06	B	2.33	A	1.84
Materia Orgánica Total (%)	0.99	E	2.84	A	1.6
Fosfato (mg/L)	0.07	C	0.128	A	0.102
Silicato (mg/L)	0.259	D	1.054	RCH1	0.504
Nitrato (mg/L)	0.104	C	0.181	B	0.142
Nitrito (mg/L)	0.007	RCH1	0.022	E	0.015
Coliformes Totales (NMP/100mL)	40	B	24000	RCH1	
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	<30	B	430	RCH1	

Tabla 6.- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la cuenca baja del río Chamán en Chérrepe, mayo 2010

RIO CHAMÁN	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	22.0	RCH1	24.4	RCH3	23.0
Oxígeno(mg/L)	5.09	RCH2	6.99	RCH3	6.24
Potencial de Hidronio	8.05	RCH1	8.22	RCH3	
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	21.00	RCH1	145.50	RCH2	79.17
Aceites y Grasas (mg/L)	0.4082	RCH2	0.7692	RCH3	0.6008
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	2.04	RCH1-RCH2	2.05	RCH3	2.04
Fosfato (mg/L)	0.047	RCH3	0.112	RCH1	0.07
Silicato (mg/L)	1.054	RCH1	2.95	RCH2	2.031
Nitrato (mg/L)	0.128	RCH2	0.612	RCH3	0.292
Nitrito (mg/L)	0.001	RCH2	0.007	RCH1	0.005
Coliformes Totales (NMP/100mL)	2400	RCH2-RCH3	24000	RCH1	
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	430	RCH1-RCH2	930	RCH3	

a su vez la evaluación se complementó con 2 estaciones hidrográficas ubicadas en la cuenca baja del Río Jequetepeque (Fig. 31).

Temperatura.- La temperatura superficial varió entre 18,5 y 19,2 °C con promedio de 18,9 °C originando una isoterma dentro de 2,4 mn del borde costero; la distribución térmica fue ascendente hacia la costa generando la isoterma de 20,5 °C frente a la desembocadura del río Jequetepeque y al sur de la ensenada (Fig. 32). En el fondo el promedio fue inferior en 0,5 °C mostrando valores homogéneos de 18,8 a 18,9 °C (Fig. 33).

Salinidad.- La distribución halina superficial presentó concentraciones entre 35,020 y 35,051 ups que originaron iso-halinas de 35,030 a 35,040 ups, disminuyendo ligeramente hacia el borde costero sobre todo frente a El Milagro y desembocadura del río Jequetepeque (Fig. 34).

En el fondo los valores aumentaron ligeramente en 0,014 ups variando de 35,039 a 35,076 ups que originaron iso-halinas de 35,040 a 35,050 ups, el valor más alto estuvo próximo a El Faro (35,060 ups) (Fig. 35), estas concentraciones fueron características de aguas costeras frías.

Corrientes marinas.- En superficie las masas de agua en su desplazamiento suroeste impactan en el borde costero de El Faro y la ensenada incrementando su intensidad emigrando hacia el noroeste, en el fondo la intensidad fue de sur a norte con valores de 3,6 a 21,2 cm/s predominando la dirección noreste para migrar con proyección norte (Figs. 36, 37).

Batimetría.- La profundidad de la zona varió de 8,0 a 18,3 m que generaron isobatas de 1 a 15 m; observándose a las isobatas de 5, 10 y 15 m más próximas al borde costero

de El Faro, influenciando en el régimen de corrientes marinas (Fig. 38).

Vientos.- Predominaron vientos del suroeste de intensidad moderada con valores de 2,8 a 6,4 m/s con un promedio de 4,4 m/s, los valores más altos se presentaron frente a El Milagro y la Ensenada (Fig. 39).

Transparencia.- Presentó visibilidad de 1 a 5 m con promedio de 2,1 m, se observó la isolínea de 1 m dentro 0,75 mn del borde costero (Fig. 40).

Oxígeno.- En superficie presentó valores entre 2,63 a 3,84 mg/L, la distribución fue creciente hacia el borde costero con iso-oxígenas de 2,75 a 3,75 mg/L, el valor más alto se ubicó entre El Milagro y El Faro.

En fondo la concentración osciló de 0,85 a 2,89 mg/L, la distribución fue similar en ambos niveles (Figs. 41, 42) estos valores indicarían

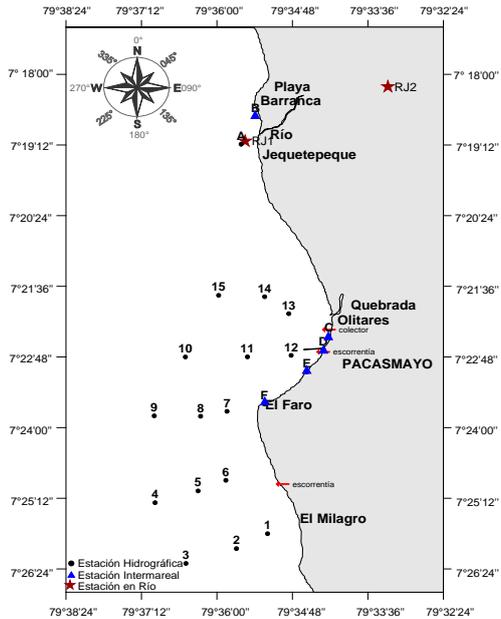


Figura 31.- Carta de posiciones en Pacasmayo, mayo 2010

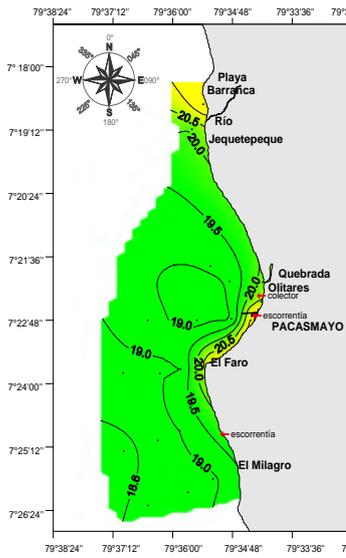


Figura 32.- Distribución T °C superficial, Pacasmayo, mayo 2010

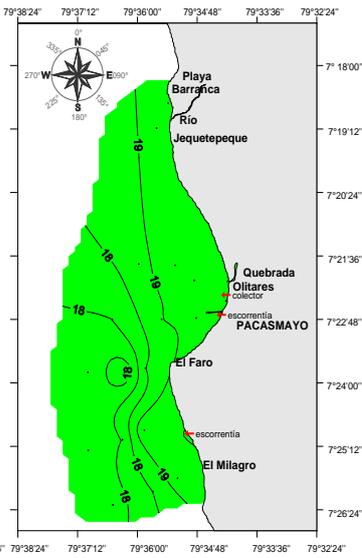


Figura 33.- Distribución T °C de fondo, Pacasmayo, mayo 2010

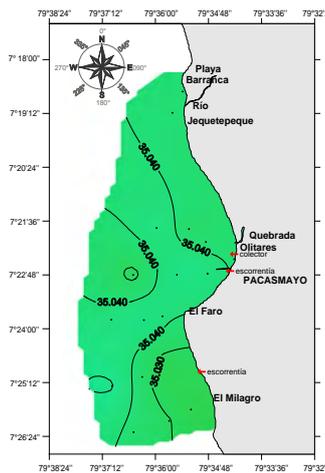


Figura 34.- Distribución halina superficial (ups), Pacasmayo, mayo 2010

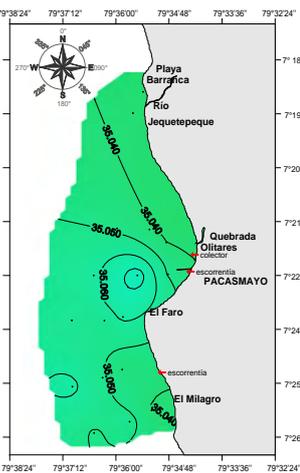


Figura 35.- Distribución halina de fondo (ups), Pacasmayo, mayo 2010

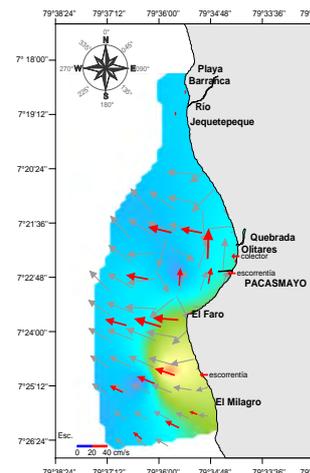


Figura 36.- Corrientes marinas superficiales (cm/s), Pacasmayo, mayo 2010

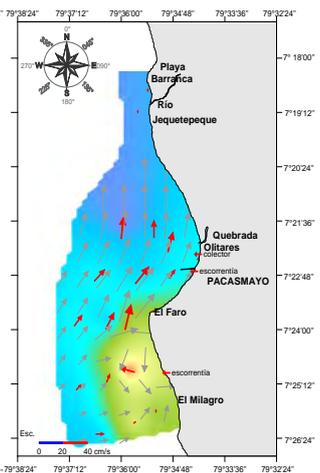


Figura 37.- Corrientes marinas del fondo (cm/s), Pacasmayo, mayo 2010

procesos de afloramiento recientes. Los valores $<4\text{mg/L}$ no cumplen con lo establecido por el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Potencial de iones hidronio (pH).- La concentración superficial de pH fue ligeramente alcalina, con valores de 7,64 a 8,03, la concentración disminuyó hacia el borde costero (Fig. 43). En el fondo la concentración disminuyó con la profundidad de 7,58 a 7,99; los menores va-

lores se ubicaron entre El Milagro y El Faro (Fig. 44).

Nutrientes.- Los fosfatos superficiales oscilaron entre 0,051 y 0,130 mg/L, promedio 0,079 mg/L. Entre El Faro y El Milagro la distribución fue decreciente hacia el borde costero con isóneas de 0,110 a 0,070 mg/L, al norte predominaron los valores de 0,070 a 0,080 mg/L (Fig. 45). En fondo la concentración varió de 0,052 a 0,116 mg/L con promedio de 0,076 mg/L, ha-

cia la costa se observó distribución ascendente con isónea de 0,070 a 0,090 mg/L, el mayor valor (0,100 mg/L) se ubicó frente a El Milagro a 2,0 mn mar afuera (Fig. 46).

Los silicatos en superficie presentaron una distribución irregular con isóneas de 0,50 a 0,20 mg/L, el valor más alto se registró a 1 mn mar afuera frente a El Faro y el valor más bajo frente a El Milagro por fuera de 1,3 mn de la costa (Fig. 47). En fondo la concentración

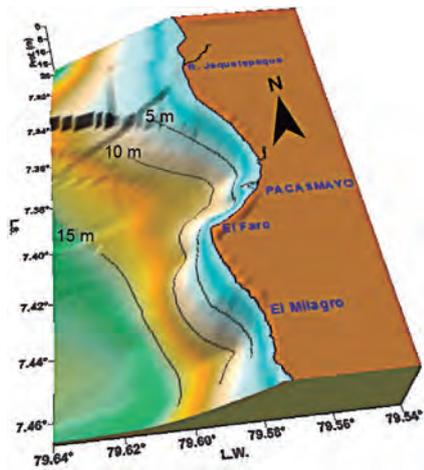


Figura 38.- Batimetría (m), Pacasmayo, mayo 2010

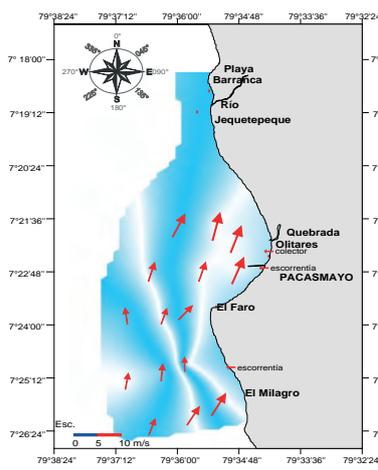


Figura 39.- Régimen de vientos (m/s), Pacasmayo, mayo 2010

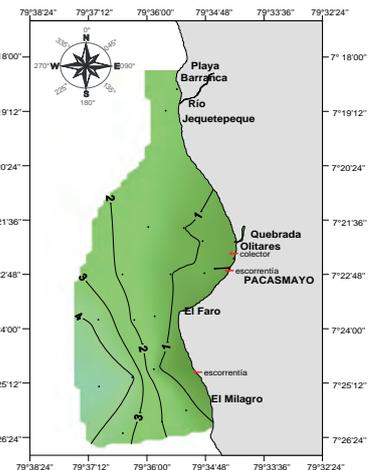


Figura 40.- Transparencia (m), Pacasmayo, mayo 2010

fue ligeramente inferior con isólicas de 0,25 a 0,45 mg/L, las concentraciones decrecen hacia el litoral de la zona norte (Fig. 48).

Los nitratos superficiales presentaron valores de 0,194 a 0,358 mg/L, promedio 0,254 mg/L (Fig. 49), observándose la isólica de 0,20 mg/L más cerca del borde costero de la ensenada dentro de 0,5 mn y un núcleo de 0,30 mg/L por fuera de las 0,5 mn (Fig. 50).

Los nitritos superficiales presentaron distribución homogénea en la ensenada con valores próximos a 0,015 mg/L, incrementándose hacia el borde costero de El Milagro con isólicas de 0,005 a 0,015 mg/L (Fig. 51). En fondo se observó distribución descendente hacia el litoral de la ensenada con isólicas de 0,020 a 0,014 mg/L, se apreció un núcleo de 0,017 mg/L próximo al borde costero entre El Faro y Pacasmayo (Fig. 52).

En general estas concentraciones no sobrepasaron el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Sólidos suspendidos totales.- Los sólidos suspendidos totales superficiales mostraron los valores máximos de 75 mg/L, entre el muelle y El Faro (Fig. 53), el valor más bajo (22,5 mg/L) se presentó en el extremo sur;

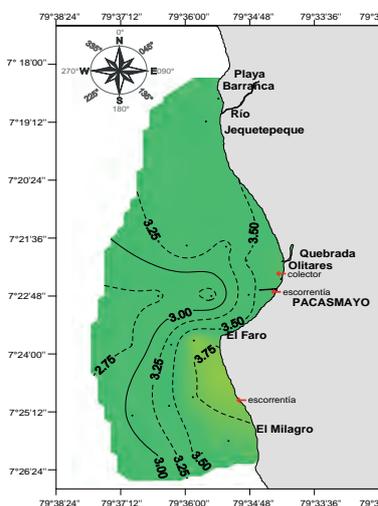


Figura 41.- Oxígeno superficial (mg/L), Pacasmayo, mayo 2010

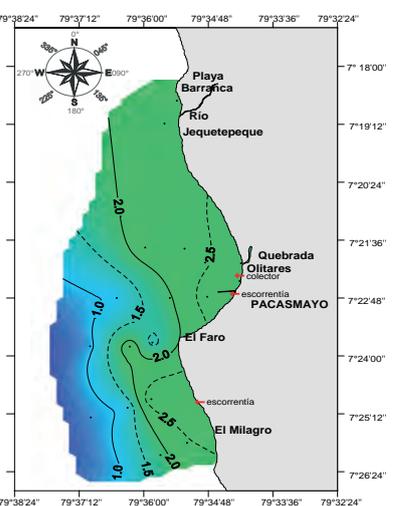


Figura 42.- Oxígeno de fondo (mg/L), Pacasmayo, mayo 2010

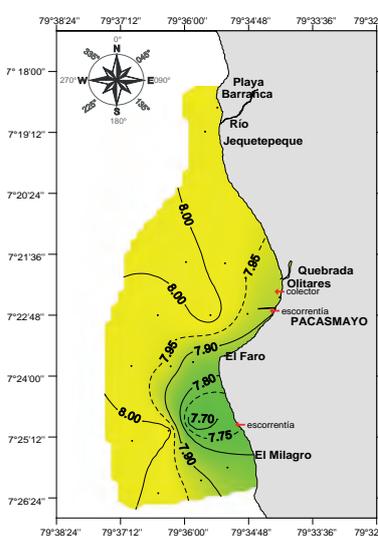


Figura 43.- pH superficial en Pacasmayo, mayo 2010

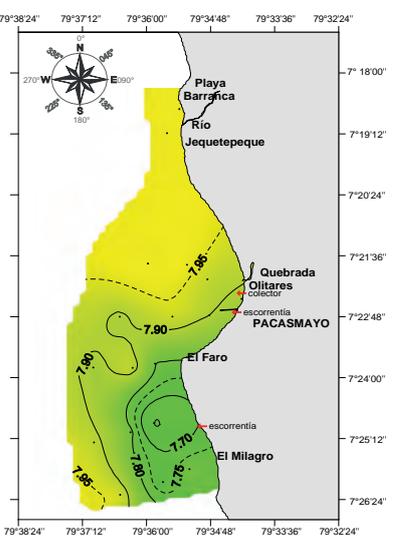


Figura 44.- pH de fondo, Pacasmayo, mayo 2010

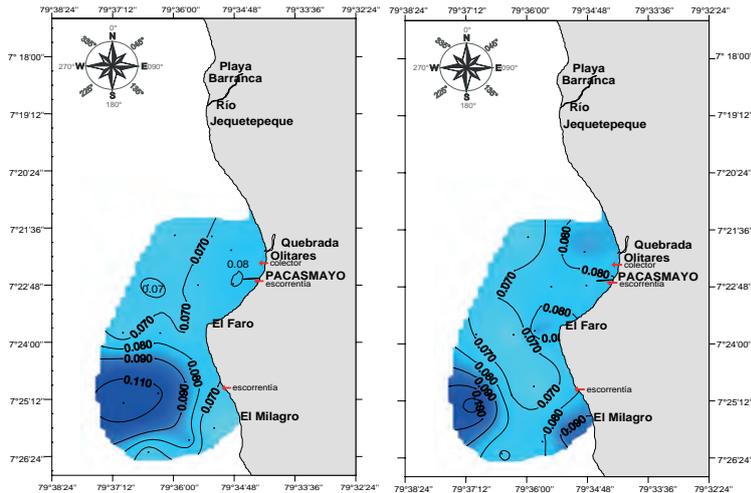


Figura 45.- Fosfato superficial (mg/L), Pacasmayo, mayo 2010

Figura 46.- Fosfato de fondo (mg/L) en Pacasmayo, mayo 2010

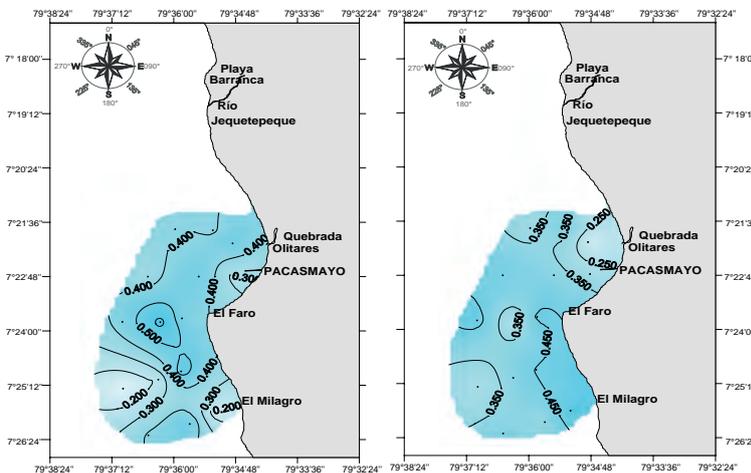


Figura 47.- Distribución de silicato superficial (mg/L) en Pacasmayo, mayo 2010

Figura 48.- Distribución de silicato de fondo (mg/L) en Pacasmayo, mayo 2010

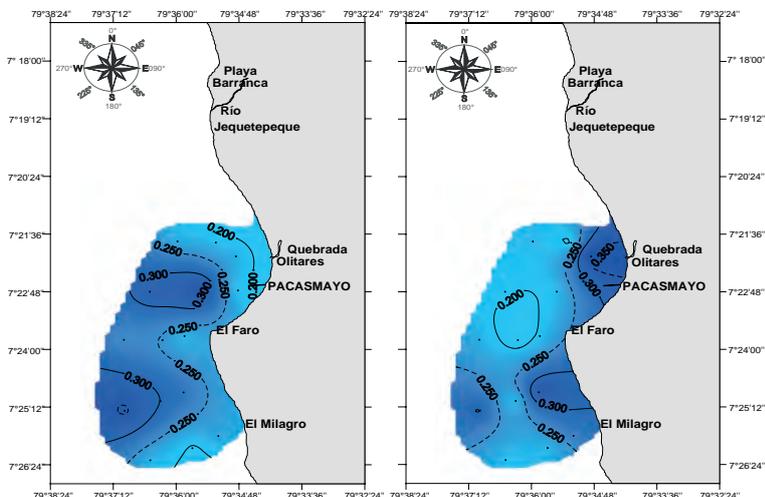


Figura 49.- Distribución de nitrato superficial (mg/L) en Pacasmayo, mayo 2010

Figura 50.- Distribución de nitrato de fondo (mg/L) en Pacasmayo, mayo 2010

los valores <30 mg/L no sobrepasaron el ECA en la categoría 2, subcategoría 3; sin embargo, no cumple con ECA en la categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático, Ecosistemas Costeros: Marinos).

Aceites y grasas.- En superficie presentaron valores de 0,000 mg/L (frente a quebrada Olitares) a 0,700 mg/L (al sur de El Faro) (Fig. 54), estos valores estuvieron acorde con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Demanda Bioquímica de Oxígeno.- En superficie varió de 2,04 mg/L (sur del muelle) a 3,11 mg/L (norte del muelle), con promedio de 2,50 mg/L, dentro de las 0,6 mn (Fig. 55). Estos valores cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Materia orgánica total (MOT).- En el sedimento marino presentó isolíneas de 4,0 a 1,0%, los valores <3% predominaron al sur y al norte se replegó a 1,2 mn del borde costero; se apreció la formación de núcleos de 4 y 5% a 1,4 mn del muelle, donde se registró color gris verdoso con textura de fango y con ligero olor a ácido sulfhídrico (Fig. 56).

Coliformes totales y Termotolerantes.- Los coliformes totales en la superficie del mar, predominaron con valores menores a 30 NMP/100 mL, a excepción del extremo norte con 430 NMP/100 mL, donde superó lo establecido en el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4 (Fig. 57). Los coliformes termotolerantes superficiales registraron valores <30 NMP/100 mL (Fig. 58), encontrándose acorde con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Plancton.- Los volúmenes de plancton presentaron valores de 0,4 a 0,9 mL/m³ con promedio de 0,7mL/m³; la comunidad fitoplanctónica estuvo conformada principalmente por diatomeas *Coccinodiscus curvatulus*, *C. centralis*, y

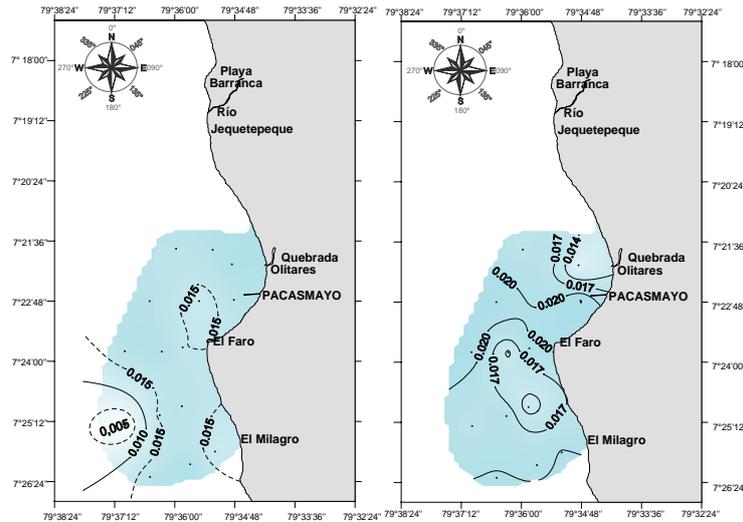


Figura 51.- Nitrito superficial (mg/L), 2010

Figura 52.- Nitrito de fondo (mg/L), 2010

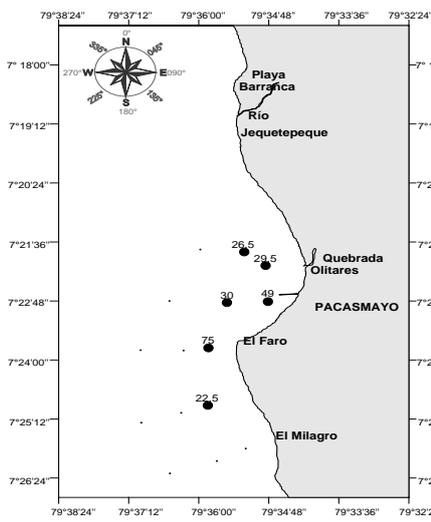


Figura 53.- Sólidos suspendidos totales superficiales (mg/L), Pacasmayo, mayo 2010

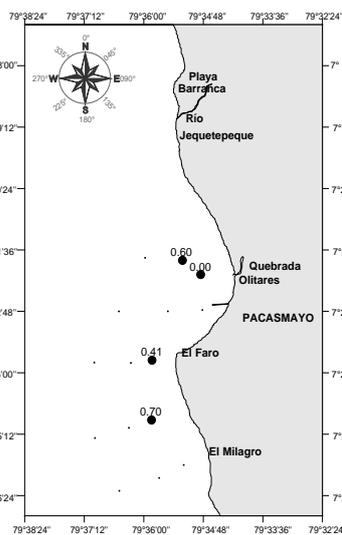


Figura 54.- Aceites y grasas superficiales (mg/L), Pacasmayo, mayo 2010

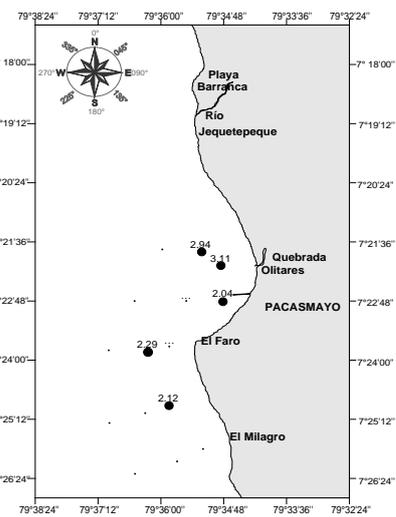


Figura 55.- DBO superficial (mg/L) en Pacasmayo, mayo 2010

Lithodesmiun undulatum, con índices de abundancia relativa de muy abundante a abundante, también se registró 4 especies de diatomeas de afloramiento con alta tasa de reproducción típicas de las primeras fases de sucesión como: *Thalassiosira rotula*, *Chaetoceros curvisetus*, *Ch. decipiens* y *Skeletonema costatum*. Se detectó la abundancia de dinoflagelados cosmopolitas *Ceratium furca*, *C. fusus*, *C. tripus* y *Protoperdinium depressum*, asociados a temperaturas superficiales de 17,8 °C a 19,1 °C (Tabla 7).

Zooplankton.- Los grupos mayormente representados fueron copépodos, larvas de bivalvos, menor ocurrencia presentaron gasterópodos y huevos y larvas de peces. Las familias Sciaenidae y Engraulidae estuvieron presentes como huevos, y la familia Sciaenidae como larvas. Las larvas de concha de abanico destacaron en moluscos bivalvos (Tabla 8).

Bentos.- Se registraron 11 especies distribuidas en 5 grupos taxonómicos, de las cuales 6 correspondieron a poliquetos, 2 a moluscos, 1 a crus-

táceo, 1 lofoforado y 1 nemertino. El grupo taxonómico con la mayor representatividad en abundancia fue poliquetos (45,1%).

Las especies dominantes en términos de densidad estuvieron representadas por *Mulinia* sp. con 1394 ind.m⁻² seguido de *Phoronis* con 806 ind.m⁻².

El grupo taxonómico que presentó la mayor densidad fue moluscos con 1394 ind.m⁻² y la menor densidad fue presentada por el gasterópodo *Nassarius wilsoni* con 54 ind.m⁻² (Tabla 9).

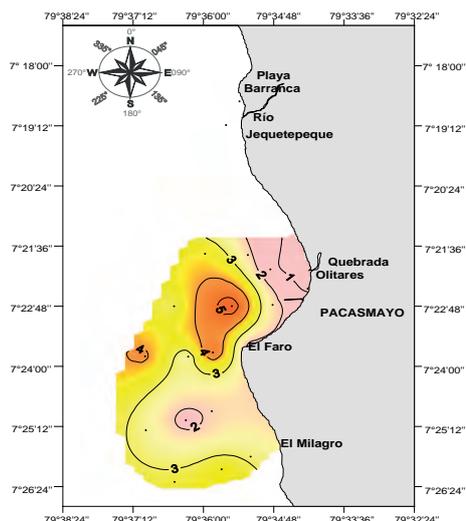


Figura 56.- Distribución de MOT (%) en Pacasmayo, mayo 2010

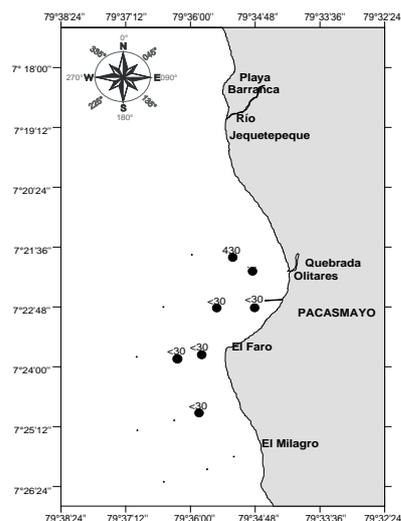


Figura 57.- Coliformes totales superf. (NMP/100mL), Pacasmayo, mayo 2010

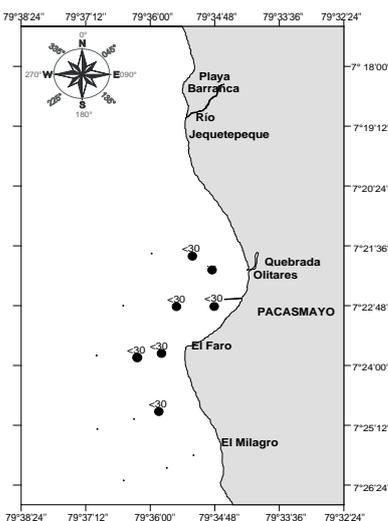


Figura 58.- Coliformes termotolerantes superf. (NMP/100mL) Pacasmayo, mayo 2010

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad fue 1,995 bits/ind; y la riqueza específica estuvo conformada por 11 especies (Tabla 10).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS POR PLAYA DE LA ZONA DE PACASMAYO

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos registrados por playas de la zona de Pacasmayo se indican en la Tabla 11. Algunos de los registros cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Los sólidos suspendidos totales presentaron promedio 42,07 mg/L, el valor más alto fue en la estación A ubicada a 100 m al sur de La Bocana. Todas las estaciones, excepto la RJ1 (7 mg/L), superan el ECA en la categoría 4; sin embargo están acorde con la categoría 2, subcategoría 3.

Los fosfatos variaron entre 0,030 y 0,135 mg/L sobrepasando el ECA y estuvieron relacionados con los aportes continentales. Los silicatos presentaron los valores más altos 1,025 y 1,337 mg/L que se ubicaron al norte de la desembocadura del río Jequetepeque

Tabla 7.- Comunidad fitoplanctónica en Pacasmayo, mayo 2010

Zona	Pacasmayo		
Estaciones	1	9	15
Volumen (mL)	0,7	0,4	0,9
DIATOMEAS			
<i>Coscinodiscus curvatus</i>	4	4	4
<i>Coscinodiscus centralis</i>	4	4	4
<i>Coscinodiscus gigas</i>	3	3	2
<i>Coscinodiscus granii</i>	3	2	2
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	2	2	2
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1	0	0
<i>Chaetoceros decipiens</i>	0	1	0
<i>Ditylum brightwellii</i>	0	1	0
<i>Guinardia flacida</i>	0	1	1
<i>Lithodesmium undulatum</i>	2	1	1
<i>Pseudonitzschia c.f.pungens</i>	1	0	1
<i>Pleurosigma angulatum</i>	1	1	1
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	0	0	1
<i>Skeletonema costatum</i>	1	0	1
<i>Stephanopyxis turris</i>	1	0	0
<i>Thalassiosira rotula</i>	0	0	1
<i>Thalassionema</i>	1	1	0
DINOFLAGELADOS			
<i>Ceratium furca</i>	2	2	2
<i>Ceratium fusus</i>	3	2	2
<i>Ceratium horridum</i>	0	1	0
<i>Ceratium tripos</i>	3	2	2
<i>Ceratium dens</i>	1	0	0
<i>Dinophysis caudata</i>	2	0	0
<i>Dinophysis fortii</i>	0	0	1
<i>Protoperidinium conicum</i>	1	2	1
<i>Protoperidinium depressum</i>	2	3	3
SILICOFLAGELADOS			
<i>Dictyocha fibula</i>	1	0	0

Tabla 8.- Composición del zooplancton en la zona de Pacasmayo, mayo 2010

Zona	Estaciones	L. B.	L.C.A	Gasterópodos	Copépodos	Huevo de peces		Larva de peces		Apendicularia	Tintinidos	Balanus
						Engraulidae	Scianidae	Engraulidae	Scianidae			
Pacasmayo	1	35	0	2	2963	0	0	0	0	5	0	45
	3	5	0	2	1125	5	2	0	1	0	0	12
	7	16	3	3	748	0	0	0	1	0	1	15
	9	87	26	18	1684	0	0	0	0	12	0	29
	13	12	3	2	2322	0	0	0	0	0	0	16
	15	6	0	1	1376	6	2	0	0	0	0	18

(Estación A) y del muelle (Estación D), sobrepasando el ECA.

Los nitratos presentaron los valores de 0,194 mg/L (estación A) a 0,386 mg/L (estación B), los valores mayores a 0,28 mg/L sobrepasan el estándar nacional. Los nitritos presentaron valor promedio de 0,013 mg/L, evidenciándose: influencia del río Jequetepeque, escorrentía agrícola y aguas servidas, sobrepasando el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Los coliformes totales variaron de 150 a 24000 NMP/100 mL, apreciándose los más altos valores en todas las estaciones ubicadas en la ensenada; los coliformes termotolerantes fluctuaron entre <30 y 2400 NMP/100 mL, observándose que excepto en la estación A, estos valores superan el ECA en las categorías 2 y 4. En consecuencia, en la ensenada es evidente una fuerte contaminación de origen fecal.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL RÍO JEQUETEPEQUE

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos registrados en el río Jequetepeque, se indican en la Tabla 12. La totalidad de los registros cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría- 4.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN LA ZONA DE MALABRIGO

El área estudiada en Malabrigo comprendió desde la ensenada

Tabla 9.- Biomasa de especies del bentos en Pacasmayo, mayo 2010

Grupo	Especie	Ind/m ²	%
Molusco	<i>Mulinia sp.</i>	1394	31,2
Molusco	<i>Nasarius wilsoni</i>	54	1,2
Crustáceo	<i>Pinixia sp.</i>	74	1,7
Lofoforado	<i>Phoronis</i>	806	18,0
Poliqueto	<i>Onophidae</i>	248	5,6
Poliqueto	<i>Magelona</i>	266	6,0
Poliqueto	<i>Orbinidae</i>	690	15,5
Poliqueto	<i>Flagelligeridae</i>	454	10,2
Poliqueto	<i>Syllidae</i>	240	5,4
Poliqueto	<i>Halosigna</i>	114	2,6
Nemertina	<i>Nemertino</i>	126	2,8
Total		4466	100,0

Tabla 10.- Índices de la estructura comunitaria del bentos, de Pacasmayo, mayo 2010

Zona	Pacasmayo
S	11
N	4466
Índice Margalef	1,19
Equidad Pielou	0,8318
Diversidad Shannon	1 995
Dominancia Simpson	0,8246

hasta La Punta dentro de las 2,4 mn del borde costero. La profundidad varió de 6 a 21 m. En esa zona existe una importante industria pesquera (Fig. 59).

Temperatura.- Superficialmente varió de 17,9 °C (estación 1 y 8) a 18,7 °C (estación 6), con promedio 18,4 °C, originando isoterma de 18,0 y 18,6 °C, observándose un incremento de la temperatura hacia el borde costero (Fig. 60); en el fondo la temperatura

fue ligeramente inferior, con isoterma de 16,8 a 18,4 °C, presentando distribución ascendente hacia el borde costero (Fig. 61).

Salinidad.- La salinidad superficial varió de 35,021 ups (estación 7) a 35,067 ups (estación 11) originando iso-halinas de 34,030 a 35,060 ups (Fig. 62).

La salinidad de fondo varió de 34,032 a 35,086 ups, promedio

Tabla 11.- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos por línea de playa, Pacasmayo, mayo 2010

PACASMAYO	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	20.0	A	23.5	RJ1	21.3
Oxígeno(mg/L)	7.05	D	8.63	RJ1	7.49
Potencial de Hidronio	7.47	RJ1	8.08	F	
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	7.00	RJ1	63.00	A	42.07
Aceites y Grasas (mg/L)	0.0000	E	0.7071	C	0.2518
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	3.43	C	5.39	B	4.58
Materia Orgánica Total (%)	0.68	C	1.83	E	1.32
Fosfato (mg/L)	0.03	B	0.135	D	0.089
Silicato (mg/L)	0.448	B	1.337	A	0.686
Nitrato (mg/L)	0.194	A	0.386	B	0.257
Nitrito (mg/L)	0.003	B	0.019	D	0.013
Coliformes Totales (NMP/100mL)	150	B	2400	C-D-E	
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	<30	A	2400	C-D-E	

Tabla 12.- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la cuenca baja del río Jequetepeque, Pacasmayo, mayo 2010

RIO JEQUETEPEQUE	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	23,5	RJ1	24,5	RJ2	24,0
Oxígeno(mg/L)	7,99	RJ2	8,63	RJ1	8,31
Potencial de Hidronio	8,34	RJ2	8,47	RJ1	
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	76,50	RJ1	98,00	RJ2	87,25
Aceites y Grasas (mg/L)	0,1000	RJ1	0,1000	RJ1	0,1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	2,45	RJ2	4,90	RJ1	3,68
Fosfato (mg/L)	0,019	RJ2	0,035	RJ1	0,027
Silicato (mg/L)	0,504	RJ1	1,731	RJ2	1,117
Nitrato (mg/L)	0,269	RJ1	0,28	RJ2	0,274
Nitrito (mg/L)	0,004	RJ2	0,005	RJ1	0,004

35,049 ups, los más altos valores se encontraron frente a La Punta con núcleos de 35,060 y 35,070 ups (Fig. 63). La concentración salina fue propia de Aguas Costeras Frías.

Corrientes marinas.- La circulación marina fue más intensa en superficie oscilando entre 4,6 y 32,5 cm/s, mientras que en el fondo varió de 2,2 a 24,1 cm/s (Figs. 64, 65).

Batimetría.- La profundidad varió de 12,1 a 21,0 m generando isobatas de 5 a 20 m, las que se encontraron más próximas al borde costero de El Faro, el fondo marino en la ensenada presenta pendiente suave comparada con El Faro (Fig. 66).

Vientos.- Predominaron vientos del suroeste, intensificándose de sur a norte en un rango de 0,7 a 8,9 m/s. Cabe destacar la relación directa encontrada con la intensidad

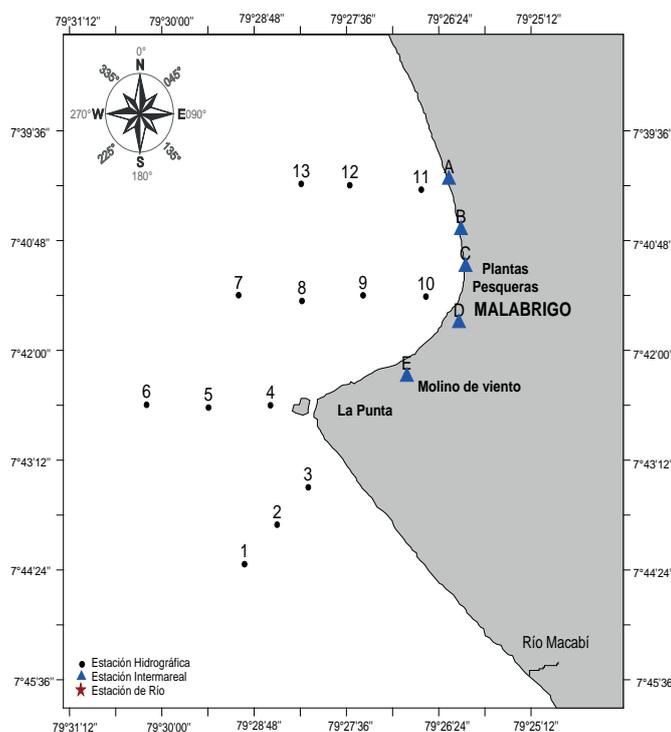


Figura 59.- Carta de posiciones en Malabrigo, abril 2010

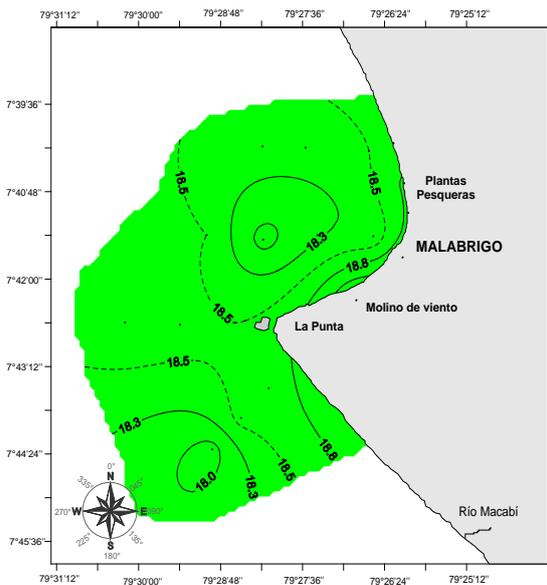


Figura 60.- Temperatura superficial, Malabrigo, abril 2010

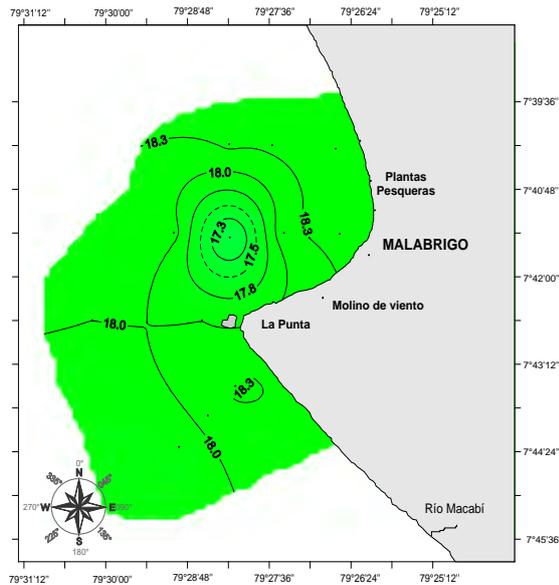


Figura 61.- Temperatura fondo, Malabrigo, abril 2010

de las corrientes en el nivel superficial (Fig. 67).

Transparencia.- Presentó visibilidades de 1,0 a 9,5 m de profundidad. La visibilidad disminuyó hacia el litoral marino costero (Fig. 68).

Oxígeno.- El oxígeno disuelto superficial varió entre 2,11 y 3,57 mg/L, originando iso-oxígenas de 2,50 mg/L a 2 mn mar afuera y 3,50 mg/L próximo al litoral marino costero de la ensenada (Fig. 69). El oxígeno en fondo varió entre 0,94 y 2,57 mg/L, con mayores concentraciones cerca del borde costero (Fig. 70). Todas las estaciones presentaron concentraciones menores a 3 mg/L por lo cual no cumplen con lo establecido por el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4; sin embargo, estos valores indicarían procesos de surgencia recientes.

Potencial de iones hidronio (pH).- La concentración superficial fue ligeramente alcalina, osciló entre 7,83 y 8,09 observándose un núcleo de 8,05 a 1 mn mar afuera frente a la Punta (Fig. 71). En el fondo la concentración de pH decreció con la profundidad con valores de 7,47 a 8,02, los más bajos valores se ubi-

caron en la zona sur asociada a los niveles de oxígeno (Fig. 72).

Nutrientes.- Los fosfatos superficiales variaron de 0,020 a 0,127 mg/L con promedio 0,067 mg/L, se presentaron isóneas de 0,110 a 0,700 mg/L (Fig. 73). En el fondo se observó tres núcleos de 0,03 mg/L, a 1 mn del borde costero, mientras que la mayor concentración de 0,90 mg/L se ubicó entre el molino de viento y las plantas pesqueras, a 0,30 mn fuera; así como en la zona norte a 1,6 mn mar afuera (Fig. 74); los valores mayores a 0,093 mg/L sobrepasan lo establecido en el ECA.

Los silicatos superficiales, presentaron la isónea de 0,30 mg/L y núcleos de 0,45 y 0,15 mg/L frente a la ensenada y la Punta (Fig. 75). En el fondo la concentración tuvo una distribución ascendente hacia el borde costero con isóneas de 0,15 a 0,45 mg/L (Fig. 76). Estas concentraciones sobrepasaron el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Los nitratos superficiales presentaron distribución creciente hacia la zona central con un núcleo de 0,380 mg/L (Fig. 77). Se apreció que en el fondo la concentración fue li-

geramente superior, predominando una distribución creciente mar afuera con isóneas 0,30 y 0,40 mg/L (Fig. 78). En general estos valores sobrepasan el ECA.

Los nitritos en superficie presentaron su valor más alto (0,150 mg/L) frente a la ensenada, mientras que se observó un núcleo de 0,005 mg/L frente a la Punta (Fig. 79); en el fondo se observó una distribución creciente hacia el litoral marino costero con isóneas de 0,005 a 0,015 mg/L (Fig. 80).

Sólidos suspendidos totales.- La concentración superficial varió de 2,83 a 65,50 mg/L con promedio 33,69 mg/L (Fig. 81), los valores mayores a 30 mg/L se apreciaron hasta 0,8 mn mar afuera, sobrepasando el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Aceites y Grasas.- Los valores superficiales oscilaron entre 0,000 y 0,9000 mg/L, con promedio 0,4352 mg/L (Fig. 82). Estos valores estuvieron acorde con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).- En superficie presentó valores entre 2,12 y 3,11 mg/L, con

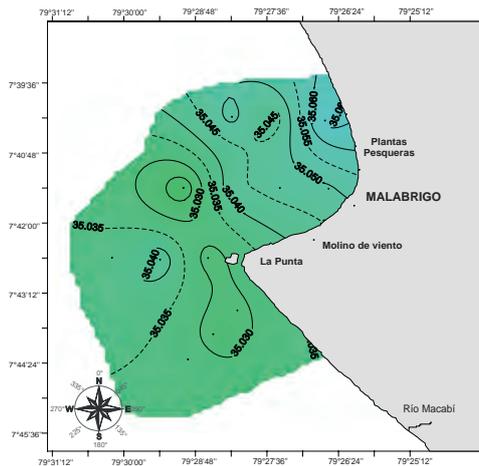


Figura 62.- Salinidad (ups), Malabrigo, abril 2010

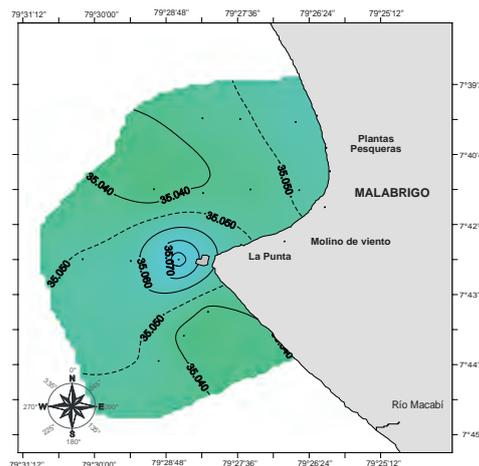


Figura 63.- Salinidad de fondo (ups) Malabrigo, abril 2010

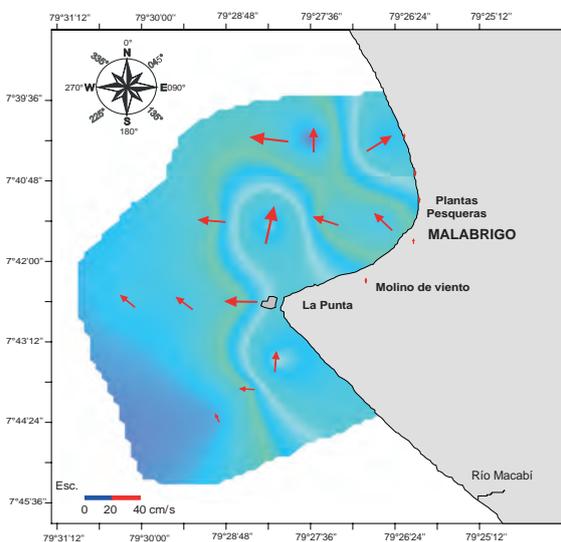


Figura 64.- Corrientes superficiales (cm/s), Malabrigo, abril 2010

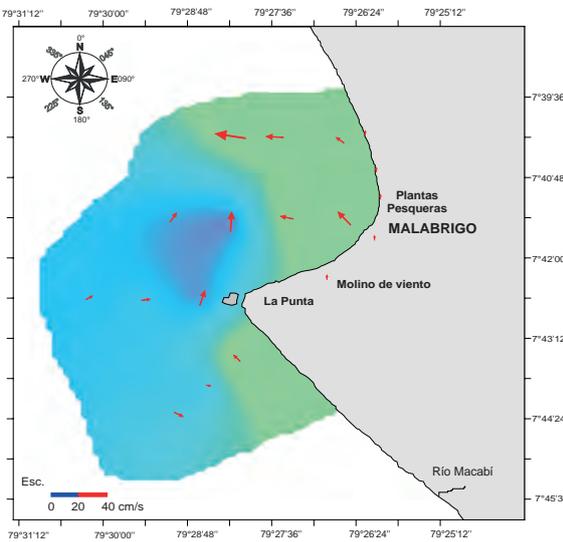


Figura 65.- Corrientes de fondo (cm/s), Malabrigo, abril 2010

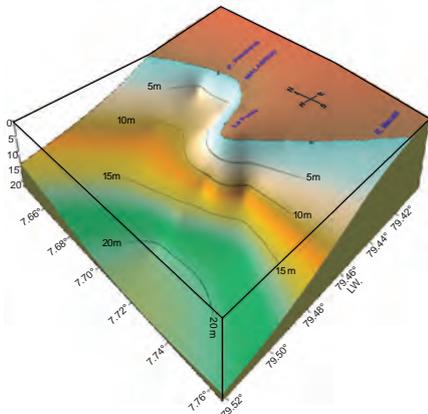


Figura 66.- Batimetría (m), Malabrigo, abril 2010

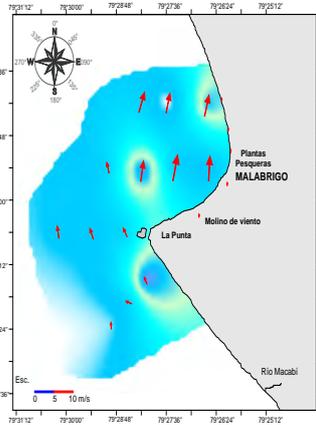


Figura 67.- Vientos (m/s), Malabrigo, abril 2010

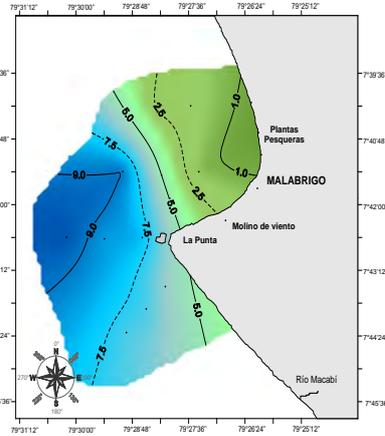


Figura 68.- Transparencia (m), Malabrigo, abril 2010

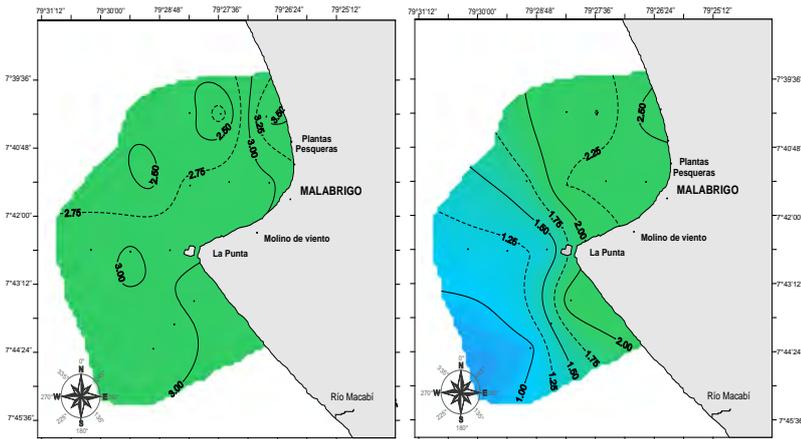


Figura 69.- Oxígeno superficial (mg/L), Malabrigo, abril 2010

Figura 70.- Oxígeno fondo (mg/L), Malabrigo, abril 2010

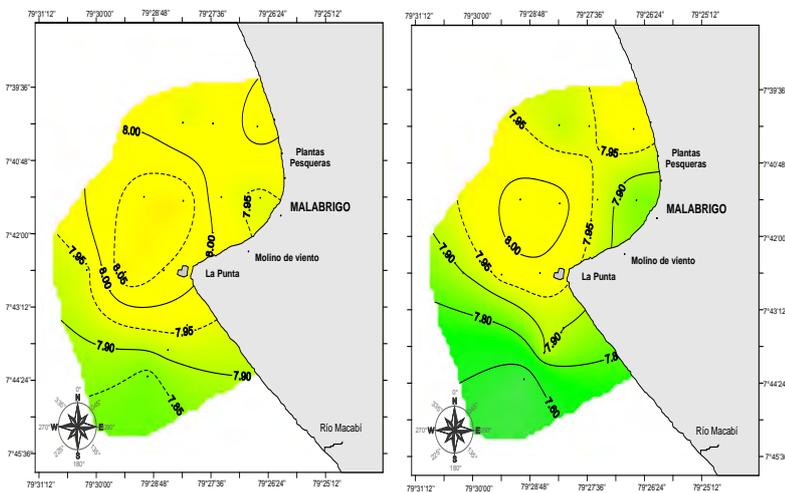


Figura 71.- pH superficial, Malabrigo, abril 2010

Figura 72.- pH fondo, Malabrigo, abril 2010

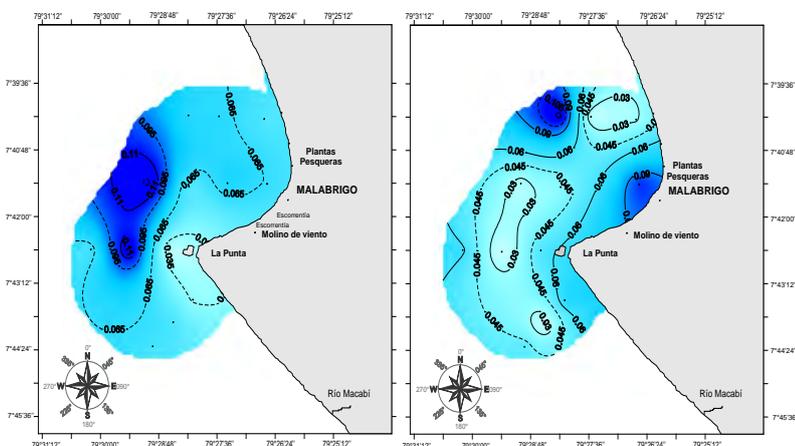


Figura 73.- Fosfato superficial (mg/L), Malabrigo, abril 2010

Figura 74.- Fosfato de fondo (mg/L), Malabrigo, abril 2010

promedio de 2,43 mg/L, apreciándose el valor más alto dentro de 0,5 mn en el extremo norte (Fig. 83) estos valores cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Materia Orgánica Total (MOT).- En el sedimento marino predominaron valores <3%, los valores >3% se ubicaron a 1 mn mar afuera del borde costero de la ensenada donde predominaron colores de gris a verdoso, con textura de fango limoso y olor a ácido sulfhídrico de intensidad moderado a fuerte (Fig. 84).

Coliformes totales y Termotolerantes.- La concentración superficial se registró en valores menores de 30 NMP/100 mL (Figs. 85, 86) y no sobrepasaron el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 ni en la categoría 4.

Plancton.- Los volúmenes de plancton presentaron valores de 0,3 mL/m³ a 0,8 mL/m³, con promedio 0,53 mL/m³. El fitoplancton estuvo conformado por diatomeas *Coscinodiscus curvatulus*, *C. centralis*, y *Lithodesmiun undulatum*, con índice de abundancia relativa de muy abundante a abundante; se encontró diatomeas de afloramiento con alta tasa de reproducción típicas de las primeras fases de sucesión como: *Thalassiosira rotula*, *Chaetoceros curviretus*, *Ch. decipiens*, *Ch. lorenzianus* y *Skeletonema costatum*. Se hizo evidente la abundancia de dinoflagelados cosmopolitas: *Ceratium furca*, *C. fusus*, *C. tripus*, y *Protoperidinium depressum*, asociados a temperaturas superficiales de 17,8 °C a 18,7 °C (Tabla. 13).

Zooplancton.- Los grupos mayormente representados fueron los copépodos, larvas de bivalvos, y balanus, menor ocurrencia presentaron gasterópodos, apendicularia y huevos de peces.

La familia Sciaenidae y Engraulidae estuvieron representados por huevos, mientras que los bivalvos estuvieron representados por las larvas de concha de abanico (Tabla 14).

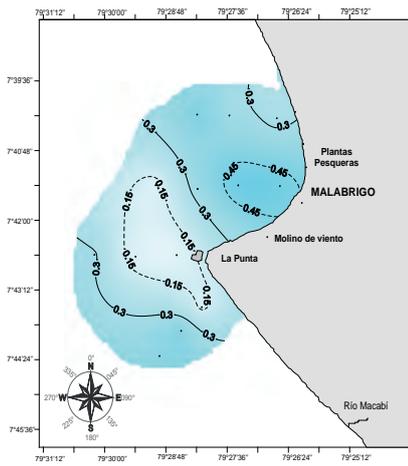


Figura 75.- Silicato superficial (mg/L), Malabrigo, abril 2010

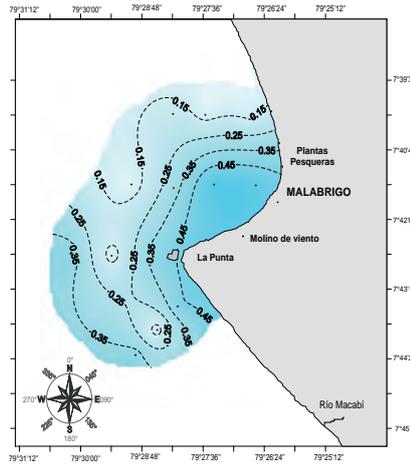


Figura 76.- Silicato de fondo (mg/L), Malabrigo, abril 2010

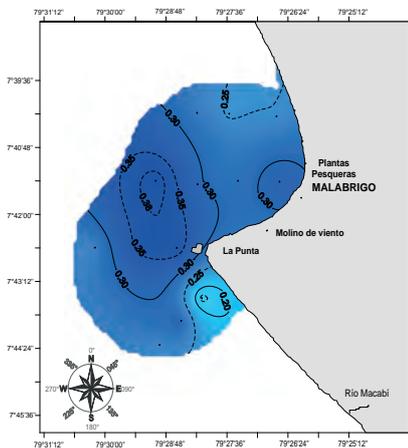


Figura 77.- Nitrato superficial (mg/L), Malabrigo, abril 2010

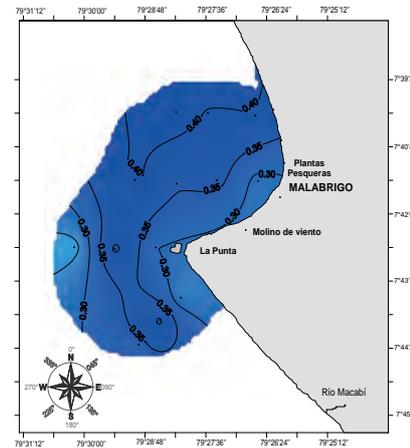


Figura 78.- Nitrato de fondo (mg/L), Malabrigo, abril 2010

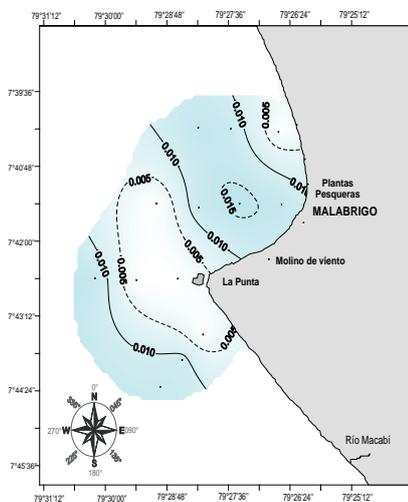


Figura 79.- Nitrito superficial (mg/L), Malabrigo, abril 2010

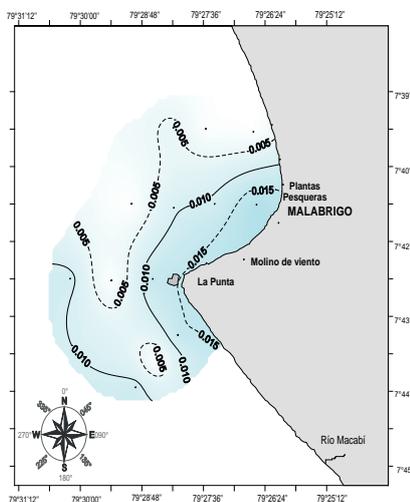


Figura 80.- Nitrito fondo (mg/L), Malabrigo, abril 2010

Bentos.- Se registraron 9 especies distribuidas en 4 grupos taxonómicos, de las cuales 5 especies correspondieron a poliquetos, 2 especies a moluscos, 1 crustáceo y 1 lofoforado. La mayor representatividad en abundancia lo tuvieron los moluscos con 60,6%.

La dominancia por densidad lo tuvieron *Mulinia* sp. con 4682 ind.m⁻² y *Phoronis* con 1528 ind.m⁻².

La mayor densidad la tuvieron los moluscos con 4682 ind.m⁻² y la menor densidad fue presentada por los crustáceos con 66 ind.m⁻² (Tabla 15).

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad fue 1,311 bits/ind y la riqueza específica estuvo conformada por 9 especies (Tabla 16).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS POR PLAYA DE LA ZONA DE MALABRIGO

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos registrados por playas de la zona de Malabrigo se indican en la Tabla 17. Algunos de los registros cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Los sólidos suspendidos totales variaron de 61 a 76 mg/L, con promedio de 70,70 mg/L, sobrepasando el ECA en la categoría 4, solamente las estaciones B y D sobrepasaron en la categoría 2, subcategoría 3. Los fosfatos variaron de 0,115 a 0,155 mg/L, con promedio 0,135 mg/L, superando lo permitido por el ECA. Los coliformes totales y termotolerantes variaron entre <30,0 a 2400 NMP/100 mL, en todas las estaciones, excepto frente al molino de viento (Estación E), sobrepasaron el ECA en las categorías 2 y 4.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN LA ZONA DE MAGDALENA DE CAO

En Magdalena de Cao se evaluó por mar y línea de playa, en esta

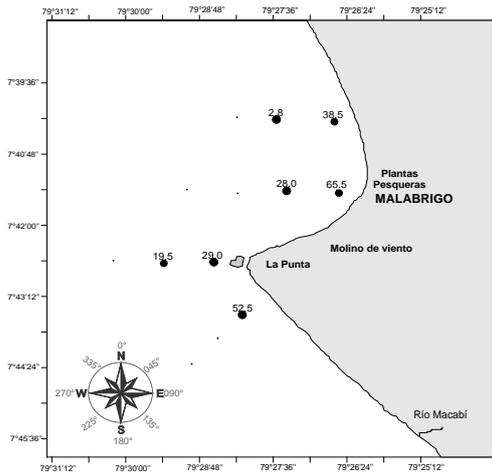


Figura 81.- Sólidos suspendidos totales superficiales (mg/L), abril 2010

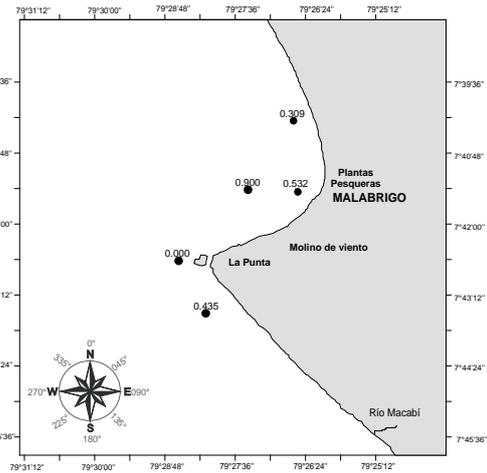


Figura 82.- Sólidos suspendidos totales superficiales (mg/L), abril del 2010

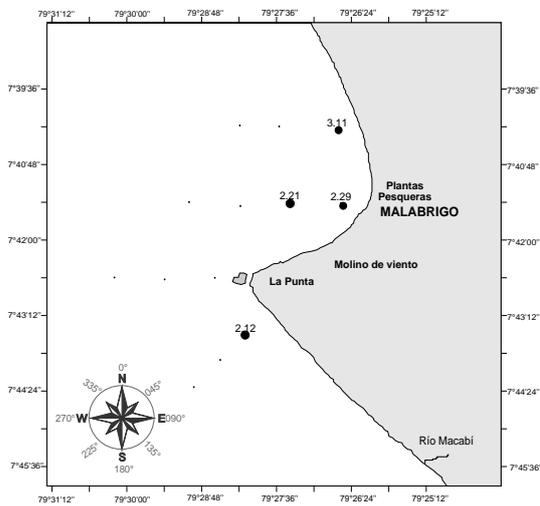


Figura 83.- DBO superficial (mg/L), Malabrido, abril 2010

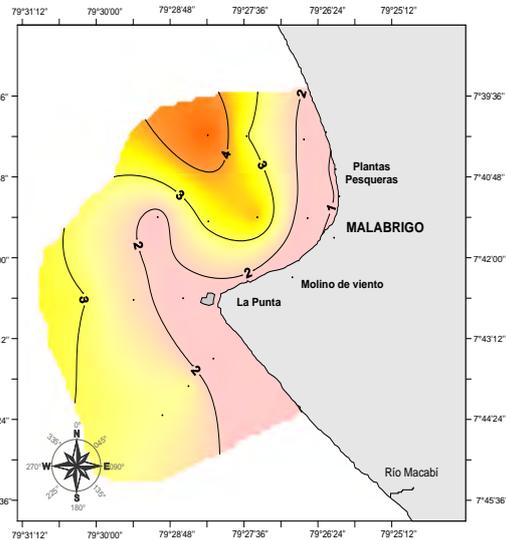


Figura 84.- Distribución de MOT (%), Malabrido, abril 2010

zona se ubica la Playa el Charco, la Papelera Trupal, desembocadura del río Chicama y la caleta El Brujo. Para complementar la información se realizaron 2 estaciones hidrográficas en la cuenca baja del río Chicama (Fig. 87).

Temperatura.- Superficialmente varió entre 18,4 a 18,9 °C con promedio de 18,7 °C, la distribución térmica fue ascendente hacia la costa central generando la isoterma de 20 °C frente a la desembocadura del río Chicama (Fig. 88). En el fondo la distribución térmica fue similar, pero el promedio fue

inferior en 1,2 °C mostrando valores homogéneos de 17,4 a 17,6 °C (Fig. 89).

Salinidad.- La distribución halina superficial presentó concentraciones entre 35,826 y 35,033 ups que originaron iso-halinas de 34,880 a 35,020 ups, disminuyendo ligeramente hacia el borde costero frente a la desembocadura del río Chicama y Papelera Trupal (Fig. 90). En el fondo la distribución halina aumentó ligeramente en 0,051 ups variando de 35,039 a 35,076 ups, la distribución aumentó mar afuera con iso-halinas 35,045 a 35,065 ups

(Fig. 91), estas concentraciones fueron características de Aguas Costeras Frías.

Corrientes marinas.- En superficie la intensidad osciló entre 8,2 a 34,0 cm/s con promedio 17,7 cm/s, se observó que las masas de agua en su desplazamiento de la zona suroeste, presentaron proyección noroeste. En fondo la intensidad decreció con valores de 1,7 a 9,3 cm/s, observándose en la zona norte direcciones encontradas (Figs. 92, 93).

Batimetría.- La profundidad de la zona varió de 10,5 a 15,0 m, con

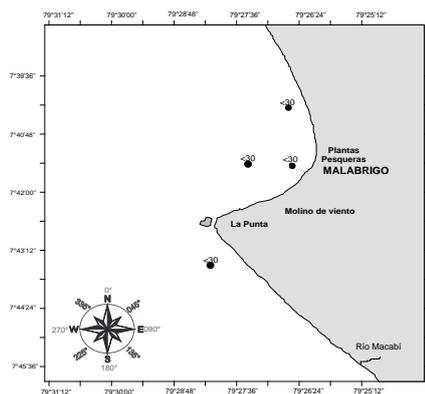


Figura 85.- Coliformes totales superficiales (NMP/100 mL), Malabrigo, abril 2010

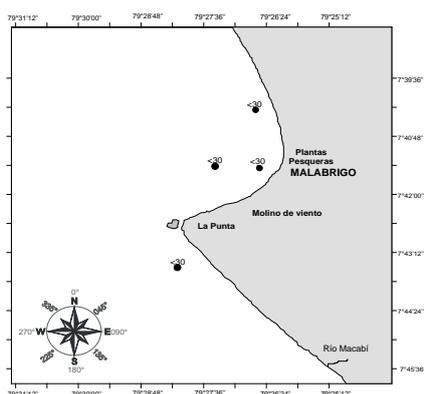


Figura 86.- Coliformes termotolerantes superficiales (NMP/100mL), Malabrigo, abril 2010

Tabla 13.- Comunidad fitoplanctónica en Malabrigo, abril 2010

Zona	Malabrigo		
Estaciones	1	7	13
Volumen (mL)	0,3	0,8	0,5
DIATOMEAS			
<i>Coscinodiscus curvatus</i>	4	4	4
<i>Coscinodiscus centralis</i>	4	4	3
<i>Coscinodiscus gigas</i>	3	2	2
<i>Coscinodiscus granii</i>	2	2	2
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	2	2	2
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1	0	1
<i>Chaetoceros decipiens</i>	1	0	1
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	1	1
<i>Detonula cystifera</i>	0	0	1
<i>Ditylum brightwellii</i>	0	1	1
<i>Lithodesmium undulatum</i>	2	2	2
<i>Pseudonitzschia c.f.pungens</i>	1	0	0
<i>Pleurosigma angulatum</i>	1	0	0
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	1	1	0
<i>Skeletonema costatum</i>	1	0	0
<i>Stephanopyxis turris</i>	1	0	0
<i>Thalassiosira rotula</i>	1	0	1
<i>Thalassionema</i>	1	0	1
DINOFLAGELADOS			
<i>Ceratium furca</i>	3	3	3
<i>Ceratium fusus</i>	2	3	3
<i>Ceratium horridum</i>	0	0	0
<i>Ceratium tripos</i>	2	2	3
<i>Ceratium dens</i>	1	0	1
<i>Dinophysis caudata</i>	1	0	1
<i>Dinophysis fortii</i>	0	0	1
<i>Protoperdinium conicum</i>	1	0	1
<i>Protoperdinium depressum</i>	2	2	2

Tabla 14.- Composición zooplanctónica en Malabrigo, abril 2010

Zona	Estaciones	L. B.	L.C.A	Gasterópodos	Copépodos	Huevo de peces		Larva de peces		Apendicularia	Tintinidos	Balanus
						Engraulidae	Scianidae	Engraulidae	Scianidae			
Malabrigo	1	5	1	2	831	2	1	0	0	0	0	8
	3	2	0	1	976	0	0	0	8	0	0	1
	7	16	1	2	546	0	0	0	0	0	0	5
	10	28	0	12	1581	2	0	0	0	0	0	17
	11	3	0	2	2633	2	1	0	0	3	0	59
	13	11	0	8	1911	1	1	0	0	4	2	87

isobatas paralelas al borde costero en un rango de 5,0 a 19,0 m (Fig. 94).

Vientos.- Predominaron vientos del suroeste a oeste de intensidad leve con valores de 2,5 a 4,2 m/s con promedio 3,5 m/s (Fig. 95).

Transparencia.- La visibilidad varió de 1 a 4,5 m con promedio 1,9 m; el valor más alto se encontró a 2,4 mn mar afuera frente a El Brujo, los valores más bajos se ubicaron a 0,5 mn del borde costero (Fig. 96).

Oxígeno.- Superficialmente presentó los valores más altos cerca del borde costero, con isolinia de 4,50 mg/L frente a la playa El Charco, mientras que el valor más bajo con isolinia de 2,8 mg/L se extendió hasta 2,4 mn frente a la Caleta El Brujo (Fig. 97). En fondo la concentración varió en un rango de 0,09 a 3,62 mg/L (Fig. 98). Los valores <math><4</math> mg/L no cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4; sin embargo, estos valores indicarían procesos de afloramiento recientes.

El Potencial de hidronio (pH).- La concentración superficial fue ligeramente alcalina con valores de 7,81 a 8,10 (Fig. 99). En fondo la concentración disminuye con valores de 7,58 a 7,99; los valores más bajos se ubicaron frente a la playa El Charco (Fig.100).

Nutrientes.- Los fosfatos superficiales oscilaron entre 0,017 y 0,212 mg/L, con promedio 0,096 mg/L,

Tabla 15.- Biomasa de especies del bentos, Malabrigo, abril 2010

		Ind/m ²	%
Molusco	<i>Mulinia sp.</i>	4682	59,2
Molusco	<i>Nasarius wilsoni</i>	114	1,4
Crustáceo	<i>Pinixia sp.</i>	66	0,8
Lofoforado	<i>Phoronis</i>	1528	19,3
Poliqueto	<i>Onophidae</i>	160	2,0
Poliqueto	<i>Orbinidae</i>	194	2,5
Poliqueto	<i>Polinooidadae</i>	360	4,6
Poliqueto	<i>Flagelligeridae</i>	700	8,9
Poliqueto	<i>Sylidae</i>	104	1,3
Total		7908	100,0

Tabla 16.- Índices de la estructura comunitaria del bentos en Malabrigo, abril 2010

Zona	Malabrigo
S	9
N	7908
Índice Margalef	0,8913
Equidad Pielou	0,5967
Diversidad Shannon	1 311
Dominancia Simpson	0,6008

Tabla 17.- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos por línea de playa en Malabrigo, mayo 2010

MALABRIGO	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	18.6	A	19.4	E	18.9
Oxígeno(mg/L)	7.20	D	8.08	A	7.46
Potencial de Hidronio	7.66	A	7.96	D	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	61.00	C	76.00	B	70.70
Aceites y Grasas (mg/L)	0.3000	A-C	1.0000	B	0.5123
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	1.60	D	4.70	C	3.06
Materia Orgánica Total (%)	0.76	D	1.1	A	0.91
Fosfato (mg/L)	0.115	B	0.155	A	0.135
Silicato (mg/L)	0.495	D	0.649	B	0.564
Nitrato (mg/L)	0.191	E	0.233	B	0.211
Nitrito (mg/L)	0.014	D	0.028	A	0.023
Coliformes Totales (NMP/100mL)	<30	E	2400	A	
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	<30	E	2400	A	

los valores >1 mg/L se distribuyeron hasta 1 mn mar afuera (Fig.101), sobrepasando el ECA; en el fondo la concentración se incrementó hacia la playa el Charco, con isolíneas de 0,060 a 0,130 mg/L (Fig. 102). En general estos valores superan el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Los silicatos en superficie presentaron isolíneas de 0,30 a 0,70 mg/L, el valor más alto se ubicó frente a la playa El Charco a 0,5 mn mar afuera, el valor más bajo a 1,5 mn de la costa (Fig. 103); en el fondo se registraron isolíneas de 0,50 a 0,70 mg/L, en el norte se apreció dos núcleos de 0,550 mg/L, mientras que la isolínea de 0,600 mg/L se ubicó a 2 mn frente a Santiago de Cao y a 1 mn de la playa

El Charco (Fig. 104). En general las más altas concentraciones se registraron al sur del río Chicama donde superó el ECA.

Los nitratos superficiales variaron de 0,119 a 0,331 mg/L, con promedio de 0,228 mg/L (Fig.105). En el fondo varió de 0,179 a 0,336 mg/L (Fig. 106). Los valores <0,28 mg/L están acorde con lo establecido en ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Los nitritos superficiales oscilaron entre 0,010 mg/L (2,2 mn mar afuera) y 0,040 mg/L (hasta 1,4 mn) (Fig.107); en el fondo su distribución asciende hacia el borde costero de la Caleta El Brujo, con isolíneas de 0,015 a 0,025 mg y de-

crece hacia el borde costero de Santiago de Cao con isolíneas de 0,025 a 0,030 mg/L (Fig. 108).

Sólidos suspendidos totales.- Superficialmente los valores oscilaron entre 28 y 45 mg/L (Fig. 109), en todas las estaciones la concentración no sobrepasó el ECA en la categoría 2, sub categoría 3, a excepción de la estación más próxima a la papelera Trupal en la que sobrepasó lo establecido en el ECA categoría 4.

Aceites y grasas.- Superficialmente presentaron valores en un rango de 0,0 mg/L (frente a caleta el Brujo) a 1,100 mg/L (playa El Charco) (Fig. 110), observándose los más

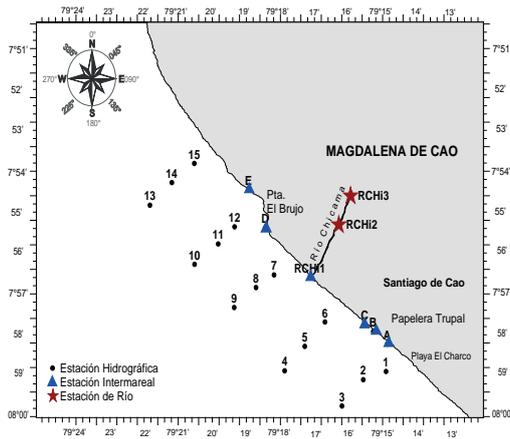


Figura 87.- Carta de posiciones en Magdalena de Cao, mayo 2010

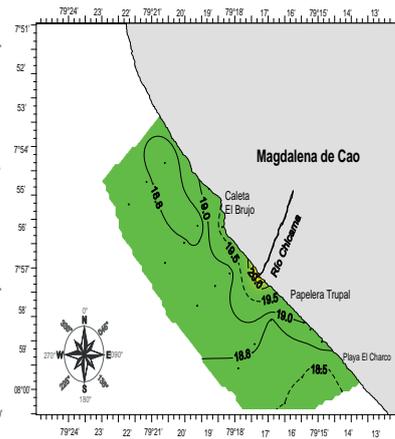


Figura 88.- Temperatura superficial (°C), Magdalena de Cao, abril 2010

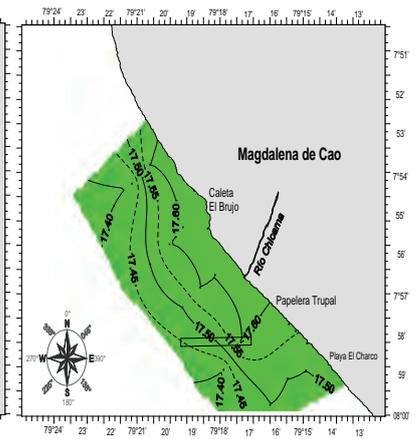


Figura 89.- Temperatura de fondo (°C), Magdalena de Cao, abril 2010

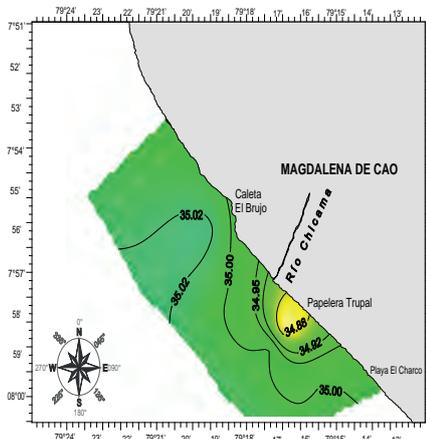


Figura 90.- Salinidad superficial (ups), Magdalena de Cao, abril 2010

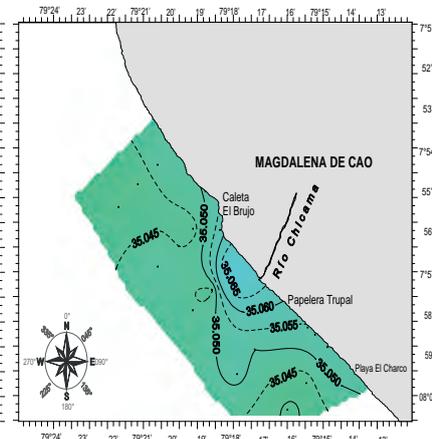


Figura 91.- Salinidad de fondo (ups), Magdalena de Cao, abril del 2010

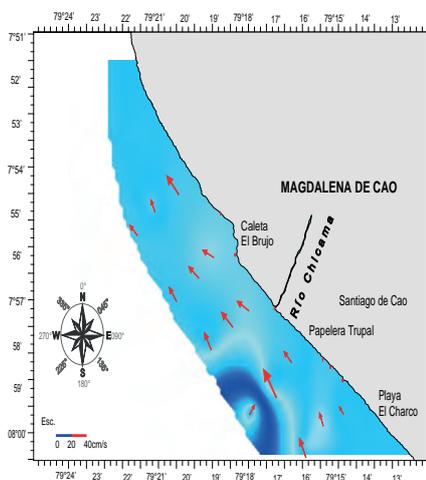


Figura 92.- Corrientes superficiales (cm/s), Magdalena de Cao, abril 2010

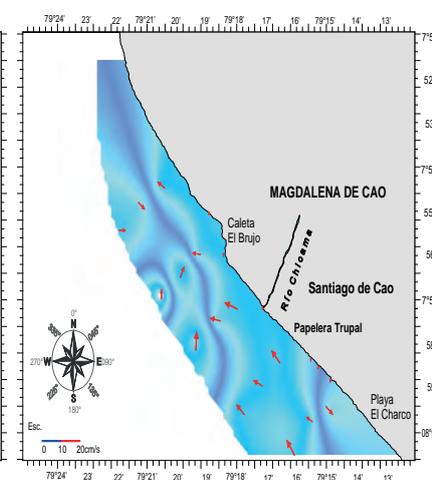


Figura 93.- Corrientes de fondo (cm/s), Magdalena de Cao, abril 2010

altos valores a 0,8 mn del borde costero desde la Papelera Trupal hasta la playa El Charco, sobrepasando el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO₅.- En superficie varió de 1,06 a 1,72 mg/L, con promedio de 1,36 mg/L, los valores extremos se presentaron entre 0,5 y 2,0 mn frente a la papelera Trupal (Fig. 111), estos valores cumplen con el ECA.

Materia orgánica total (MOT).- En sedimento presentó valores de 0,15 a 6,16%, la distribución fue descendente hacia el litoral marino costero con isolíneas de 4 a 1%, los valores <3% predominan entre la caleta El Brujo y río Chicama hasta 1 mn mar afuera, valores >3% estuvieron más próximos al borde costero de la zona sur, donde se presentaron color gris verdoso con textura de fango sin olor a ácido sulfhídrico a excepción de lo encontrado en la estación 3 (Fig. 112).

Coliformes totales y Termotolerantes.- Los coliformes totales en la superficie del mar presentaron valores de 90 NMP/100 mL (frente a caleta El Brujo) a 2400 NMP/100 mL (frente a papelera Trupal), superando en todas la estaciones lo establecido en el ECA (Fig. 113). Los coliformes termotolerantes en

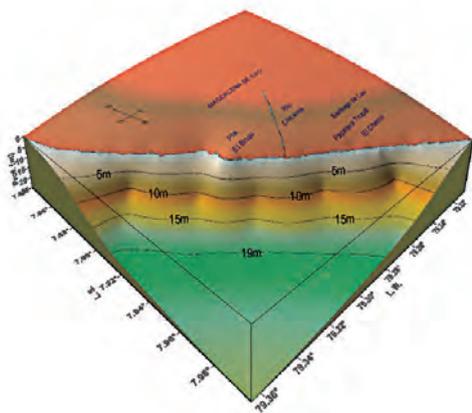


Figura 94.- Batimetría (m), Magdalena de Cao, abril 2010

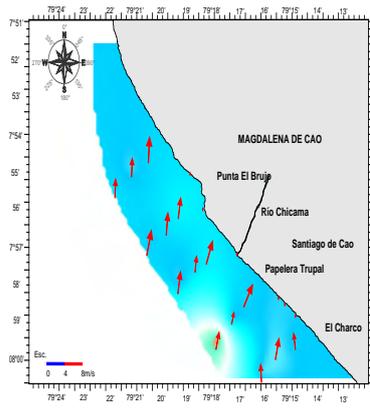


Figura 95.- Régimen de vientos (m/s) en Magdalena de Cao, abril 2010

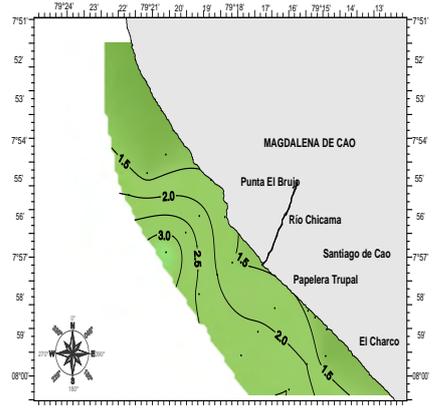


Figura 96.- Distribución de transparencia (m) en Magdalena de Cao, abril 2010

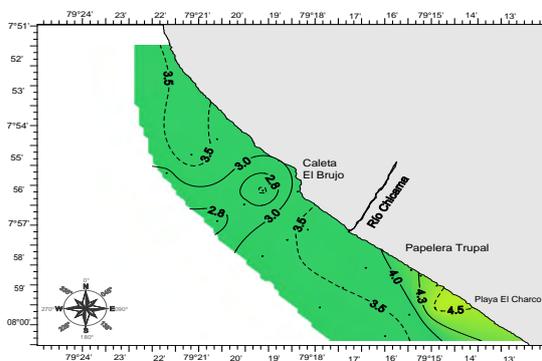


Figura 97.- Oxígeno superficial (mg/L), Magdalena de Cao, abril 2010

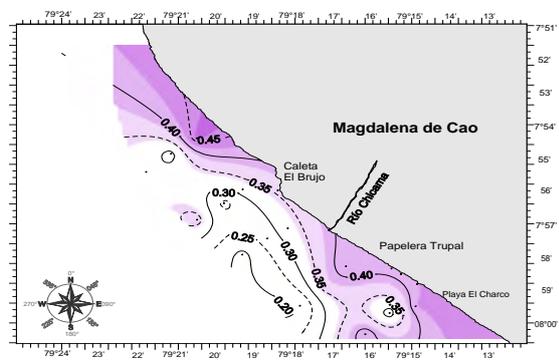


Figura 98.- Oxígeno del fondo (mg/L), Magdalena de Cao, abril 2010

superficie mostraron en todas las estaciones, valores idénticos, <30 NMP/100 mL (Fig. 114), encontrándose acorde con el ECA.

Plancton.- Los volúmenes de plancton presentaron valores de 0,5 mL/m³ a 1,1 mL/m³, con promedio de 0,77 mL/m³ en la caleta El Brujo; el fitoplancton estuvo conformado por diatomeas *Coscinodiscus curvatulus*, *C. centralis*, y *Lithodesmiun undulatum*, con índices de abundancia relativa de muy abundante a abundante, así mismo se encontró diatomeas de afloramiento con alta tasa de reproducción típicas de las primeras fases de sucesión como: *Thalassiosira rotula* y *Chaetoceros curvisetus*. Se detectó la abundancia de dinoflagelados cosmopolitas: *Ceratium furca*, *C. fusus* y *C. tripus* asociados a temperaturas superficiales de 18,4 °C a 18,9 °C (Tabla 18).

Zooplankton.- Los grupos mayormente representados fueron los copépodos, larvas de bivalvos, y gasterópodos y menor ocurrencia presentaron crustáceos, huevos y larvas de peces.

Dentro de los huevos de peces, la familia Sciaenidae estuvo presente con huevos y larvas y la familia Engraulidae sólo con larvas. En los bivalvos destacó la concha de abanico (Tabla 19).

Bentos.- Se registraron 7 especies distribuidas en 3 grupos taxonómicos, correspondiendo 4 especies a poliquetos, 2 a moluscos y 1 lofoforado. El grupo taxonómico con mayor representatividad en abundancia fue moluscos con el 52,2%.

La especie dominante en densidad fue *Mulinia* sp. con 1872 ind.m⁻²,

seguida de la familia *Flagelligeridae* con 474 ind.m⁻².

El grupo taxonómico que presentó la mayor densidad fue moluscos con 1872 ind.m⁻² y menor densidad fue presentada por el gasterópodo *Nassarius wilsoni* con 90 ind.m⁻² (Tabla 20).

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad fue de 1,54 bits/ind y la riqueza específica estuvo conformada por 7 especies (Tabla 21).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS POR PLAYA DE LA ZONA DE MAGDALENA DE CAO

Los sólidos suspendidos totales en todas las estaciones superan el ECA en la categoría 4, solo las estaciones RCHi1 y E no cumplen

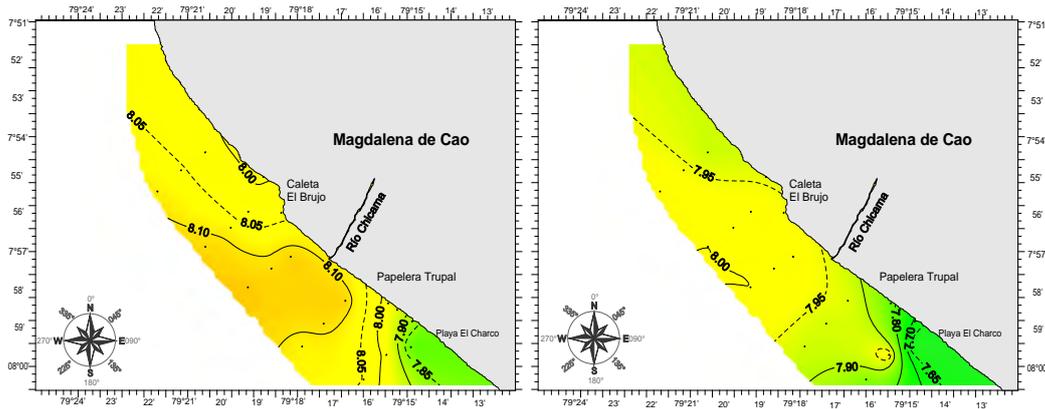


Figura 99.- Distribución del pH superficial, Magdalena de Cao, abril 2010

Figura 100.- Distribución del pH de fondo en Magdalena de Cao, abril 2010

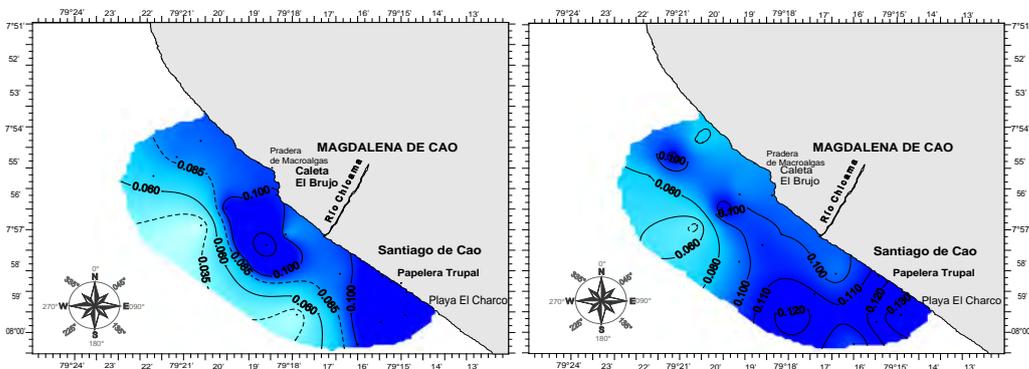


Figura 101.- Fosfato superficial (mg/L), Magdalena de Cao, abril 2010

Figura 102.- Fosfato de fondo (mg/L), Magdalena de Cao, abril 2010

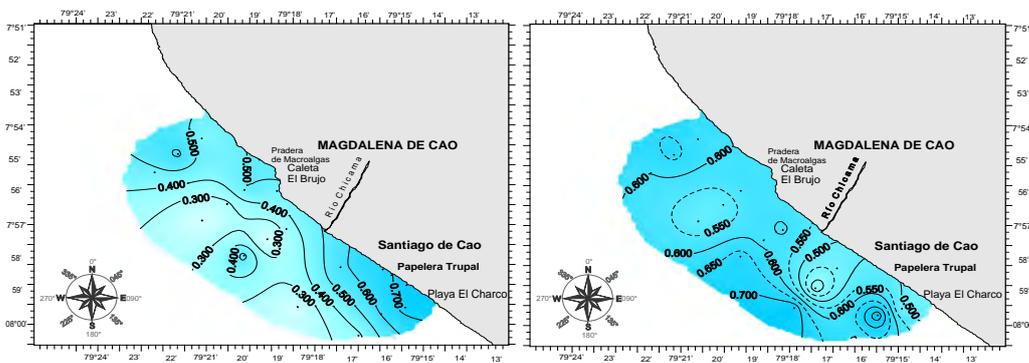


Figura 103.- Silicato superficial (mg/L) en Magdalena de Cao, abril 2010

Figura 104.- Silicato de fondo (mg/L) en Magdalena de Cao, abril 2010

con la categoría 2, subcategoría 3. Los aceites y grasas mostraron altos valores en las playas El Charco (Estación A) y El Brujo (Estación D) sobrepasando ECA en las categorías 2 y 4. Los fosfatos mostraron valores máximos en las estaciones RCHi1 y C, relacionado con los aportes provenientes de las actividades agrícolas e industriales

sobrepasando el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4. Los silicatos presentaron concentraciones más altas en la desembocadura del río Chicama (Estación RCHi1) y la playa El Charco (Estación A), superando el ECA. Los nitritos, desde la bocana del río Chicama (Estación RCHi1) hasta frente al colector del Charco

(Estación A) presentaron valores más altos asociados a los puntos de descargas sobrepasando el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

En todas las estaciones, los valores de los coliformes totales superaron el ECA en las categorías 2 y 4. Los coliformes termotolerantes

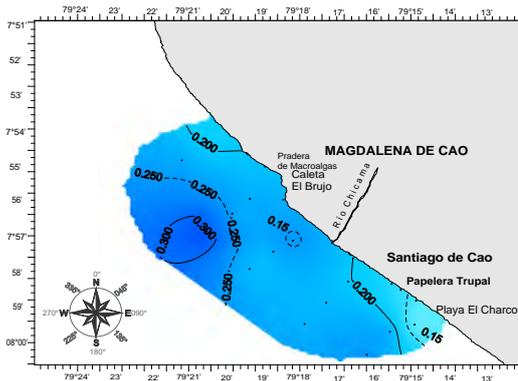


Figura 105.- Nitrato superficial (mg/L) en Magdalena de Cao, abril 2010

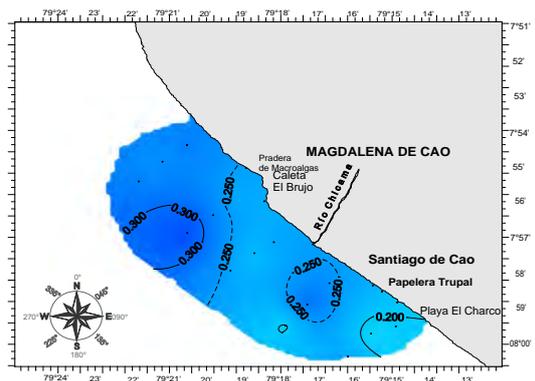


Figura 106.- Nitrato de fondo (mg/L), Magdalena de Cao, abril 2010

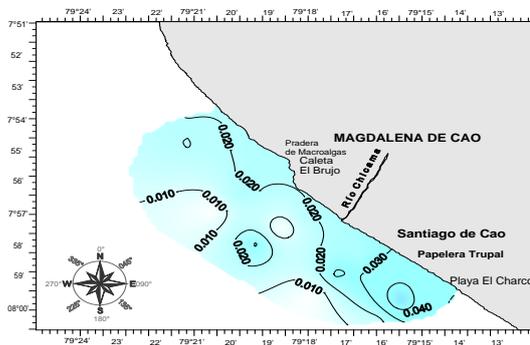


Figura 107.- Nitrito superficial (mg/L), Magdalena de Cao, abril 2010

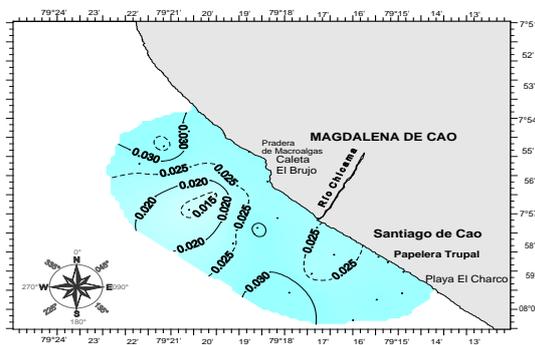


Figura 108.- Nitrito de fondo (mg/L), Magdalena de Cao, abril 2010

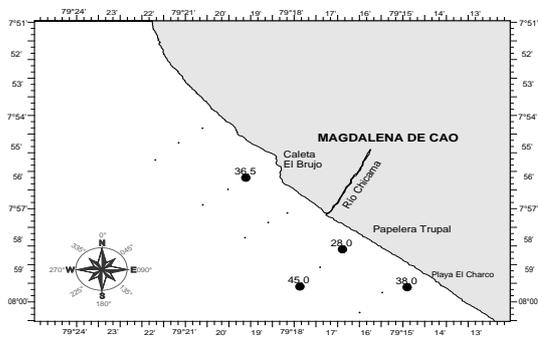


Figura 109.- Sólidos suspendidos totales superficiales (mg/L), Magdalena de Cao, abril 2010

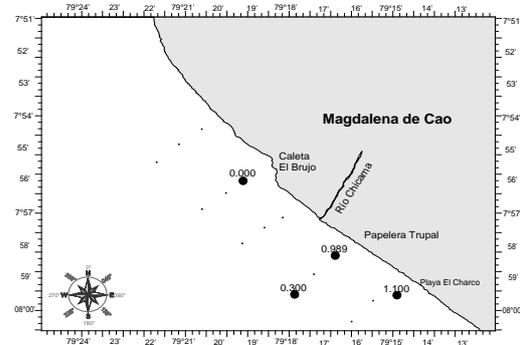


Figura 110.- Aceites y grasas superficiales (mg/L), Magdalena de Cao, abril 2010

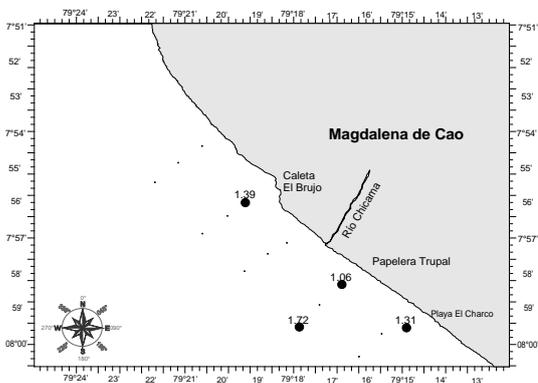


Figura 111.- DBO5 superficial (mg/L) en Magdalena de Cao, abril 2010

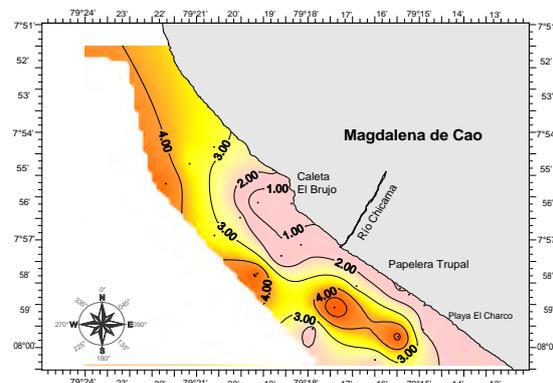


Figura 112.- Distribución MOT (%) en Magdalena de Cao, abril 2010

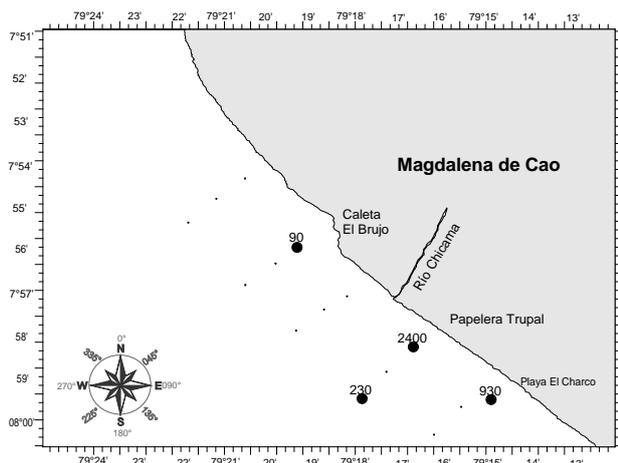


Figura 113.- Coliformes totales superficiales (NMP/100mL) en Magdalena de Cao, abril 2010

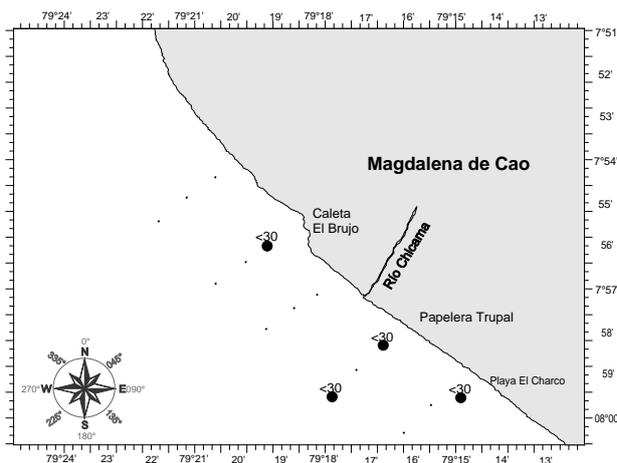


Figura 114.- Coliformes termotolerantes superficiales (NMP/100mL) en Magdalena de Cao, abril 2010

Tabla 18.- Comunidad fitoplanctónicas en Magdalena de Cao, abril 2010

Zona	Magdalena de Cao		
Estaciones	1	7	15
Volumen (mL/L)	0,5	0,7	1,1
DIATOMEAS			
<i>Coscinodiscus curvatulus</i>	4	4	4
<i>Coscinodiscus centralis</i>	3	4	4
<i>Coscinodiscus gigas</i>	3	4	2
<i>Coscinodiscus granii</i>	2	3	2
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	2	3	0
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0	1	1
<i>Ditylum brightwellii</i>	0	1	0
<i>Guinardia flacida</i>	0	1	0
<i>Lithodesmium undulatum</i>	2	3	2
<i>Licmophora lyngbyei</i>	0	0	0
<i>Navicula sp</i>	0	1	0
<i>Pseudonitzschia c.f.pungens</i>	0	1	0
<i>Pleurosigma angulatum</i>	0	1	0
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	0	1	0
<i>Stephanopyxis turris</i>	0	1	1
<i>Thalassiosira rotula</i>	1	0	0
<i>Thalassionema</i>	1	1	0
DINOFLAGELADOS			
<i>Ceratium furca</i>	2	2	3
<i>Ceratium fusus</i>	2	2	3
<i>Ceratium tripos</i>	2	2	2
<i>Ceratium dens</i>	0	1	0
<i>Dinophysis caudata</i>	2	1	1
<i>Dinophysis fortii</i>	1	0	0
<i>Protoperdinium oceanicum</i>	1	0	0
<i>Protoperdinium conicum</i>	1	0	0
<i>Protoperdinium depressum</i>	2	0	2

fluctuaron entre <30,0 y 24000 NMP/100 mL (Tabla 22), observándose que superan el ECA en las categorías 2 y 4, excepto en las estaciones A y B. Por tal motivo, en esta zona es evidente una fuerte contaminación de origen fecal.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL RÍO CHICAMA

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos registrados por el río Chicama, Magdalena de Cao, se indican en la Tabla 23. Algunos registros cumplen con el ECA en la categoría 4.

Los sólidos suspendidos totales presentaron el valor más alto en la estación RCHi2 no cumpliendo con lo establecido por el ECA en la categoría 4 (Conservación del Medio Acuático: Ríos). La demanda bioquímica de oxígeno presentó valores que no sobrepasan lo establecido en el ECA de la categoría 4 pero que indican una perturbación leve. Los fosfatos superaron el ECA en la categoría 4.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN LA ZONA DE HUANCHACO

En Huanchaco se evaluaron por mar y línea de playa las zonas de Las Delicias, Huanchaquito y

Tabla 19.- Composición de zooplancton en Magdalena de Cao, abril 2010

Zona	Estaciones	L. B.	L. CA	Gasterópodos	Copépodos	Huevo de peces		Larva de peces		Crustáceos	Balanus
						Engraulidae	Scianidae	Engraulidae	Scianidae		
Magdalena de Cao	1	16	0	2	2354	0	0	0	0	0	160
	3	86	7	12	1246	0	4	1	1	1	256
	7	32	0	5	1086	0	1	0	0	0	162
	9	41	1	2	988	0	0	0	0	0	57
	13	28	0	6	776	0	1	0	0	0	131
	15	66	0	14	1425	0	0	0	0	0	94

Tabla 20.- Biomasa de especies del bentos en Magdalena de Cao, abril 2010

Grupo	Especie	Ind/m ²	%
Molusco	<i>Mulinia sp.</i>	1872	49,8
Molusco	<i>Nassarius wilsoni</i>	90	2,4
Lofoforado	<i>Phoronis</i>	440	11,7
Poliqueto	<i>Onophidae</i>	380	10,1
Poliqueto	<i>Orbinidae</i>	260	6,9
Poliqueto	<i>Flagelligeridae</i>	474	12,6
Poliqueto	<i>Sylidae</i>	246	6,5
<i>Total</i>		3762	100,0

Tabla 21.- Índices de la estructura comunitaria del bentos en Magdalena de Cao, abril 2010

Zona	Magdalena de Cao
S	7
N	3762
Índice Margalef	0,7288
Equidad Pielou	0,793
Diversidad Shannon	1 534
Dominancia Simpson	0,7032

Huanchaco y se complementó con 3 estaciones hidrográficas en la cuenca baja del Río Moche (Fig. 115).

Temperatura.- Superficialmente presentó valores entre 17,4 a 19,2 °C con promedio 18,4 °C (Fig. 116). En el fondo la temperatura decreció de sur a norte, el promedio fue inferior en 0,8 °C predominó la isoterma de 17,7 °C (Fig. 117).

Salinidad.- En superficie presentó concentraciones entre 34,696 y 35,025 ups que originaron iso-halinas de 35,030 a 35,040 ups, los valores más bajos se encontraron cerca del borde costero y los más altos a 1 mn mar afuera (Fig. 118). En el fondo la salinidad varió de 34,812 a 35,088 ups originando iso-halinas de 34,85 a 35,050 ups, (Fig. 119). Superficialmente se evidenció la mezcla entre aguas costeras frías y los aportes continentales.

Corrientes marinas.- En superficie predominó la proyección noreste

y la intensidad fluctuó entre 7,8 a 36,4 cm/s, los valores más bajos se presentaron frente a la ensenada. En fondo la intensidad decreció en rango de 2,9 a 27,4 cm/s; en la ensenada la corriente migró con proyección norte dentro de 0,5 mn (Figs. 120, 121).

Batimetría.- La profundidad de la zona varió de 8 a 16 m que generaron isobatas de 1 a 15 m; observándose en la zona entre Huanchaquito y Huanchaco a las isobatas de 5, 10 y 15 m más próximas al borde costero (Fig. 122).

Vientos.- Predominaron vientos del suroeste de intensidad débil con valores de 0,9 a 4,6 m/s con promedio de 3,0 m/s, los valores más altos se presentaron frente a Huanchaquito (Fig. 123).

Transparencia.- La visibilidad se detectó entre 1,0 y 4,5 m con promedio de 1,9 m, la distribución se incrementó hacia el litoral costero, obser-

vándose a la isolinia de 1 m dentro 0,50 mn del borde costero (Fig. 124).

Oxígeno.- En superficie presentó valores entre 2,20 a 4,98 mg/L, la distribución fue descendente mar afuera con iso-oxígenas de 4,50 a 2,50 mg/L, se observó un núcleo de 4,5 mg/L entre Huanchaquito y Huanchaco (Fig. 125). En fondo la concentración fue ligeramente inferior, oscilando de 0,09 a 3,62 mg/L, (Fig. 126). Los valores <4 mg/L no cumplen con lo establecido por el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4 sin embargo estos valores indicarían procesos de afloramiento.

El Potencial de hidronio (pH).- La concentración superficial del potencial de iones de hidronio fue ligeramente alcalina, con valores de 7,81 a 8,10. En el fondo varió entre 7,78 a 7,98; en ambos niveles la distribución es consecuente con la concentración de oxígeno encontrada (Figs. 127, 128).

Tabla 22.- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos por línea de playa en Magdalena de Cao, mayo 2010

MAGDALENA DE CAO	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	18.9	A-B	20.6	RCHi1	19.4
Oxígeno(mg/L)	6.85	C	7.79	RCHi1	7.31
Potencial de Hidronio	7.80	D	8.12	B	
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	47.00	C	100.50	RCHi1	66.92
Aceites y Grasas (mg/L)	0.4000	C	6.1929	D	2.5680
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	0.49	E	5.23	RCHi1	2.55
Materia Orgánica Total (%)	0.54	D	2.26	E	1.23
Fosfato (mg/L)	0.078	D	0.521	RCHi1	0.162
Silicato (mg/L)	0.392	D	1.411	RCHi1	0.751
Nitrato (mg/L)	0.05	RCHi1	0.444	B	0.21
Nitrito (mg/L)	0.009	D	0.17	RCHi1	0.041
Coliformes Totales (NMP/100mL)	1500	A	24000	C	
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	<30	B	24000	C	

Tabla 23.- Parámetros físicos y químicos de la cuenca baja del río Chicama en Magdalena de Cao, mayo 2010

RÍO CHICAMA	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	20,6	RCHi1	23,2	RCHi3	22,1
Oxígeno(mg/L)	7,73	RCHi3	8,69	RCHi2	8,07
Potencial de Hidronio	7,29	RCHi3	8,26	RCHi2	
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	5,00	RCHi3	178,50	RCHi2	94,67
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	0,82	RCHi3	5,39	RCHi2	3,81
Fosfato (mg/L)	0,012	RCHi3	0,521	RCHi1	0,26
Silicato (mg/L)	0,905	RCHi2	2,708	RCHi3	1,675
Nitrato (mg/L)	0,05	RCHi1	0,692	RCHi3	0,32
Nitrito (mg/L)	0,004	RCHi3	0,17	RCHi1	0,09

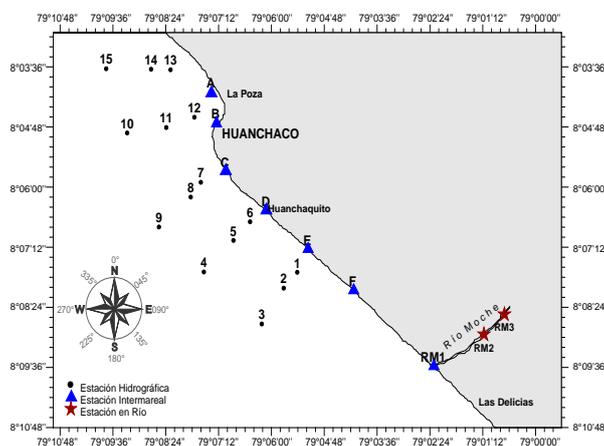


Figura 115.- Carta de estaciones en Huanchaco, Evaluación de Calidad Ambiental en el litoral de la Región La Libertad, abril 2010

Nutrientes.- Los fosfatos en superficie oscilaron entre 0,018 y 0,098 mg/L, con promedio 0,045 mg/L, el valor más alto (0,750 mg/L) se encontró al sureste del área evaluada, mientras que en el fondo varió de 0,027 a 0,110 mg/L, con promedio de 0,051 mg/L, presentando una distribución cre-

ciente mar afuera con isolíneas de 0,400 a 0,900 mg/L (Figs. 129, 130).

Los silicatos en superficie presentaron, en los extremos del área evaluada, distribución decreciente mar afuera con isolíneas de 0,55 a 0,25 mg/L; en la zona central fue

creciente mar afuera con isolíneas de 0,25 a 0,55 mg/L (Fig. 131), en fondo la concentración fue ligeramente inferior, presentando en la zona norte la isolínea de 0,60 mg/L dentro de 0,5 mn y por fuera de 1,8 mn, mientras que en la zona sur fue decreciente hacia el borde costero con isolíneas de 0,45 a 0,30 mg/L (Fig. 132).

Los nitratos superficiales oscilaron de 0,158 a 0,294 mg/L, con promedio de 0,233 mg/L, originando una distribución ascendente hacia el suroeste con isolíneas de 0,180 a 0,280 mg/L (Fig. 133), mientras que en fondo fue ligeramente inferior, con una distribución descendente hacia el borde costero con isolíneas de 0,225 a 0,150 mg/L (Fig. 134).

Los nitritos superficiales en la zona central presentaron distribución creciente mar afuera con isolíneas de 0,005 a 0,010 mg/L, en los

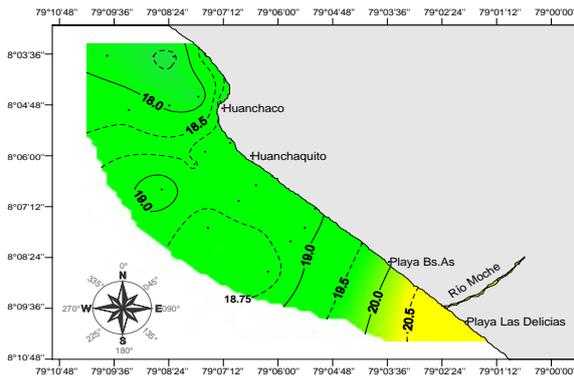


Figura 116.- Temperatura superficial (°C), Huanchaco, abril 2010

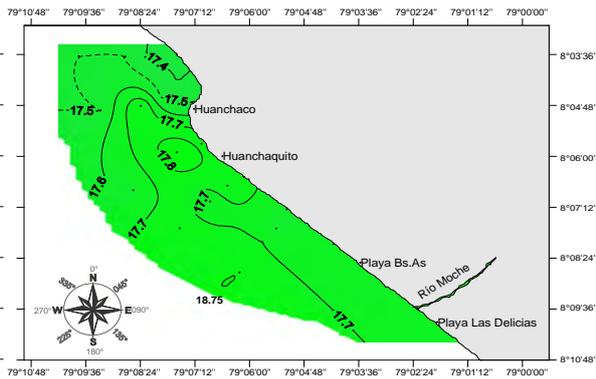


Figura 117.- Temperatura de fondo (°C), Huanchaco, abril 2010

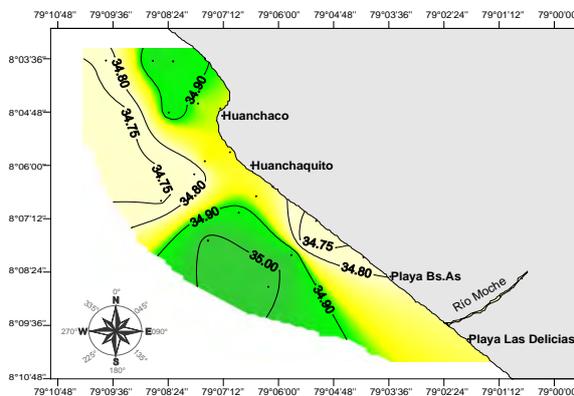


Figura 118.- Salinidad superficial (ups), Huanchaco, abril 2010

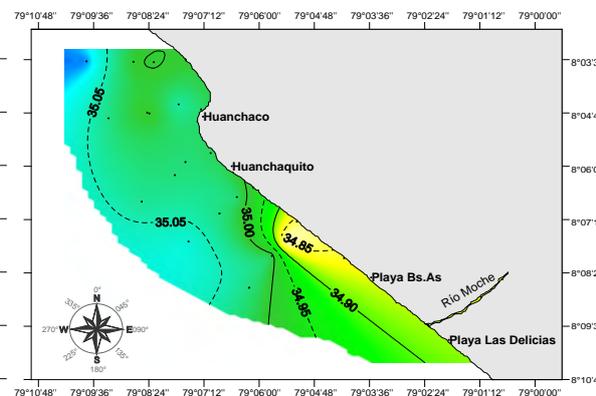


Figura 119.- Salinidad de fondo (ups), Huanchaco, abril 2010

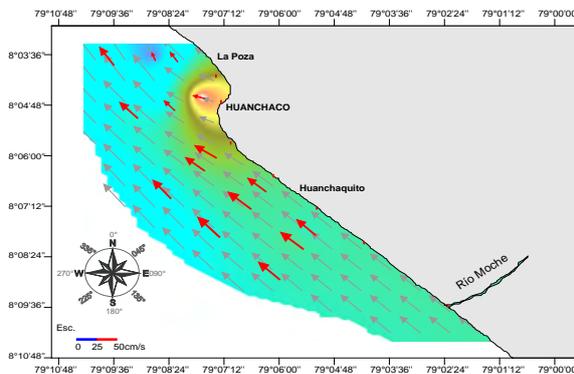


Figura 120.- Corrientes marinas superficiales (cm/s), Huanchaco, abril 2010

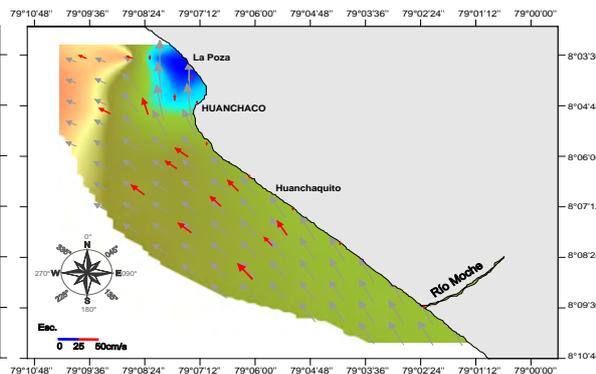


Figura 121.- Corrientes marinas de fondo (cm/s), Huanchaco, abril 2010

extremos fue creciente hacia el litoral, con isolíneas de 0,005 a 0,020 mg/L (Fig. 135). En el fondo de la zona norte se observó un núcleo de 0,020 mg/L próximo al borde costero, así como por fuera de 1 mn presentó distribución ascendente con isolíneas de 0,015 a 0,025 mg/L y en la zona sur predominó un núcleo de 0,005 mg/L (Fig. 136).

En general estas concentraciones no sobrepasaron el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 ni en la categoría 4.

Sólidos suspendidos totales.- Superficialmente presentaron valores de 29 a 41 mg/L, los valores más bajos se ubicaron próximos a la costa, entre Huanchaquito y Huanchaco,

mientras que los más altos en Huanchaco (Fig. 137), en esta zona estos valores no sobrepasaron el ECA en la categoría 2, subcategoría 3; sin embargo, en general no cumple con el ECA en la categoría 4.

Aceites y grasas.- En superficie presentaron valores de 0,00 a 1,200 mg/L (Fig. 138), excepto frente al norte de

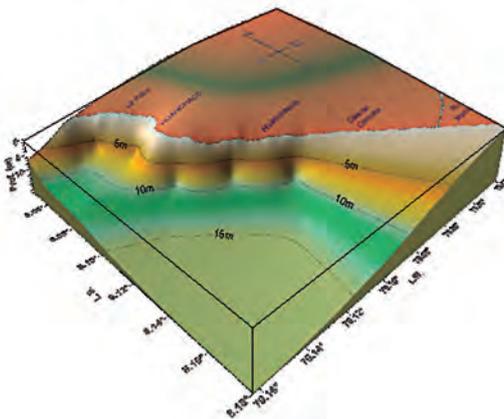


Figura 122.- Batimetría (m), Huanchaco, abril 2010

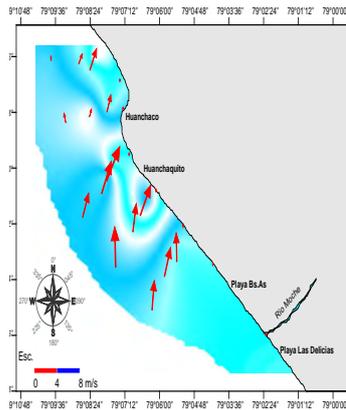


Figura 123.- Vientos (m/s) en Huanchaco, abril 2010

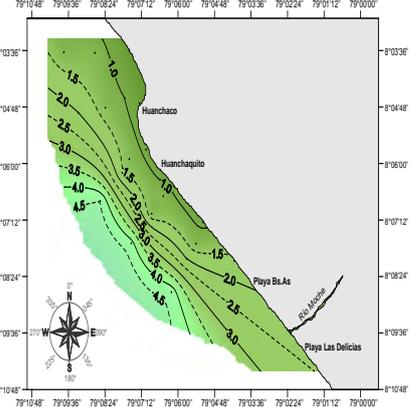


Figura 124.- Transparencia (m), Huanchaco, abril 2010

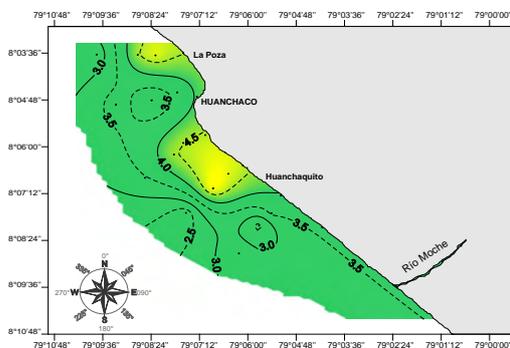


Figura 125.- Oxígeno superficial (mg/L), Huanchaco, abril 2010

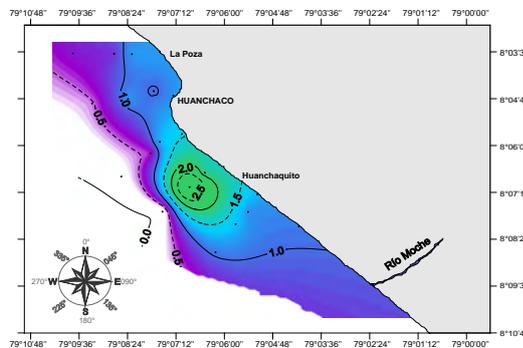


Figura 126.- Oxígeno de fondo (mg/L), Huanchaco, abril 2010

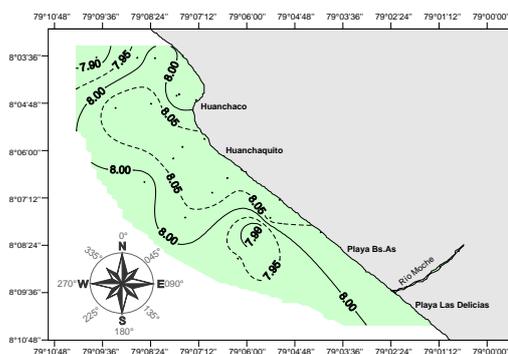


Figura 127.- pH superficial, Huanchaco, abril 2010

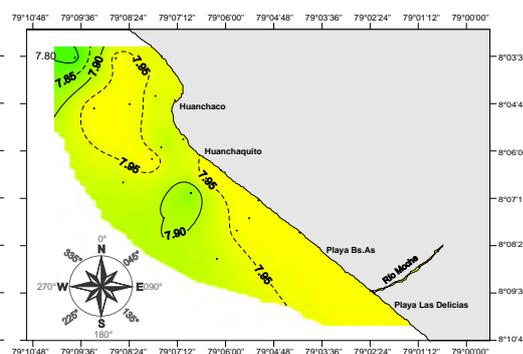


Figura 128.- pH de fondo, Huanchaco, abril 2010

Huanchaco, estos valores estuvieron acorde con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅.- En superficie presentó valores entre 1,00 y 2,64 mg/L, con promedio 1,74 mg/L, los valores más altos se apreciaron en Huanchaco, dentro las 0,5 mn (Fig. 139) que

cumplieron con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Materia orgánica total (MOT).- En el sedimento presentó distribución ascendente hacia noroeste con isolíneas de 2,0 a 6,0% (Fig. 140), predominaron los valores >3%, colores gris verdoso, con textura de fango, con ligero olor a ácido sulfhídrico.

Coliformes totales y Termotolerantes.- La distribución de los coliformes totales en superficie varió de 40 a 2400 NMP/100 mL, ubicados en los extremos sur y norte; respectivamente, evidenciándose fuerte contaminación de origen fecal, superando lo establecido en el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4 (Fig. 141).

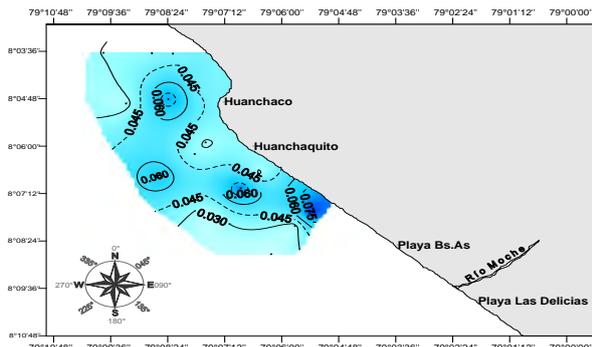


Figura 129.- Fosfato superficial (mg/L), Huanchaco, abril 2010

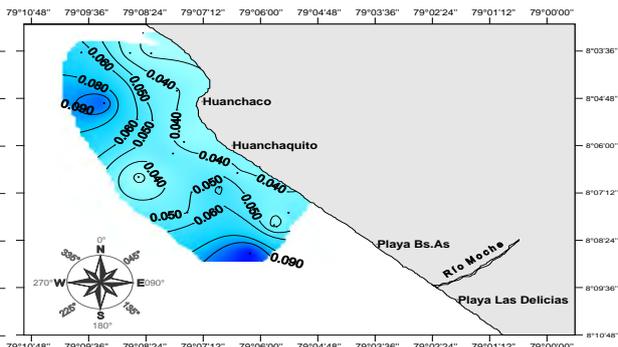


Figura 130.- Fosfato de fondo (mg/L), Huanchaco, abril 2010

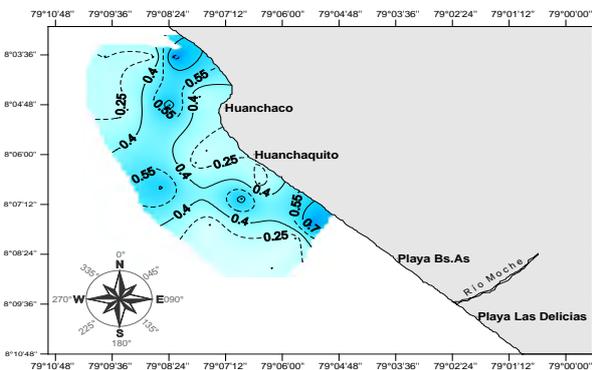


Figura 131.- Silicato superficial (mg/L) en Huanchaco, abril 2010

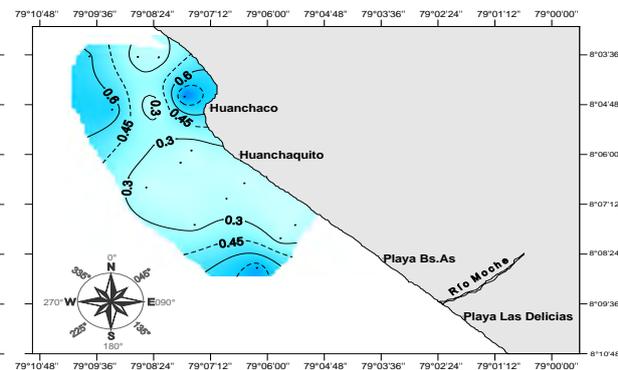


Figura 132.- Silicato de fondo (mg/L) en Huanchaco, abril 2010

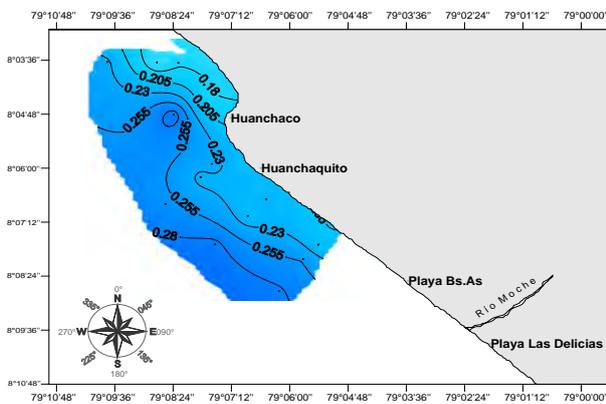


Figura 133.- Nitrato superficial (mg/L), Huanchaco, abril 2010

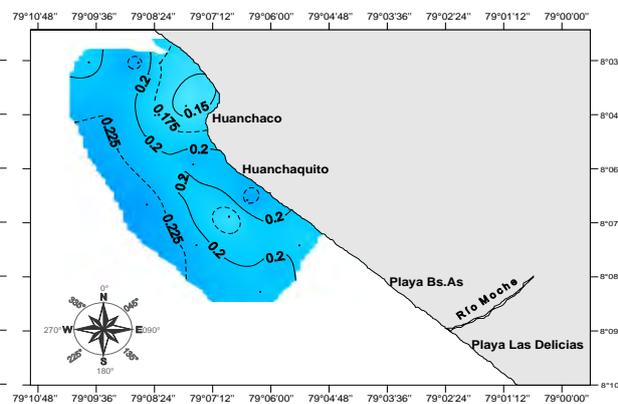


Figura 134.- Nitrato de fondo (mg/L), Huanchaco, abril 2010

Los coliformes termotolerantes en superficie, dentro de las 0,5 mn, presentaron valores >30 NMP/100 mL, superando lo establecido en el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4 (Fig. 142). Por fuera de 1,5 mn (borde costero de Buenos Aires) los valores <30 NMP/100 mL estuvieron acordes con el ECA.

Plancton.- Los volúmenes de plancton presentaron valores de 0,4 mL/m³ a 0,9 mL/m³, con un promedio de 0,63 mL/m³ en la zona de Huanchaco. El fitoplancton estuvo conformado por diatomeas *Coscinodiscus curvatulus* y *C. centralis*, así mismo se encontró diatomeas de afloramiento con alta tasa de reproducción típicas de las primeras fases

de sucesión como: *Thalassiosira rotula*, *Chaetoceros curvisetus*, *Ch. decipiens*, *Ch. lorenzianus* y *Skeletonema costatum* con índices de abundancia relativa de muy abundante. Se detectó ocurrencia y abundancia de dinoflagelados cosmopolitas: *Ceratium furca*, *C. tripus* y *Prorocentrum depressum*, asociados a temperaturas superficiales de 17,4 °C a 19,2 °C (Tabla 24).

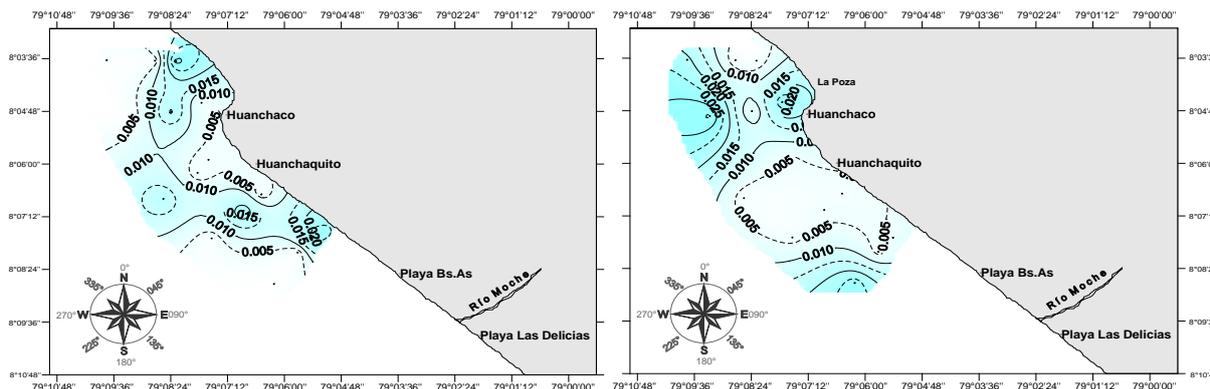


Figura 135.- Nitrito superficial (mg/L) en Huanchaco, abril 2010.

Figura 136.- Nitrito de fondo (mg/L) en Huanchaco, abril 2010

Zooplankton.- Los grupos mayormente representados fueron los copépodos, balanús, larvas de bivalvos y gasterópodos; menor ocurrencia presentó huevos y larvas de peces.

Las familias Sciaenidae y Engraulidae estuvieron representadas por huevos y la familia Engraulidae estuvo presente como larvas (Tabla 25).

Bentos.- Se registraron 9 especies distribuidas en 4 grupos taxonómicos, 4 especies correspondieron a poliquetos, 2 a moluscos, 2 a crustáceos, y 1 lofoforado. El grupo taxonómico con la mayor representatividad en abundancia fue moluscos con el 67,1%.

La especie dominante en densidad fue *Mulinia* sp. con 3620 ind.m⁻², seguido de la familia *Flagelligeridae* con 660 ind.m⁻².

El grupo taxonómico que presentó la mayor densidad fue moluscos con 3620 ind.m⁻² y la menor densidad fue presentada por crustáceos con 20 ind.m⁻² (Tabla 26).

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad fue 1,224 bits/ind; y la riqueza específica estuvo conformada por 9 especies (Tabla 27).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS POR PLAYA DE LA ZONA DE HUANCHACO

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos registrados por playa de la zona de Huanchaco se indican en la Tabla 28. Algunos registros cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Los sólidos suspendidos presentaron valores en la zona sur que superaron el ECA en la categoría 4; sin embargo están acorde con la categoría 2, subcategoría 3.

Los aceites y grasas en las estaciones D y E mostraron concentraciones >1,000 mg/L; la demanda bioquímica de oxígeno, presentó valores altos a 50 m al norte del colector de Covicorti (Estación F); los fosfatos se presentaron con un promedio de 0,202 mg/L; los silicatos presentaron promedio de 0,936 mg/L con excepción de la estación A (norte de Huanchaco); los nitratos presentaron el valor más alto en la bocana del río Moche (estación RM1); los coliformes termotolerantes en todas las estaciones evaluadas presentaron valores >30 NMP/100 mL. Todos estos registros superaron los valores establecidos en el ECA para las categorías 2 y 4.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL RÍO MOCHE

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos registrados en el río Moche se indican en la Tabla 29.

La mayoría de los registros cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4. La excepción se encontró en la demanda bioquímica cuyos valores superiores a 10,0 mg/L sobrepasan lo establecido en el ECA de la categoría 4 (Conservación del Medio Acuático: Ríos).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN LA ZONA DE SALAVERRY

En Salaverry se evaluaron por mar y línea de playa las zonas de Buenos Aires, Las Delicias, Salaverry y Uripe, en 15 estaciones distribuidas hasta las 2,7 mn y 6 estaciones por línea de playa (Fig. 143).

Temperatura.- En superficie presentó valores entre 17,6 a 18,8 °C con promedio de 18,1 °C. Entre La Ramada y Puerto Salaverry la distribución fue descendente de sur a norte (isotermas: 18,6 y 18,0 °C), entre Salaverry y playa Buenos Aires la distribución térmica fue descendente (Fig. 144). En fondo, la distribución térmica decreció de sur a norte entre La Ramada y Puerto Salaverry, entre Salaverry y la playa Buenos Aires las isolíneas fueron de 17,2 a 17,4 °C (Fig.145).

Salinidad.- En superficie las concentraciones variaron entre 33,428 y 35, 067 ups, presentándose iso-halinas de 33,800 a 35,050 ups; los valores más bajos se registraron al norte de Las Delicias (1,2 mn del

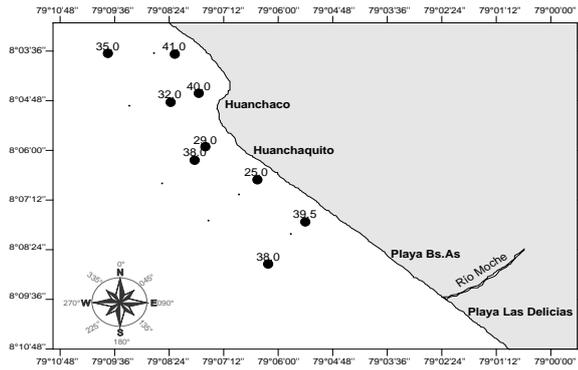


Figura 137.- Sólidos suspendidos totales superficiales en Huanchaco (mg/L), abril 2010

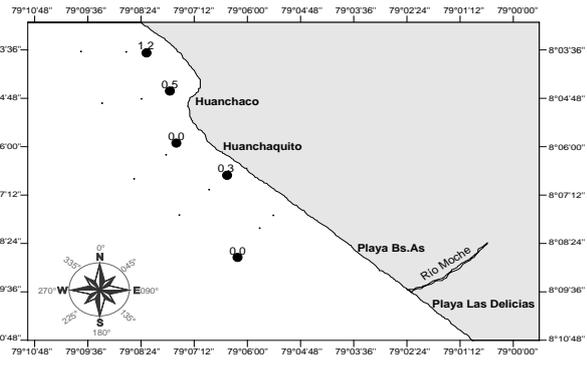


Figura 138.- Aceites y grasas superficiales (mg/L), Huanchaco, abril 2010

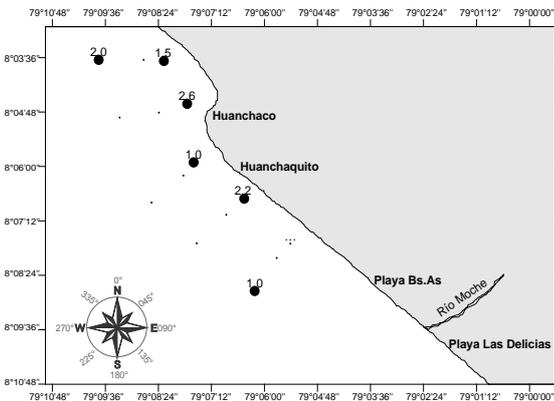


Figura 139.- Demanda bioquímica de oxígeno superficial (mg/L), Huanchaco, abril 2010

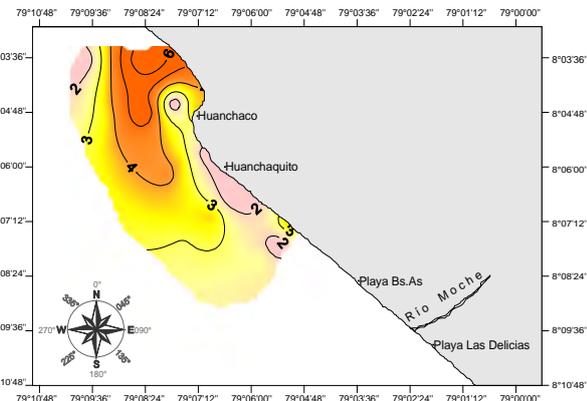


Figura 140.- Distribución de materia orgánica total (%), Huanchaco, abril 2010

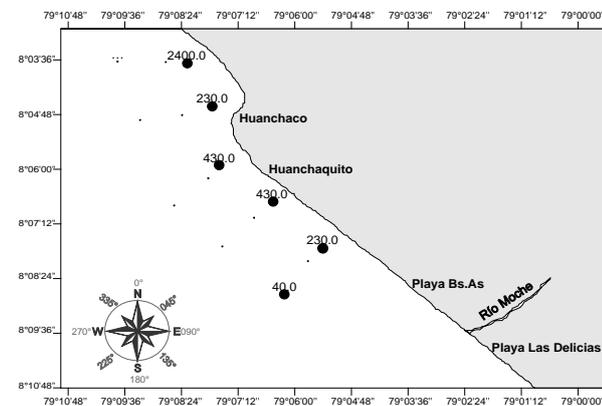


Figura 141.- Coliformes totales superficiales (NMP/100 mL) en Huanchaco, abril 2010

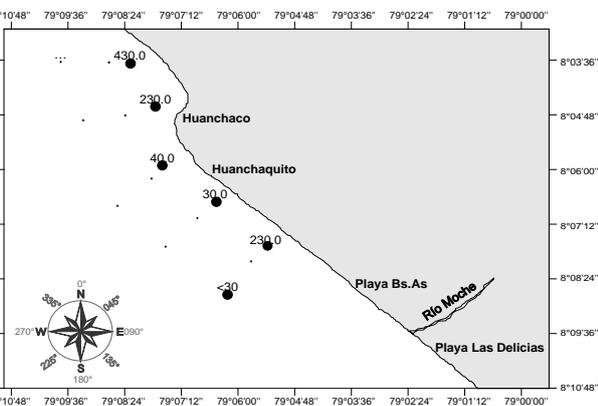


Figura 142.- Coliformes termotolerantes superficiales (NMP/100 mL), Huanchaco, abril 2010

borde costero) (Fig. 146). En fondo la distribución halina varió de 34,993 a 35,080 ups, presentándose iso-halinas de 35,010 a 35,080 ups, (Fig. 147). Fue notoria la influencia de la descarga del río Moche.

Corrientes Marinas.- En superficie predominó la dirección noroeste y la intensidad fluctuó entre 3,0 a

32,3 cm/s, con promedio 22,2 cm/s, los valores más bajos se presentaron frente al colector de Salaverry. En fondo la intensidad varió entre 5,8 a 26,3 cm/s, con promedio de 12,9 cm/s; se observó a la corriente ingresando con dirección noreste dentro de las 2,1 mn para luego migrar con proyección norte a noroeste (Figs. 148, 149).

Batimetría.- La profundidad de la zona varió de 10 a 18 m, con promedio 13 m, se determinaron las isobatas de 5 a 20 m; desde la caleta La Ramada hasta la ensenada se ubicó a la isobata de 5 m a 1 mn del borde costero (Fig. 150).

Vientos.- Predominaron vientos del suroeste de intensidad débil

Tabla 24.- Fitoplancton en Huanchaco, abril 2010

Zona	Huanchaco			
	Estaciones	1	9	15
Volumen (ml/L)	0,4	0,9	0,6	
DIA TOMEAS				
<i>Coscinodiscus curvatus</i>	4	4	4	
<i>Coscinodiscus centralis</i>	4	4	4	
<i>Coscinodiscus gigas</i>	4	3	2	
<i>Coscinodiscus granii</i>	2	3	2	
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	2	3	2	
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1	0	1	
<i>Chaetoceros decipiens</i>	0	0	1	
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	0	1	
<i>Detonula cystifera</i>	0	1	0	
<i>Guinardia flacida</i>	0	0	1	
<i>Lithodesmium undulatum</i>	1	2	2	
<i>Navicula sp</i>	0	1	0	
<i>Pseudonitzschia c.f.pungens</i>	1	0	0	
<i>Pleurosigma angulatum</i>	0	0	1	
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	0	2	0	
<i>Skeletonema costatum</i>	1	0	0	
<i>Thalassiosira rotula</i>	0	0	1	
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	0	1	
<i>Thalassionema</i>	1	0	0	
DINOFLAGELADOS				
<i>Ceratium furca</i>	3	3	3	
<i>Ceratium fusus</i>	2	0	0	
<i>Ceratium horridum</i>	0	1	0	
<i>Ceratium tripos</i>	2	2	2	
<i>Ceratium dens</i>	0	1	0	
<i>Dinophysis caudata</i>	1	1	1	
<i>Dinophysis fortii</i>	0	1	0	
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	0	1	0	
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	1	1	
<i>Protoperidinium depresum</i>	2	2	2	

con valores de 1,4 a 3,4 m/s, promedio de 2,1 m/s, los valores más bajos se presentaron frente a la ensenada (Fig. 151).

Transparencia.- Las visibilidades variaron de 0,7 a 2,5 m con promedio de 1,6 m, se precisaron isolíneas de 1,0 a 2,5 m (Fig. 152).

Oxígeno.- En superficie varió entre 2,11 a 4,71 mg/L, con promedio de 2,70 mg/L, se registraron iso-oxígenas de 4,50 a 2,30 mg/L (Fig. 153), el valor más alto se ubicó entre boca del río Moche y Playa Buenos Aires hasta 0,5 mn.

En fondo osciló entre 0,09 y 1,90 mg/L, con promedio 0,30 mg/L, se registraron iso-oxígenas hasta 1,8 mg/L (Fig. 154), estados anóxicos se presentaron entre playa Buenos Aires y Uripe. Los valores <4 mg/L no cumplen con lo establecido por el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Potencial de iones hidronio (pH).- La concentración superficial fue ligeramente alcalina, con valores de 7,67 a 8,15. En el fondo osciló entre 7,67 a 8,08 (Figs. 155, 156).

Nutrientes.- Los fosfatos superficiales oscilaron entre 0,070 y 0,116 mg/L, promedio 0,091 mg/L, las isolíneas variaron de 0,075 a 0,105 mg/L; en la zona comprendida desde Uripe hasta playa Las Delicias

Tabla 25.- Composición zooplanctónica en Huanchaco, abril 2010

Zona	Estaciones	L. B.	L.C.A	Gasterópodos	Copépodos	Huevo de peces		Larva de peces		Balanus	Larva de muy muy
						Engraulidae	Scianidae	Engraulidae	Scianidae		
Huanchaco	1	30	0	1	635	1	0	0	0	28	
	3	79	0	2	257	0	0	0	0	18	
	4	37	0	2	841	0	0	0	0	12	
	6	19	0	1	277	0	0	0	0	21	
	7	52	0	3	659	0	0	0	0	17	
	9	17	0	2	789	0	0	1	0	29	1
	10	122	0	0	1120	0	0	0	0	37	
	12	109	0	3	575	0	0	0	0	55	
	13	148	0	0	366	0	0	0	0	66	
15	87	0	0	411	0	1	0	0	71		

Tabla 26.- Biomasa de especies del bentos en Huanchaco, abril 2010

Grupo	Especie	Ind/m ²	%
Molusco	<i>Mulinia sp.</i>	3620	65,8
Molusco	<i>Nasarius wilsoni</i>	74	1,3
Crustáceo	<i>Pinixia sp.</i>	40	0,7
Crustáceo	<i>Ostracodo</i>	20	0,4
Lofoforado	<i>Phoronis</i>	400	7,3
Poliqueto	<i>Onophidae</i>	120	2,2
Poliqueto	<i>Polinoiadae</i>	320	5,8
Poliqueto	<i>Flagelligeridae</i>	660	12,0
Poliqueto	<i>Syllidae</i>	250	4,5
<i>Total</i>		5504	100,0

Tabla 27.- Índices de la estructura comunitaria del bentos en Huanchaco, abril 2010

Zona	Huanchaco
S	9
N	5504
Índice Margalef	0,9288
Equidad Pielou	0,557
Diversidad Shannon	1 224
Dominancia Simpson	0,5417

Tabla 28.- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos por línea de playa en Huanchaco, mayo 2010

HUANCHACO	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	18.8	A	21.0	RM1	19.3
Oxígeno(mg/L)	6.94	B	7.92	RM1	7.31
Potencial de Hidronio	7.50	RM1	7.99	F	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	1.84	C	59.50	F	20.16
Aceites y Grasas (mg/L)	0.3529	B	1.4433	D	0.8904
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	1.47	A	10.54	F	3.73
Materia Orgánica Total (%)	0.98	D	6.02	F	3.2
Fosfato (mg/L)	0.12	D	0.421	F	0.202
Silicato (mg/L)	0.624	A	1.644	RM1	0.936
Nitrato (mg/L)	0.143	D	0.545	RM1	0.242
Nitrito (mg/L)	0.017	D	0.067	RM1	0.028
Coliformes Totales (NMP/100mL)	2400	A	240000	F	
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	750	B	43000	F	

predominó concentraciones superiores a 0,095 mg/L, en la zona norte ascendió a la costa con isolíneas de 0,075 a 0,105 mg/L. En fondo varió de 0,080 a 0,159 mg/L, con promedio 0,099 mg/L, se observó concentraciones >0,100 mg/L, con la isolínea de 0,140 mg/L a 1,8 mn frente a la desembocadura del río Moche (Figs. 157, 158), sobrepasando el ECA en las categorías 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Los silicatos en superficie fluctuaron de 0,137 a 0,812 mg/L, con promedio de 0,542 mg/L; se generaron isolíneas de 0,30 a 0,70 mg/L (Fig. 159), en fondo la concentración promedio fue similar; el valor más alto se ubicó frente a playa Buenos Aires dentro de 0,5 mn y frente al colector Salaverry por fuera de 1,5 mn (Fig. 160). En general se observó valores alterados pero que cumplieron con el ECA.

Los nitratos en superficie oscilaron entre 0,089 a 0,235 mg/L, con promedio 0,121 mg/L, originando una isolínea de 0,100 mg/L en el borde costero central y otra isolínea de 0,190 mg/L por fuera de las 2 mn frente a la desembocadura del río Moche (Fig. 161); en fondo fluctuaron entre 0,081 y 0,214 mg/L, con promedio 0,027 mg/L (Fig. 162), estos valores no sobrepasan el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Los nitritos a nivel superficial presentaron un núcleo de 0,015 mg/L a 1,2 mn del borde costero de Salaverry y la bocana del río Moche (Fig. 163); en fondo se observó una distribución ascendente hacia el litoral con isolíneas de 0,020 a 0,035 mg/L (Fig. 164).

En general se evidenció el deterioro de la calidad acuática, debido a las diversas descargas provenientes de actividades antropogénicas; se

apreció procesos de surgencia con valores de oxígeno superficial entre 2 y 5 mg/L, así como DBO menores a 3 mg/L.

Sólidos suspendidos totales.- En superficie oscilaron entre 23,0 y 45,5 mg/L, con promedio 33,09 mg/L; las zonas más alteradas estuvieron frente a ENAPU (2,5 mn) y desembocadura del río Moche (0,3 mn) (Fig. 165), estos valores no sobrepasaron el ECA en la categoría 2, subcategoría 3, sin embargo los valores >30,0 mg/L, no cumplen con ECA categoría 4.

Aceites y grasas.- En superficie presentaron valores de 0,6 a 4,1 mg/L, a excepción del borde costero frente a la desembocadura del río Moche con isolíneas de 1,0 a 3,5 mg/L (Fig. 166) estas concentraciones no cumplieron con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4,

Tabla 29.- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la cuenca baja del río Moche, mayo 2010

RÍO MOCHE	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	21.0	RM1	22.2	RM3	21.4
Oxígeno(mg/L)	7.92	RM1	8.82	RM3	8.32
Potencial de Hidronio	7.11	RM3	7.50	RM1	
Solidos Suspendidos Totales (mg/L)	19.50	RM1	84.50	RM3	48.83
Aceites y Grasas (mg/L)	0.6250	RM1	1.3265	RM2	0.9758
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	1.14	RM2	14.87	RM3	5.96
Fosfato (mg/L)	0.134	RM2	0.211	RM1	0.167
Silicato (mg/L)	0.375	RM2	1.945	RM3	1.321
Nitrato (mg/L)	0.545	RM1	1.158	RM2	0.807
Nitrito (mg/L)	0.01	RM3	0.067	RM1	0.042
Coliformes Totales (NMP/100mL)	43000	RM2	750000	RM3	
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	39000	RM1	43000	RM2-RM3	

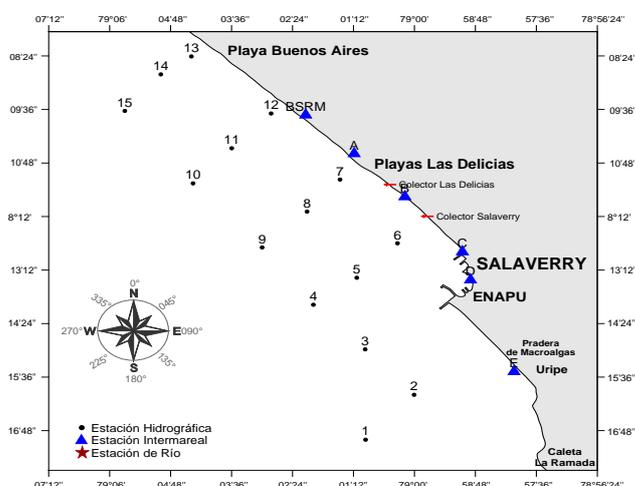


Figura 143.- Evaluación de Calidad Ambiental en el litoral de la región La Libertad, abril 2010

siendo evidente la alteración al medio acuático debido a las diversas descargas de la línea costera.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).- En superficie varió de 1,90 a 2,80 mg/L, con promedio 2,39 mg/L, los valores más altos se ubicaron en las estaciones próximas al borde costero, dentro de las 0,3 mn (Fig. 167) y cumplieron con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Materia Orgánica Total (MOT).- En el sedimento marino osciló entre 0,42 a 5,49% con promedio 3,27%, los valores >3% se presentaron a 1,2 mn del borde costero frente a la desembocadura del río Moche y Uripe, también se observó un núcleo de 4% próximo al litoral marino costero de la playa Las Delicias, donde predominaron sedimentos

de color gris verdoso con textura de fango limoso y con moderado a fuerte olor a sulfuros (Fig. 168).

Coliformes totales y Termotolerantes.- La distribución de los coliformes totales en superficie fluctuó entre <30 y 930 NMP/100 mL, los valores más altos se presentaron entre ENAPU y el colector de Salaverry con isolíneas de 800 a 50 NMP/100 mL (Fig. 169), superando lo establecido en el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4. Los coliformes termotolerantes presentaron valores entre <30 y 430 NMP/100 mL, la distribución fue similar a los coliformes totales (Fig. 170).

Plancton.- Los volúmenes de plancton presentaron valores de 0,4 mL/m³ a 0,7 mL/m³, con promedio 0,53 mL/m³ en la zona de Salaverry.

El fitoplancton estuvo conformado principalmente por diatomeas *Coscinodiscus curvatus* y *C. centralis*, con índices de abundancia relativa de muy abundante, también se encontró diatomeas de afloramiento con alta tasa de reproducción típicas de las primeras fases de sucesión como: *Thalassiosira subtilis*, *Chaetoceros curvatus* y *Ch. lorenzianus*. Se determinó abundancia de dinoflagelados cosmopolitas: *Ceratium furca* y *Protoperidinium depressum*, asociados a temperaturas superficiales de 17,6 °C a 18,8 °C (Tabla 30).

En el zooplancton, los grupos mayormente representados fueron los copépodos, balanus, larvas de bivalvos, y gasterópodos y menor ocurrencia presentaron los huevos de peces (familia Sciaenidae) y larvas de concha de abanico.

Bentos.- Se registraron 7 especies distribuidas en 4 grupos taxonómicos, de las cuáles 2 especies correspondieron a moluscos, 2 a crustáceos, 2 a poliquetos y 1 lofoforado. El grupo taxonómico con la mayor representatividad en abundancia fue moluscos con 35,5%.

La dominancia en términos de densidad estuvo representada por el molusco *Mulinia* sp. con 2664 ind.m⁻², seguido de la familia *Flagelligeridae* con 2108 ind.m⁻² y la menor densidad fue representada por crustáceos con 60 ind.m⁻² (Tabla 32).

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad fue 1,483 bits/ind; y la riqueza

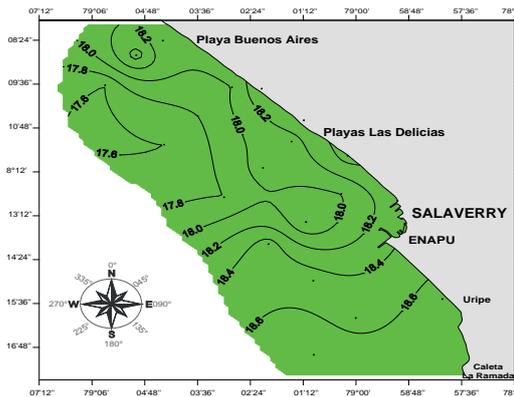


Figura 144.- Distribución térmica superficial (°C) en Salaverry, abril 2010

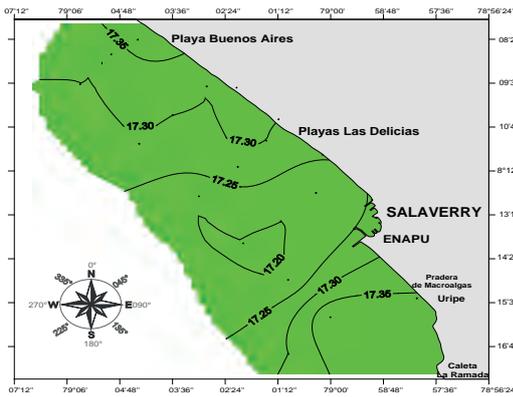


Figura 145.- Distribución térmica de fondo (°C) en Salaverry, abril 2010

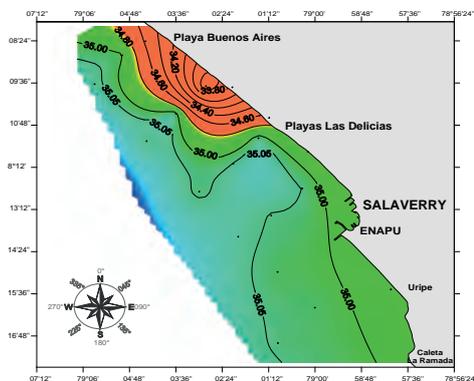


Figura 146.- Salinidad superficial (ups), Salaverry, abril 2010

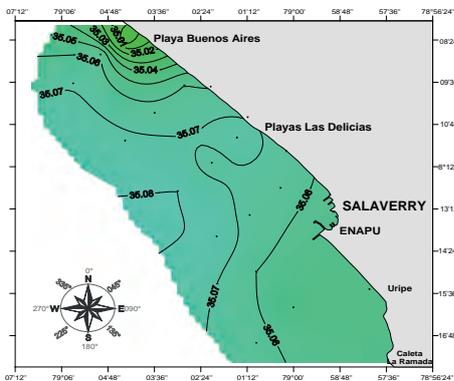


Figura 147.- Salinidad de fondo (ups) en Salaverry, abril 2010

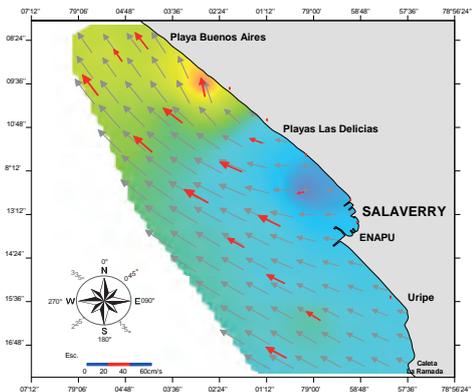


Figura 148.- Corrientes superficiales (cm/s), Salaverry, abril 2010

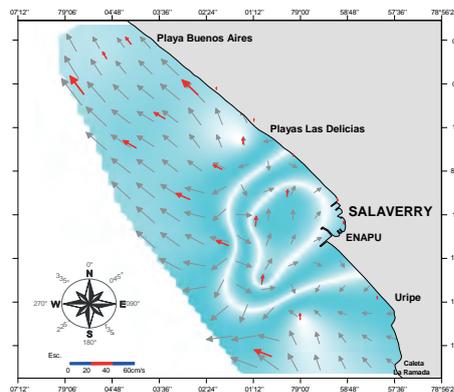


Figura 149.- Corrientes de fondo (cm/s), Salaverry, abril 2010

específica estuvo conformada por 7 especies (Tabla 33).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS POR PLAYA DE LA ZONA DE SALAVERRY

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos registrados

por playa de la zona de Salaverry se indican en la Tabla 34. La mayoría de los registros cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Los valores registrados de sólidos suspendidos y de silicatos, a excepción de la estación C, superaron el

ECA en la categoría 4, sin embargo están acorde con la categoría 2, subcategoría 3.

Los fosfatos superaron el ECA en las categorías 2, subcategoría 3 y categoría 4. Los valores >30 NMP/100 mL para coliformes totales y termotolerantes superaron los

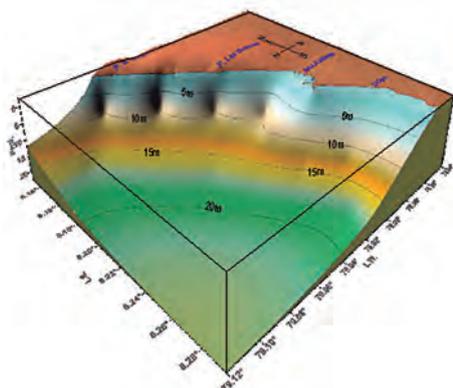


Figura 150.- Batimetría (m), Salaverry, abril 2010

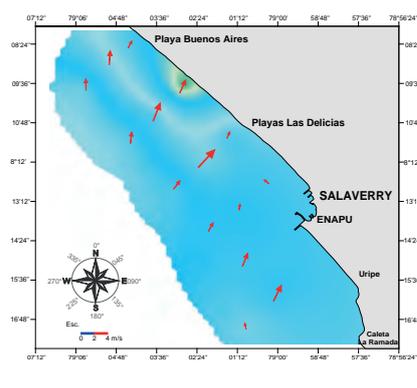


Figura 151.- Vientos (m/s), Salaverry, abril 2010

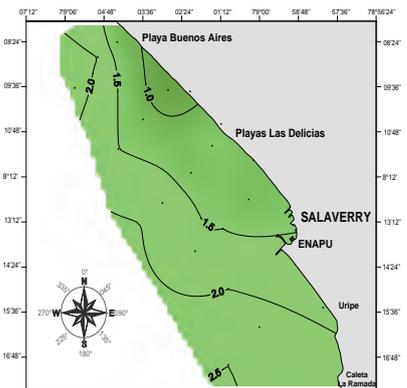


Figura 152.- Transparencia (m), Salaverry, abril 2010

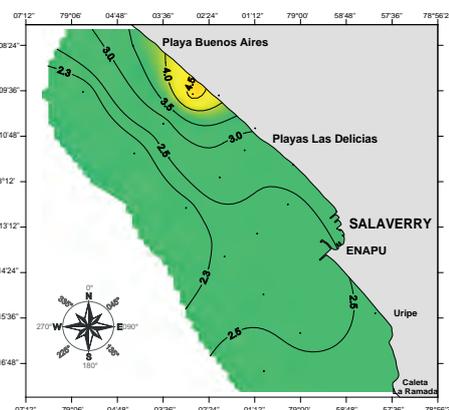


Figura 153.- Oxígeno superficial (mg/L), Salaverry, abril 2010

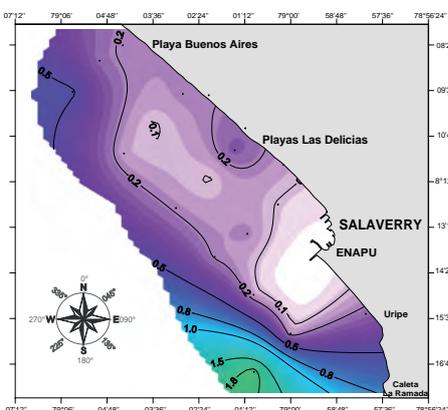


Figura 154.- Oxígeno de fondo (mg/L), Salaverry, abril 2010

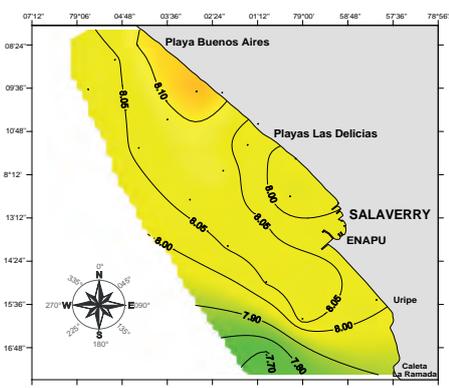


Figura 155.- pH superficial, Salaverry, abril 2010

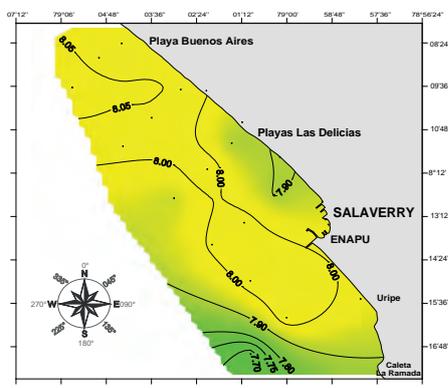


Figura 156.- pH de fondo, Salaverry, abril 2010

valores establecidos en el ECA en las categorías 2 y 4.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN LA ZONA DE PUERTO MORÍN

En Puerto Morín se evaluaron por mar y línea de playa la ensenada de Puerto Morín y Cerro Negro, la evaluación se complementó con 3

estaciones hidrográficas ubicadas en la cuenta baja del río Virú (Fig. 171).

Temperatura.- La distribución térmica en la superficie del mar presentó valores entre 18,2 y 19,2 °C con promedio 18,8 °C, se detectaron isotermas de 18,4 a 22,0 °C dentro de 3 mn del borde costero, se evidenció la influencia de río Virú

(Fig. 172). En fondo osciló entre 17,3 y 17,9 °C (Fig. 173).

Salinidad.- En superficie presentó concentraciones entre 34,614 y 35,072 ups con promedio 34,941 ups, se detectaron iso-halinas de 34,750 a 35,050 ups, los valores más bajos se encontraron alrededor de Cerro Negro debido

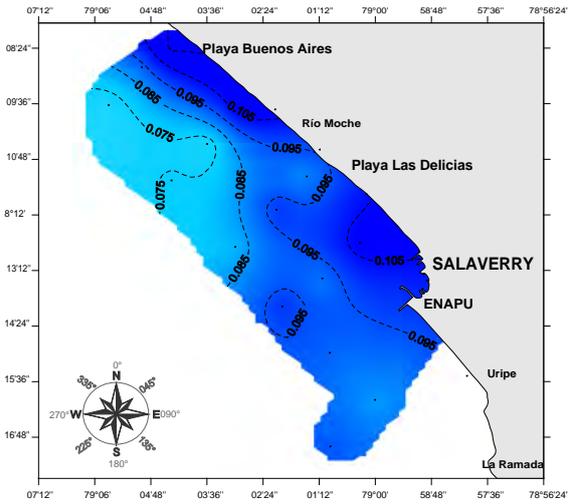


Figura 157.- Fosfato superficial (mg/L), Salaverry, abril 2010

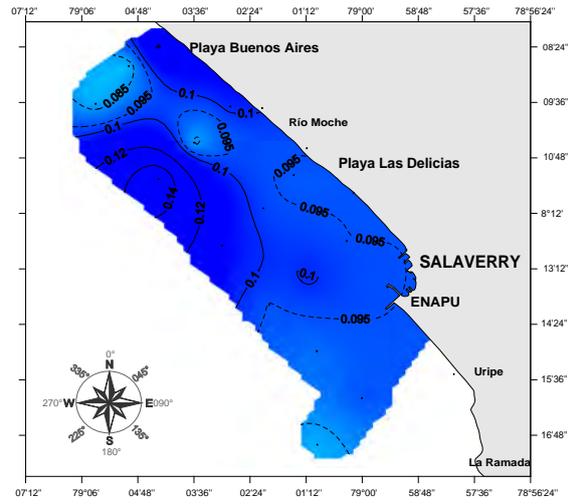


Figura 158.- Distribución de fosfato de fondo (mg/L) en Salaverry, abril 2010

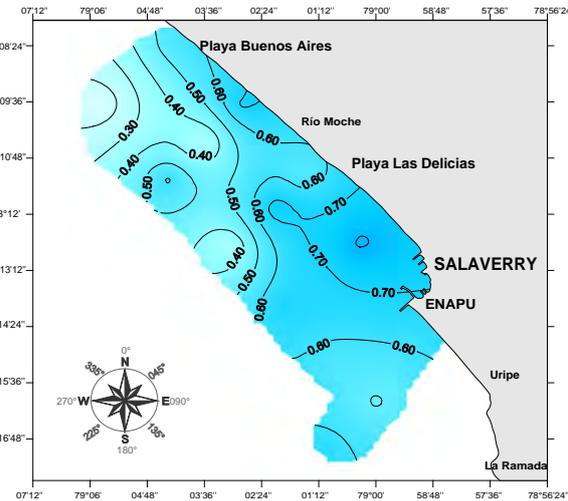


Figura 159.- Silicato superficial (mg/L), Salaverry, abril 2010

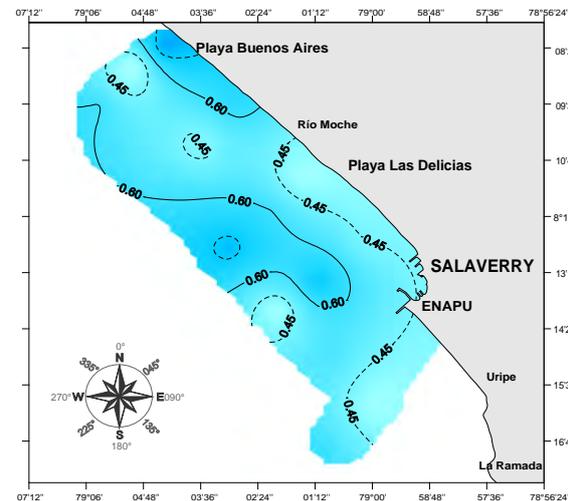


Figura 160.- Silicato de fondo (mg/L), Salaverry, abril 2010

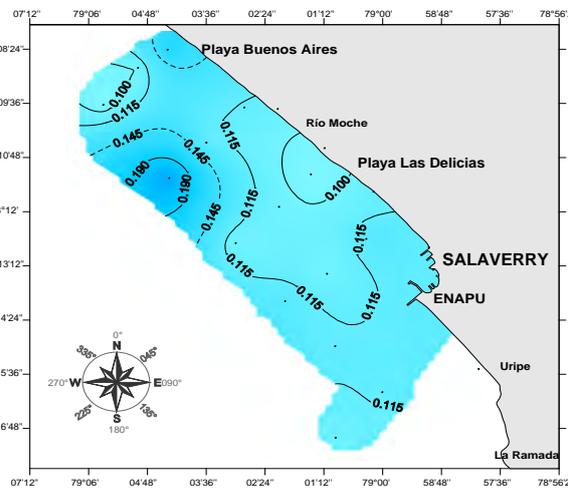


Figura 161.- Nitrato superficial (mg/L), Salaverry, abril 2010

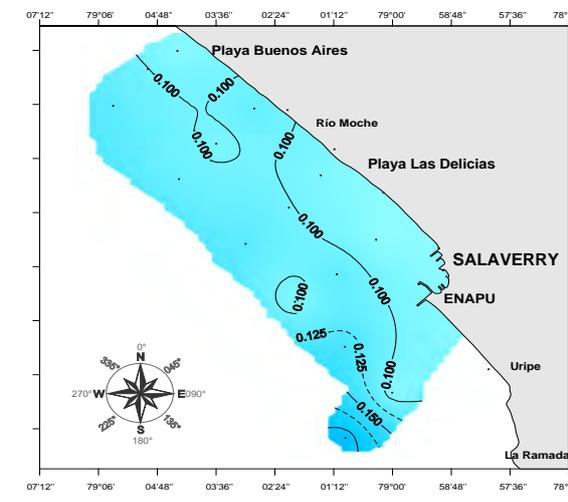


Figura 162.- Nitrato de fondo (mg/L), Salaverry, abril 2010

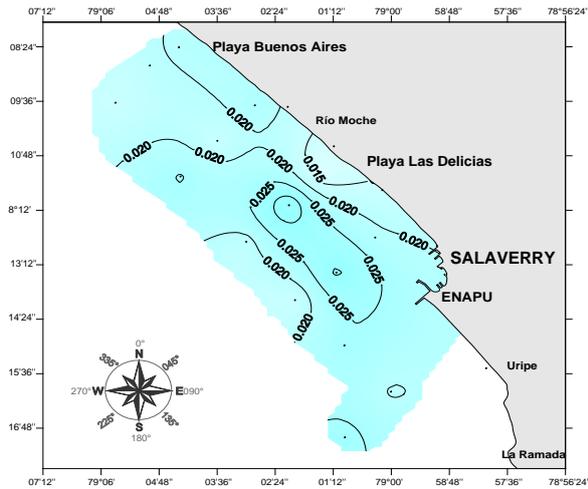


Figura 163.- Nitrito superficial (mg/L), Salaverry, abril 2010

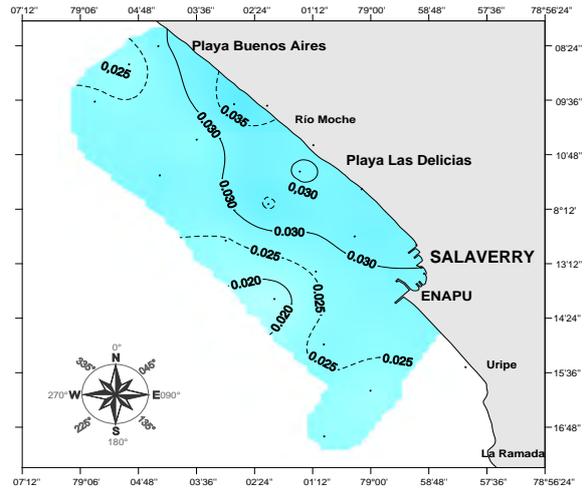


Figura 164.- Nitrito de fondo (mg/L), Salaverry, abril 2010

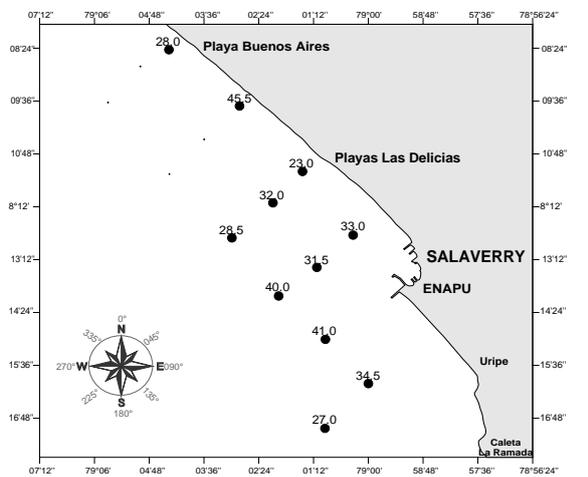


Figura 165.- Sólidos suspendidos totales superficiales, Salaverry (mg/L), abril 2010

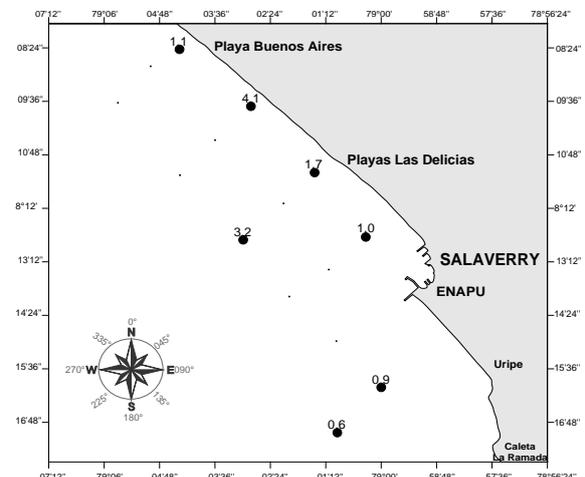


Figura 166.- Aceites y grasas superficiales (mg/L), Salaverry, abril 2010

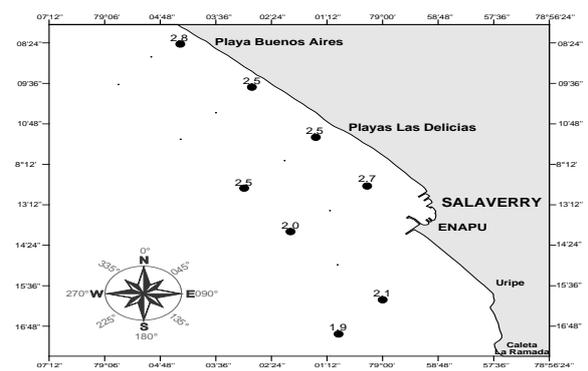


Figura 167.- DBO superficial (mg/L), Salaverry, abril 2010

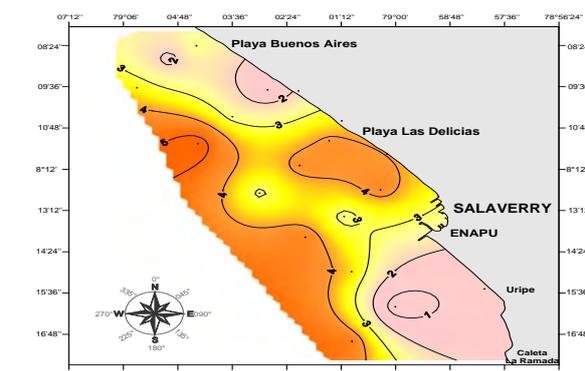


Figura 168.- MOT (%), Salaverry, abril 2010

a la mezcla con las aguas del río Virú (Fig. 174). En fondo varió de 34,973 a 35,081 ups, se detectaron iso-halinas de 35,000 a 35,070 ups, (Fig. 175).

Corrientes marinas.- En superficie, frente a Cerro Negro predominó la dirección noroeste registrando la mayor intensidad con valores de 52,8 cm/s, mientras que frente a la

ensenada la masa de agua migró luego de impactar con el borde costero con proyección norte y noroeste donde se presentaron los valores más bajos (7,2 cm/s). En fondo la

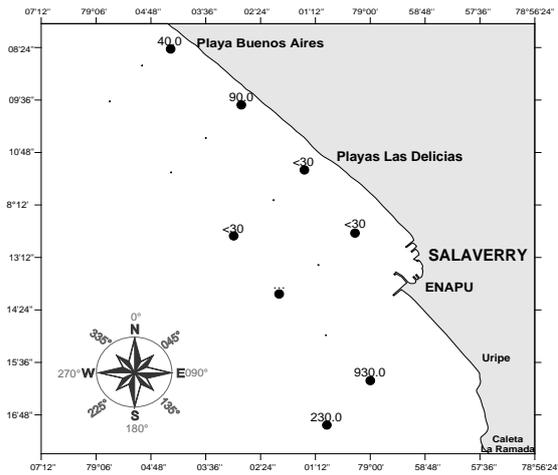


Figura 169.- Coliformes totales superficiales (NMP/100mL), Salaverry, abril 2010

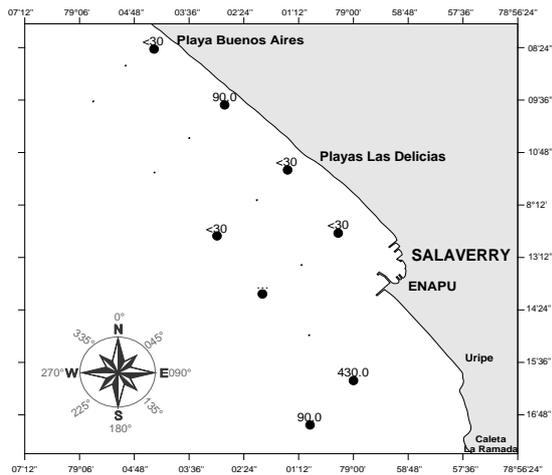


Figura 170.- Coliformes termotolerantes superficiales (NMP/100mL), Salaverry, abril 2010

Tabla 30.- Fitoplancton en Salaverry, abril 2010

Zona	Salaverry		
Estaciones	1	7	15
Volumen (mL/L)	0,4	0,7	0,5
DIATOMEAS			
<i>Coscinodiscus curvatus</i>	4	4	4
<i>Coscinodiscus centralis</i>	4	4	4
<i>Coscinodiscus gigas</i>	2	2	2
<i>Coscinodiscus granii</i>	2	2	2
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	2	2	2
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1	0	0
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	1	0	0
<i>Ditylum brightwellii</i>	1	0	0
<i>Guinardia flacida</i>	1	0	1
<i>Lithodesmium undulatum</i>	2	1	1
<i>Pseudonitzschia c.f.pungens</i>	1	0	0
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	1	0	0
<i>Stephanopyxis turris</i>	1	1	0
<i>Thalassiosira subtilis</i>	1	0	0
DINOFLAGELADOS			
<i>Ceratium furca</i>	3	3	3
<i>Ceratium fusus</i>	2	2	2
<i>Ceratium horridum</i>	1	0	0
<i>Ceratium tripos</i>	2	2	2
<i>Dinophysis caudata</i>	1	1	1
<i>Protoperdinium depressum</i>	1	2	2

intensidad decreció variando de 1,5 a 33,4 cm/s; la distribución fue similar en ambos niveles (Figs. 176, 177).

Batimetría.- La profundidad de la zona varió de 7 a 18 m, con promedio 12,5 m, se observó la isobata de 5 m

entre 0,5 y 1,0 mn del borde costero, evidenciando una pendiente muy suave en la ensenada de Puerto Morín (Fig. 178).

Vientos.- Predominaron vientos del suroeste de intensidad débil

en un rango de 2,6 a 4,5 m/s, con promedio 3,5 m/s, la intensidad aumentó hacia la costa (Fig. 179).

Transparencia.- Presentó visibilidades de 0,9 a 1,6 m, con promedio 1,2 m, la distribución fue decreciente hacia el litoral costero de la ensenada con isolíneas de 1,4 a 1,2 m (Fig. 180).

Oxígeno.- En superficie presentó valores entre 1,81 a 3,81 mg/L, con promedio 2,51 mg/L, la distribución fue descendente hacia el borde costero con iso-oxigenas de 3,0 a 2,0 mg/L, a excepción de la zona norte donde varió de 3,0 a 3,5 mg/L hacia el borde costero (Fig. 181). En fondo la concentración osciló entre 0,46 a 1,48 mg/L, con promedio 0,86 mg/L, los valores más bajos se presentaron frente a Cerro Negro con núcleo de 0,5 mg/L (Fig. 182). Los valores <4 mg/L no cumplen con lo establecido por el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4, sin embargo estos valores indicarían procesos de afloramiento.

Potencial de hidronio (pH).- La concentración superficial fue ligeramente alcalina, con valores de 7,88 a 8,09. En fondo el pH el rango varió de 7,79 a 8,03 (Figs. 183, 184).

Tabla 31.- Zooplancton en Salaverry, abril 2010

Zona	Estaciones	L. B.	L.C.A	Gasterópodos	Copépodos	Huevo de peces		Larva de peces		Balanus
						Engraulidae	Scianidae	Engraulidae	Scianidae	
Salaverry	1	394	2	16	623	0	1	0	0	56
	2	117	0	5	1823	0	0	0	0	89
	7	955	8	12	2561	0	0	0	0	130
	9	1351	2	16	1994	0	0	0	0	257
	13	189	1	5	1461	0	0	0	0	51
	15	113	0	8	638	0	0	0	0	33

Tabla 32.- Densidad del bentos, Salaverry, abril 2010

Grupo	Especie	Ind/m ²	%
Molusco	<i>Mulinia sp.</i>	2664	34,1
Molusco	<i>Nasarius wilsoni</i>	112	1,4
Crustáceo	<i>Pinixia sp.</i>	60	0,8
Crustáceo	<i>Ostracodo</i>	200	2,6
Lofoforado	<i>Phoronis</i>	1906	24,4
Poliqueto	<i>Onophidae</i>	760	9,7
Poliqueto	<i>Flagelligeridae</i>	2108	27,0
Total		7810	100,0

Tabla 33.- Índices de la estructura comunitaria del bentos, Salaverry, abril 2010

Zona	Salaverry
S	7
N	7810
Índice Margalef	0,6694
Equidad Pielou	0,7623
Diversidad Shannon	1 483
Dominancia Simpson	0,7409

Tabla 34.- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos por línea de playa, Salaverry, mayo 2010

SALAVERRY	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	18.3	C	18.7	E	18.5
Oxígeno(mg/L)	5.82	D	7.73	E	7.04
Potencial de Hidronio	7.77	A	7.92	E	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	27.00	C	54.50	B	39.13
Aceites y Grasas (mg/L)	0.0000	BSRM-B	0.9000	A	0.2200
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	1.00	C-D	2.21	BSRM	1.49
Materia Orgánica Total (%)	0.46	A	4.97	BSRM	1.84
Fosfato (mg/L)	0.033	C	0.136	A	0.095
Silicato (mg/L)	0.133	C	0.837	E	0.664
Nitrato (mg/L)	0.13	D	0.271	BSRM	0.183
Nitrito (mg/L)	0.003	C	0.021	B	0.017
Coliformes Totales (NMP/100mL)	40	C-E	230	A-B	
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	<30	BSRM-C-E	230	A-B	

Nutrientes.- En superficie los fosfatos oscilaron entre 0,050 y 0,106 mg/L, con promedio 0,079 mg/L, el valor más alto (0,100 mg/L) se encontró frente a Naylamp. En fondo varió de 0,050 a 0,105 mg/L, presentando una distribución creciente hacia el borde costero con isolíneas de 0,55 a 0,90 mg/L (Figs. 185, 186).

Los silicatos en superficie variaron de 0,450 a 0,550 mg/L, en cambio frente a Cerro Negro se presentaron isolíneas de 0,250 mg/L a 0,550 mg/L (Fig. 187). En fondo la concentración presentó un núcleo de 0,60 mg/L y en la zona sur se presentaron valores más bajos (0,20 y 0,30 mg/L) (Fig. 188).

Los nitratos en superficie oscilaron de 0,091 a 0,328 mg/L, promedio 0,192 mg/L, presentó isolíneas de 0,150 a 0,200 mg/L, se observó la isolínea de 0,250 mg/L por fuera de 1 mn del borde costero de la zona sur (Fig. 189); en fondo fue ligeramente inferior, presentando similar distribución en ambos niveles (Fig. 190).

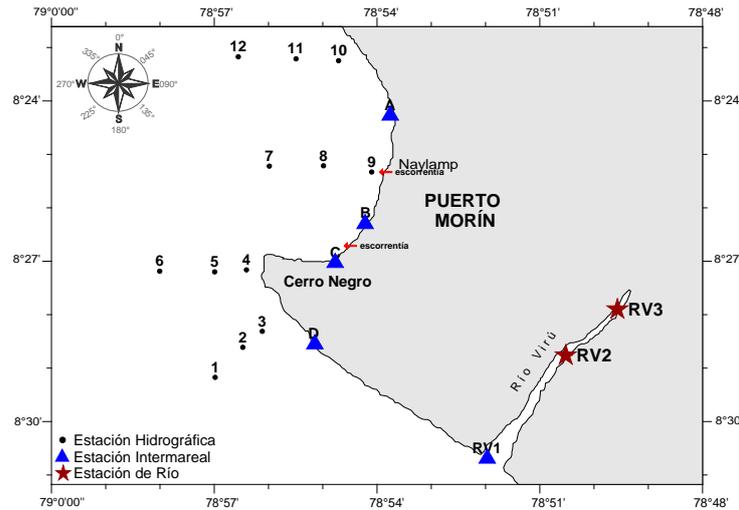


Figura 171.- Carta de posiciones en Puerto Morín, abril 2010

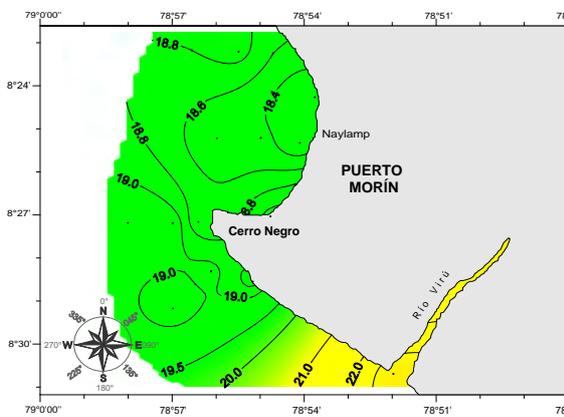


Figura 172.- Temperatura superficial (°C), Puerto Morín, abril 2010

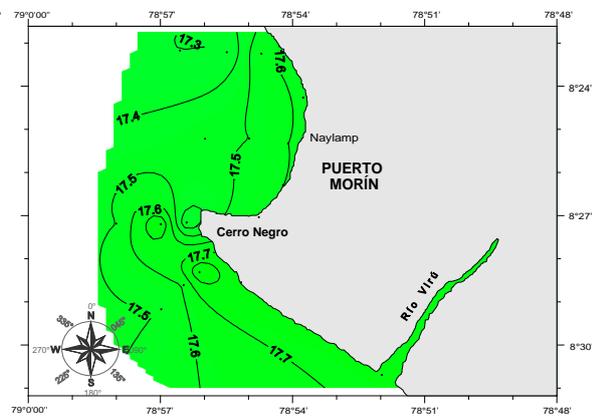


Figura 173.- Temperatura de fondo (°C), Puerto Morín, abril 2010

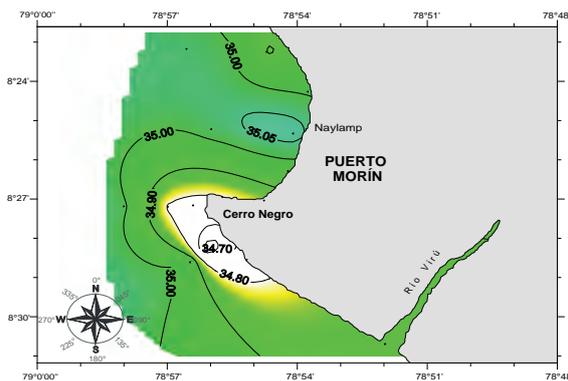


Figura 174.- Salinidad superficial (ups), Puerto Morín, abril de 2010

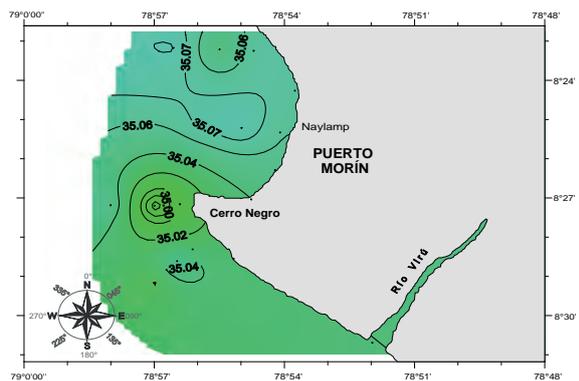


Figura 175.- Salinidad de fondo (ups) en Puerto Morín, abril 2010

Los nitritos en superficie y en la zona central presentaron aislínea de 0,025 mg/L y dos núcleos de 0,035 mg/L, mientras que en los extremos predominó la aislínea 0,020 mg/L (Fig. 191); en fondo en la ensenada se observó una distribución

homogénea con aislíneas de 0,015 a 0,020 mg/L (Fig. 192).

En general, la concentración de nutrientes en Puerto Morín, no sobrepasó el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Sólidos suspendidos totales.- Los sólidos suspendidos totales en superficie variaron de 20,50 a 55,00 mg/L, con promedio 35,94 mg/L, frente a Cerro Negro a 1 y 2,5 mn se registró el valor más bajo y más alto respectivamente (Fig. 193); los

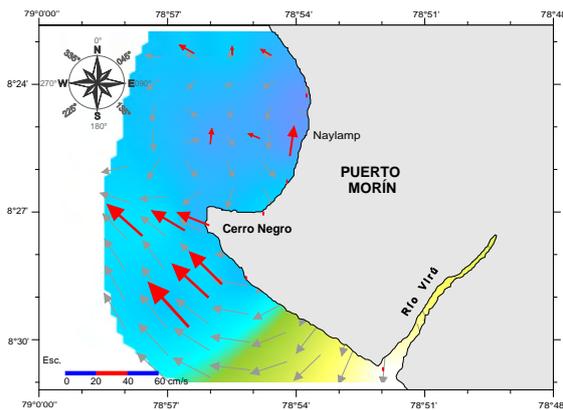


Figura 176.- Corrientes superficiales (cm/s), Puerto Morín, abril de 2010

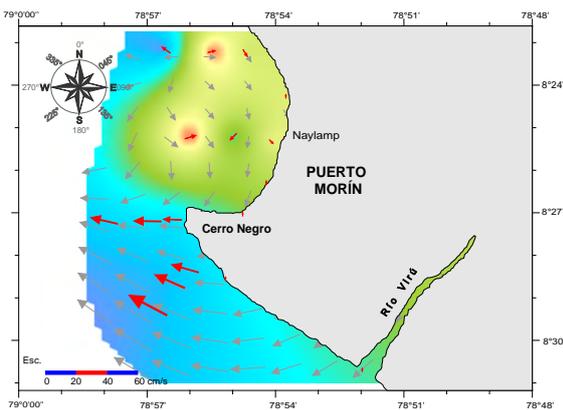


Figura 177.- Corrientes de fondo (cm/s), Puerto Morín, abril de 2010

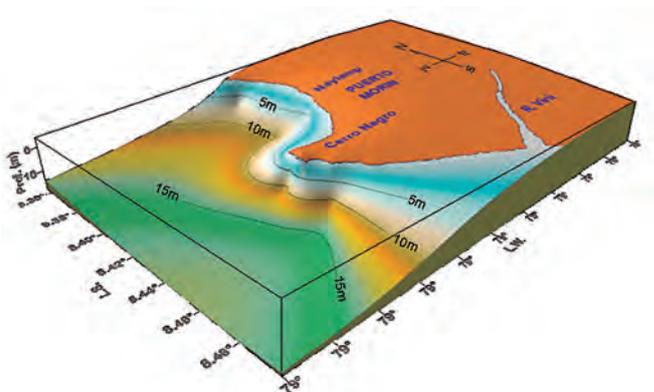


Figura 178.- Batimetría (m) en Puerto Morín, abril 2010

el fitoplancton estuvo conformado principalmente por diatomeas *Coscinodiscus curvatulus* y *C. centralis*, con índices de abundancia relativa de muy abundante; se encontró diatomeas de afloramiento con alta tasa de reproducción típicas de las primeras fases de sucesión como: *Chaetoceros curvisetus* y *Skeletonema costatum*. Fue importante la abundancia de dinoflagelados cosmopolitas *Ceratium furca* y *Protoperidinium depressum*, asociados a temperaturas superficiales de 18,2 °C a 19,2 °C (Tabla 35).

valores no sobrepasaron el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Aceites y grasas.- En superficie los valores oscilaron entre 0,500 a 1,100 mg/L (Fig. 194), los valores mínimos se registraron al interior de la ensenada, los máximos frente a Cerro Negro superando el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).- En superficie fluctuó entre 1,23 y 4,82 mg/L, con promedio 2,62 mg/L, observándose los valores más altos próximos al borde costero (Fig. 195) estos valores cumplen con el ECA.

Materia Orgánica Total (MOT).- En el sedimento presentó una distribución creciente hacia la zona centro de la ensenada con

núcleos de 4 a 5%, donde predominaron colores gris verdoso, con textura de fango, con ligero olor a ácido sulfhídrico (Fig. 196).

Coliformes totales y Termotolerantes.- Los coliformes totales en superficie, presentaron concentraciones <30 NMP/100 mL, exceptuando el extremo norte, con valores >30 NMP/100 mL, donde superó lo establecido en el ECA en las categorías 2 y 4 (Fig. 197). Los coliformes termotolerantes en superficie presentaron concentraciones similares a los coliformes totales (Fig. 198), identificándose que las concentraciones en el extremo norte sobrepasaron el ECA en las categorías 2 y 4.

Plancton.- Los volúmenes de plancton presentaron valores de 0,5 mL/m³ a 1,2 mL/m³, con promedio 0,87 mL/m³. En Puerto Morín,

Zooplankton.- Los grupos mayormente representados fueron los copépodos, larvas de bivalvos, crustáceos, huevos de peces; menor ocurrencia presentaron los gasterópodos y huevos y larvas de peces de las familias Sciaenidae y Engraulidae (Tabla 36).

Se registraron 5 especies distribuidas en 4 grupos taxonómicos, de los cuales 2 especies correspondieron a moluscos, 1 a crustáceos, 1 especie a lofoforado y 1 especie a poliqueto. El grupo taxonómico con la mayor representatividad en abundancia fue Lofoforado con el 59,6%.

Las especies dominantes en términos de densidad estuvieron representadas por los lofoforados con 760 ind.m⁻², seguido de *Mulinia* sp. con 364 ind.m⁻². El grupo taxonómico que presentó la mayor densidad fue lofoforados con 760 ind.m⁻²

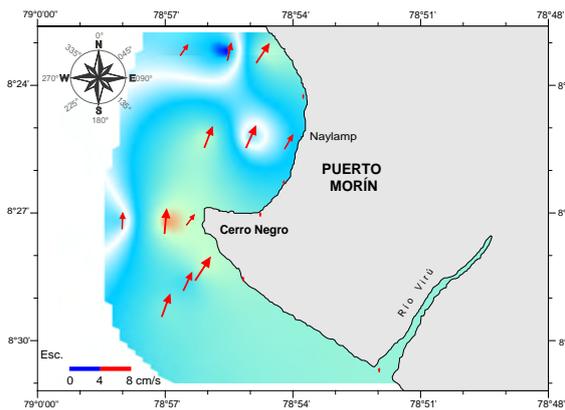


Figura 179.- Vientos (m/s), Puerto Morín, abril de 2010

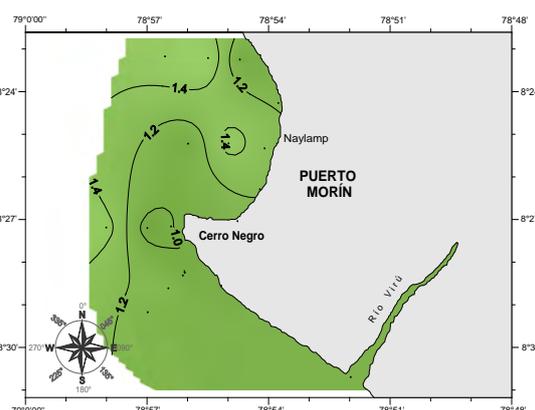


Figura 180.- Transparencia (m), Puerto Morín, abril 2010

y la menor densidad fue presentada por poliquetos con 60 ind.m⁻² (Tabla 37).

El análisis comunitario muestra que el índice de diversidad fue 1,05 bits/ind; la riqueza específica estuvo conformada por 5 especies (Tabla 38).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS POR PLAYA DE LA ZONA DE PUERTO MORÍN

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos registrados por playa de la zona de Puerto Morín se indican en la Tabla 39. Algunos de los registros cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4.

A excepción de la estación A, todos los valores de los sólidos suspendidos sobrepasaron el ECA en las categorías 2 y 4. Los aceites y grasas registrados en la estación B (6,2000 mg/L) sobrepasaron el ECA en las categorías 2 y 4. En relación a los fosfatos, con excepción la estación D (sur de Cerro Negro), no se encontraron acorde con el ECA en la categoría 4.

Los silicatos con excepción de la estación RV1 y los nitratos, con excepción de las estaciones C y RV1, cumplieron con el ECA categoría 4.

Los coliformes totales y termotolerantes con valores >30,00 NM-

P/100mL sobrepasaron el ECA en las categorías 2 y 4, apreciándose que las inmediaciones de Cerro Negro se encontró la zona más afectada.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL RÍO VIRÚ

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos registrados en el río Virú, se indican en la Tabla 40. Algunos de los registros cumplen con el ECA en la categoría 2, subcategoría 3 y categoría 4; sin embargo en los sólidos suspendidos, la estación RV1 no cumple con lo establecido por el ECA en la categoría 4 (Conservación del Medio Acuático: Ríos).

DISCUSIÓN

Durante la cuarta semana de abril hasta la primera semana de mayo 2010, la temperatura del mar en el litoral de la Región La Libertad, presentó valores próximos a lo normal propios de la etapa de transición entre eventos como El Niño de intensidad leve y La Niña de intensidad moderada.

Durante la evaluación predominaron valores termo-halinos característicos de Aguas Costeras Frías (ACF); sin embargo en la superficie, se evidenciaron influencias de las descargas continentales de aguas servidas y ríos, principal-

mente en las zonas de Huanchaco, Salaverry, Puerto Morín, Chérrepe y Magdalena de Cao.

La circulación marina presentó características y condiciones locales propias, en Magdalena de Cao, Huanchaco y Salaverry los flujos obedecieron al borde costero, permitiendo una rápida depuración y recambio de sus masas de agua; sin embargo, en las ensenadas de Pacasmayo, Malabrigo y Puerto Morín presentaron ligeros movimientos ciclónicos, incrementando la probabilidad de la alteración de las variables oceanográficas.

Las concentraciones superficiales de oxígeno disuelto presentaron valores cercanos a 3 mg/L, asociados a procesos de surgencia con temperaturas superficiales próximas a 18 °C. En fondo, se presentaron valores próximos a cero en las zonas de Huanchaco, Salaverry y Magdalena de Cao, valores que podrían estar relacionados con las características del sustrato, como fango con olor sulfuroso y alto contenido de materia orgánica con valores superiores a 4%.

Los fosfatos en superficie y fondo, presentaron la mayor concentración promedio en Magdalena de Cao y Salaverry con valores mayores a 0,091 mg/L y la menor concentración promedio se registró en Huanchaco con 0,045 mg/L.

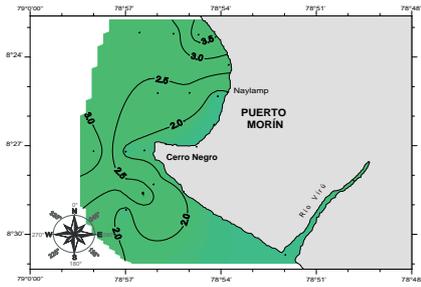


Figura 181.- Oxígeno superficial (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

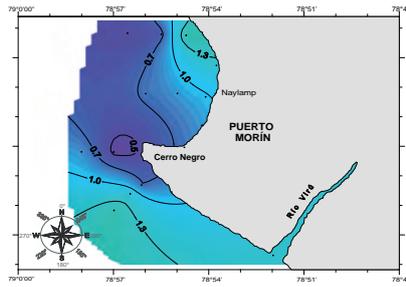


Figura 182.- Oxígeno de fondo (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

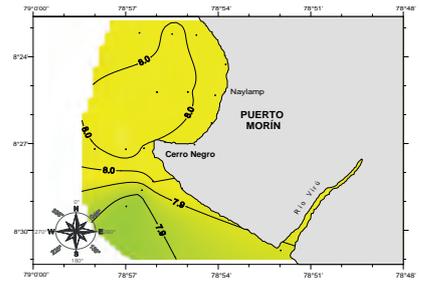


Figura 183.- pH superficial, Puerto Morín, abril 2010

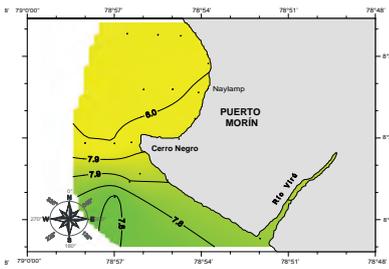


Figura 184.- pH de fondo, Puerto Morín, abril 2010

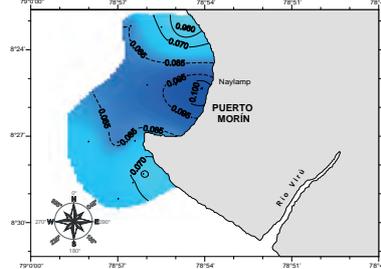


Figura 185.- Fosfato superficial (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

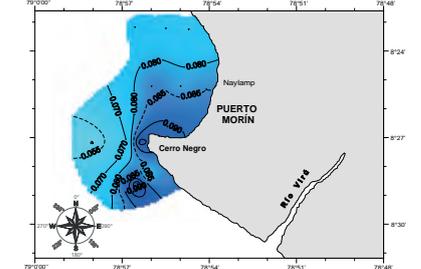


Figura 186.- Fosfato de fondo (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

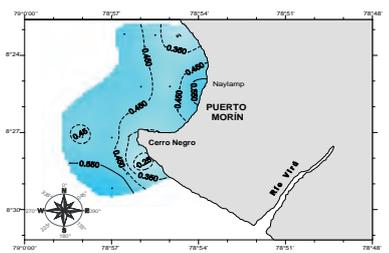


Figura 187.- Silicato superficial (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

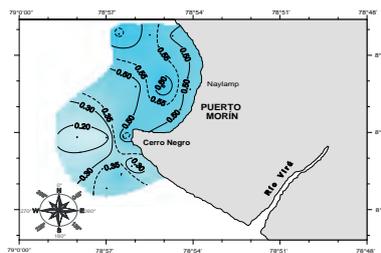


Figura 188.- Silicato de fondo (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

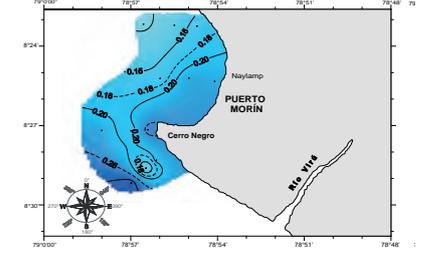


Figura 189.- Nitrato superficial (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

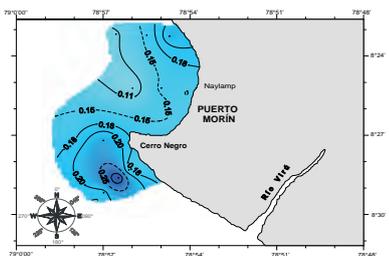


Figura 190.- Nitrato de fondo (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

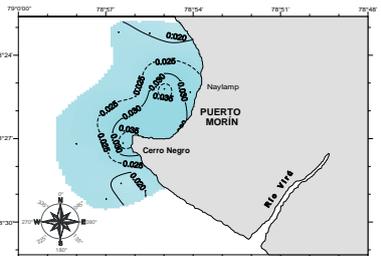


Figura 191.- Nitrito superficial (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

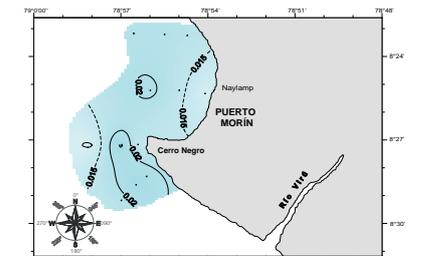


Figura 192.- Nitrito de fondo (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

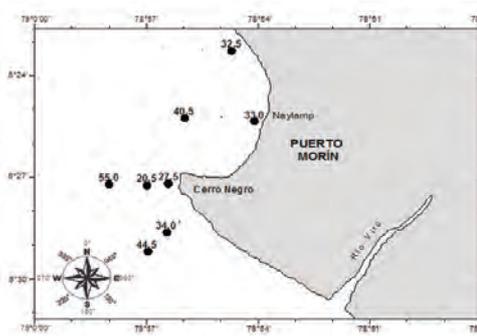


Figura 193.- Sólidos suspendidos totales superficiales (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

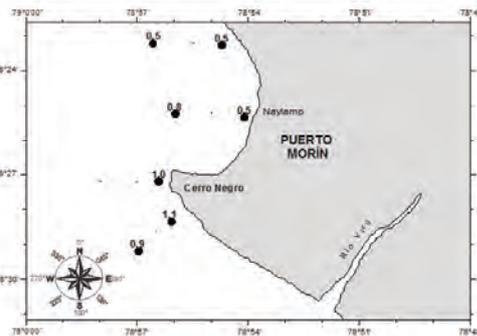


Figura 194.- Aceites y grasas superficiales (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

Los silicatos en superficie registraron la mayor concentración promedio en Salaverry con valores >0,54 mg/L, la menor concentración promedio se ubicó en Malabrigo con 0,30 mg/L.

Los nitratos en superficie presentaron la mayor concentración en Malabrigo, Pacasmayo, Magdalena de Cao y Huanchaco con promedios de 0,23 mg/L, mientras que la menor concentración promedio se encontró en Salaverry con 0,120 mg/L.

Los nitritos en superficie presentaron la mayor concentración en Puerto Morín, Salaverry y Magdalena de Cao con promedios superiores a 0,020 mg/L, mientras que la menor concentración se encontró en Malabrigo y Huanchaco con promedios próximos a 0,010 mg/L.

Generalmente la concentración de los nutrientes aumentó con la profundidad ya que en las capas superficiales los nutrientes son aprovechados por la fotosíntesis y el crecimiento del fitoplancton. También el uso indiscriminado de los detergentes fosfatados, utilizados en los diferentes procesos de limpieza, puede causar proliferación algal la que traería consigo gran consumo de oxígeno y producción de gases como el sulfuro de hidrógeno que permite la putrefacción de los fondos marinos induciendo el crecimiento de bacterias sulfato-reductoras.

La concentración de sólidos suspendidos totales en todas las zonas evaluadas presentaron valores acordes a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 2 (Actividades Marino Costeras, Subcategoría 3: Otras Actividades), sin embargo a excepción de la zona de Chérrepe todas sobrepasan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático, Ecosistema costero: Marinos).

Las concentraciones de aceites y grasa registradas en Salaverry (1,7938 mg/L) sobrepasan lo establecido en los Estándares Nacio-

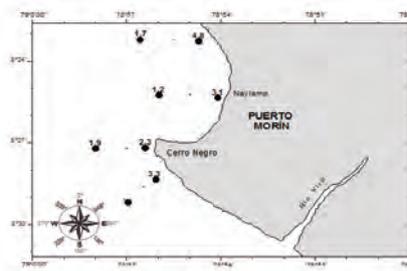


Figura 195.- DBO superficial (mg/L), Puerto Morín, abril 2010

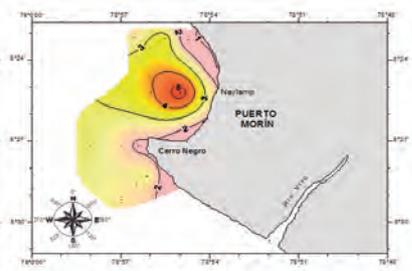


Figura 196.- MOT (%), Puerto Morín, abril 2010

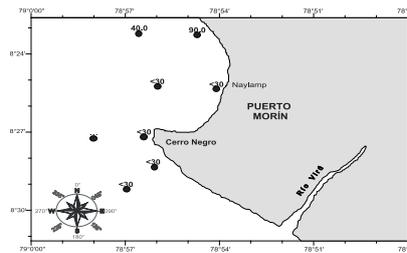


Figura 197.- Coliformes totales superficiales (NMP/100mL), Puerto Morín, abril 2010

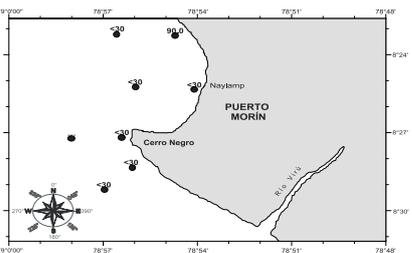


Figura 198.- Coliformes termotolerantes superficiales (NMP/100mL), Puerto Morín, abril 2010

Tabla 35.- Fitoplancton de Puerto Morín, abril 2010

Zona	Puerto Morín		
Estaciones	1	7	10
Volumen (mL)	0,5	1,2	0,9
DIATOMEAS			
<i>Coscinodiscus curvatus</i>	4	4	4
<i>Coscinodiscus centralis</i>	4	4	4
<i>Coscinodiscus gigas</i>	2	3	3
<i>Coscinodiscus granii</i>	2	2	2
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	2	2	2
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0	0	1
<i>Detonula cystifera</i>	1	0	0
<i>Ditylum brightwellii</i>	0	1	0
<i>Lithodesmium undulatum</i>	1	1	0
<i>Navicula sp</i>	0	0	1
<i>Skeletonema costatum</i>	0	1	0
<i>Thalassionema</i>	0	0	1
DINOFLAGELADOS			
<i>Ceratium furca</i>	3	3	3
<i>Ceratium fusus</i>	2	2	2
<i>Ceratium tripos</i>	2	2	2
<i>Dinophysis caudata</i>	0	1	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	2	1	2
SILICOFLAGELADOS			
<i>Dictyocha fibula</i>	0	1	0

nales de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático, Ecosistema marino costero: Marinos), en Magdalena de Cao y Puerto Morín se evidenció una leve alteración con valores superiores a 0,5000 mg/L.

La concentración de la demanda bioquímica de oxígeno en todas

las zonas evaluadas por mar estuvieron acorde con lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático, Ecosistema marino costero: Marinos) y Categoría 2 (Población y recreacional, Aguas superficiales destinadas para la recreación).

Tabla 36.- Composición del zooplancton superficial en la zona de Puerto Morín, abril 2010

Zona	Estaciones	L. B.	L.C.A	Gasterópodos	Copépodos	Huevo de peces		Larva de peces		Crustáceos	Balanus	Larva de muy muy
						Engraulidae	Scianidae	Engraulidae	Scianidae			
Puerto Morin	1	58	0	2	1567	3	13	0	1	4	11	3
	3	14	0	2	1302	25	2	0	3	6	8	6
	7	37	0	2	1955	7	2	1	2	15	23	15
	9	21	0	4	3604	3	1	0	1	12	84	12
	10	18	0	2	2010	2	0	0	2	10	121	10
	12	29	0	5	1966	1	0	0	0	14	72	14

Tabla 37.- Biomasa de especies del bentos en la Zona de Puerto Morín, abril 2010

Grupo	Especie	Ind/m ²	%
Molusco	<i>Mulinia sp.</i>	364	28,5
Molusco	<i>Nasarius wilsoni</i>	46	3,6
Crustáceo	<i>Pinixia sp.</i>	46	3,6
Lofoforado	<i>Phoronis</i>	760	59,6
Poliqueto	<i>Onophidae</i>	60	4,7
Total		1276	100,0

Tabla 38.- Índices de la estructura comunitaria de bentos, Puerto Morín, abril 2010

Zona	Puerto Morín
S	5
N	1276
Índice Margalef	0,5593
Equidad Pielou	0,6523
Diversidad Shannon	1,05
Dominancia Simpson	0,5595

Tabla 39.- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos por línea de playa en Puerto Morín, mayo 2010

PUERTO MORIN	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	18.2	A	22.9	RV1	19.5
Oxígeno(mg/L)	6.51	A	8.05	RV1	7.30
Potencial de Hidronio	7.91	A	8.16	RV1	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	26.50	A	128.50	RV1	60.80
Aceites y Grasas (mg/L)	0,0000	A	6,2000	B	1,4400
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	1.00	C	2.21	RV1	1.38
Materia Orgánica Total (%)	0.97	A	2.48	RV1	1.48
Fosfato (mg/L)	0.091	D	0.239	RV1	0.134
Silicato (mg/L)	0.314	B	4.191	RV1	1.22
Nitrato (mg/L)	0.189	D	0.758	RV1	0.348
Nitrito (mg/L)	0.015	RV1	0.023	A-D	0.02
Coliformes Totales (NMP/100mL)	<3	D	2400	C	
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	<3	D	2400	C	

Tabla 40.- Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del río Virú, mayo 2010

RÍO VIRU	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	22.9	RV1	23.7	RV3	23.4
Oxígeno(mg/L)	7.89	RV2	8.05	RV1	7.98
Potencial de Hidronio	7.85	RV3	8.16	RV1	
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	0.00	RV3	128.50	RV1	59.83
Aceites y Grasas (mg/L)	0.6000	RV1	0.6000	RV1	0.6000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	2.04	RV2	3.60	RV3	2.62
Fosfato (mg/L)	0.032	RV3	0.288	RV2	0.186
Silicato (mg/L)	0.322	RV2	4.191	RV1	1.851
Nitrato (mg/L)	0.758	RV1	1.45	RV3	1.146
Nitrito (mg/L)	0.001	RV3	0.016	RV2	0.011

Los registros de coliformes totales sobrepasaron lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático, Ecosistema marino costero: Marinos) y Categoría 2 (Población y recreacional, Aguas superficiales destinadas para la recreación) en las localidades de Pacasmayo, Puerto Morín, Magdalena de Cao, Huanchaco, Salaverry y la zona sur de Chérrepe.

Los coliformes termotolerantes sobrepasaron lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático, Ecosistema marino costero: Marinos) y Categoría 2 (Población y recreacional, Aguas superficiales destinadas para la recreación) en las zonas de Huanchaco, Salaverry, sur de Chérrepe y norte de Puerto Morín.

La evaluación en la línea de playa de la concentración de oxígeno y potencial de hidronio estuvo acorde con la norma vigente, mientras que los sólidos suspendidos totales (excepción de Huanchaco) sobrepasaron lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático, Ecosistema marino costero: Marinos). Así mismo, en Malabrigo, Magdalena de Cao y Huanchaco se presentaron concentraciones puntuales en aceites y grasas que sobrepasaron la norma vigente.

La calidad de agua en la cuenca baja de los ríos Chamán, Jequetepeque, Chicama, Moche y Virú respecto a la concentración de oxígeno y potencial de hidronio estuvo dentro de la normatividad vigente.

La contaminación microbiológica de coliformes totales y termotolerantes en la cuenca baja del río Moche no estuvo acorde con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua - Categoría 4

(Conservación del ambiente acuático, Ríos: Costa y Sierra), también se ubicó la mayor concentración en DBO y aceites y grasas con valores de 14,87 y 1,3267 mg/L, sobrepasando lo establecido por la norma.

El volumen de plancton con valores superiores a 0,7 mL/L, se encontró en Puerto Morín y Chérrepe, mientras el menor volumen se ubicó en Salaverry y Malabrigo (0,53 mL/L).

La variedad fitoplanctónica, tanto en especies como en abundancia estuvieron representados por diatomeas neríticas como *Coscinodiscus centralis*, *C. curvatulus* y *Lithodesmium undulatum*; asociados a procesos de surgencia de aguas costeras frías. Asimismo, se detectó ocurrencia y abundancia de dinoflagelados cosmopolitas como *Ceratium furca*, *C. fusus*, *C. tripus*, y *Protoperidinium depressum*.

La composición zooplanctónica estuvo representada por copépodos, larvas de bivalvos, balanus, gasterópodos, crustáceos cladóceros, apendicularias, tintínidos, huevos y larvas de peces.

En la zona de Chérrepe se encontró el mayor número de larvas de concha de abanico, lo que indicaría, si las condiciones geográficas lo permitieran, que sería apta para la captación de este molusco.

La diversidad bentónica varió entre 1,05 y 1,995 bits/ind, el mayor número de especies se registró en Pacasmayo (11 especies), mientras que el menor número se registró en Puerto Morín, Salaverry y Magdalena de Cao (<7 especies).

CONCLUSIONES

La calidad ambiental de la zona marino costero en la Región La Libertad presentó a Huanchaco, Salaverry y Magdalena de Cao con el más alto grado de contaminación marina producto de los continuos vertimientos de aguas

de uso doméstico, actividad marítima e industrial, así como aguas de escorrentía agrícola, afectando el sustrato, la calidad de agua y los recursos hidrobiológicos.

En Salaverry y Magdalena de Cao se presentaron los valores más bajos de diversidad bentónica y de volumen de plancton debido a la calidad ambiental encontrada.

Las variables oceanográficas primarias y los indicadores biológicos en su primer nivel trófico, indicaron recientes procesos de surgencia de aguas costeras frías.

Las altas concentraciones de nutrientes se debieron al aporte de efluentes de las áreas próximas a la desembocadura de los ríos, así como a los procesos de surgencia.

La concentración de sólidos suspendidos totales en la zona de Chérrepe cumplió con lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

La calidad acuática del río Moche se encontró deteriorada, presentando valores puntuales que sobrepasan la norma vigente.

Los resultados encontrados se desarrollaron en el periodo de transición entre los eventos El Niño de intensidad leve y La Niña de intensidad moderada (Nota de prensa 05-2010. ENFEN).

REFERENCIAS

- CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. J Mar Res. 24. 286 – 318.
- ENFEN. 2010. Nota de Prensa 05-2010
- MINAM. 2008. DS N° 002. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua
- STRICKLAND J, PARSON T. 1972. Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Board of Canada Ottawa. Bulletin 167.
- UNESCO 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Intergovernmental Oceanographic Commission. Manual and Guides N° 12.