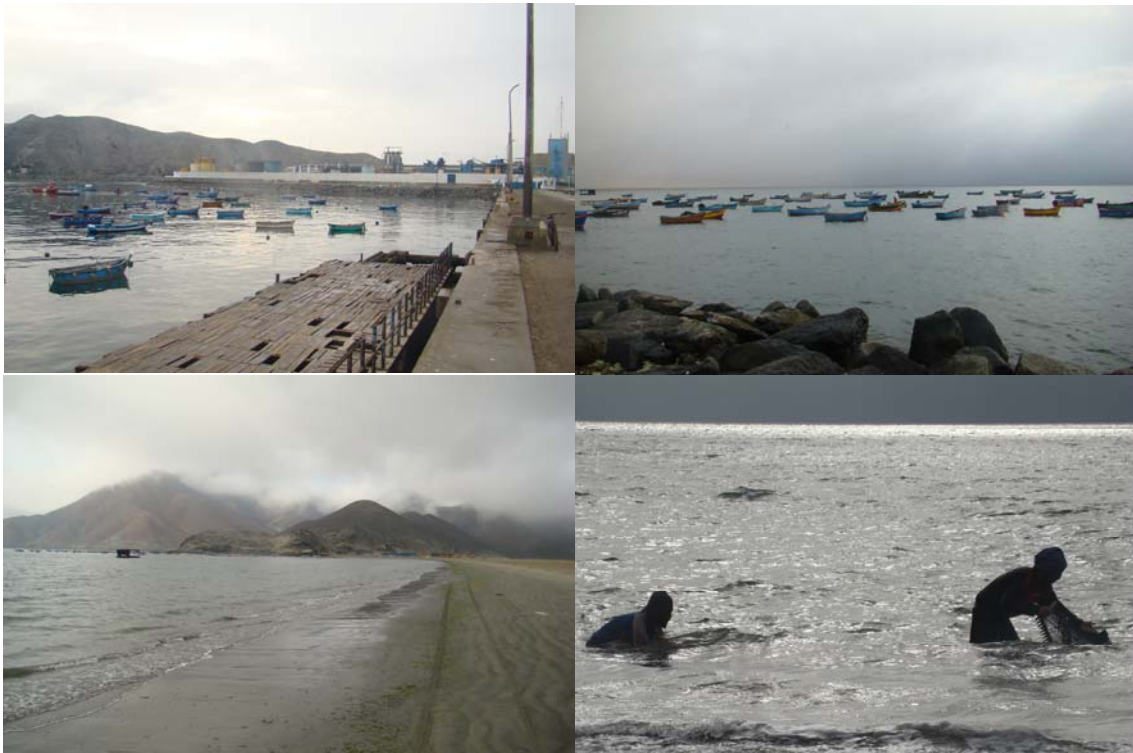




INFORME FINAL

ESTUDIO DE LINEA BASE EN EL AMBITO MARINO DE BAHIA DE SAMANCO 13 - 24 DICIEMBRE 2008



CHIMBOTE, FEBRERO DEL 2009

CONTENIDO

Resumen

1. Introducción
2. Materiales y métodos
 - 2.1 Plan general de muestreo
 - 2.2 Descripción general del área de estudio
 - 2.3 Geomorfología y ecosistemas
 - 2.4 Cartografía
 - 2.5 Meteorología y climatología
 - 2.6 Batimetría
 - 2.7 Sedimentos y materia orgánica
 - 2.8 Variables oceanográficas y calidad acuática
 - 2.9 Plancton marino
 - 2.10 Macrobentos
 - 2.11 Recursos que sustentan la pesca artesanal y bancos naturales
3. Resultados
 - 3.1 Geomorfología y ecosistemas
 - 3.1.1 Ecosistema terrestre
 - 3.1.2 Ecosistema marino
 - 3.2 Cartografía
 - 3.3 Meteorología y climatología
 - 3.4 Batimetría
 - 3.5 Sedimentos y materia orgánica
 - 3.5.1 Sedimentos
 - 3.5.2 Materia orgánica
 - 3.6 Variables oceanográficas y calidad acuática
 - 3.6.1 Temperatura
 - 3.6.2 Oxígeno disuelto
 - 3.6.3 Salinidad
 - 3.6.4 Corrientes marinas
 - 3.6.5 Turbidez
 - 3.6.6 Vientos locales
 - 3.6.7 Transparencia
 - 3.6.8 Mareas
 - 3.6.9 Nutrientes
 - 3.6.10 Potencial de iones hidronio
 - 3.6.11 Sólidos suspendidos totales
 - 3.6.12 Material orgánico extractable en hexano, MOEH-aceites y grasas
 - 3.6.13 Demanda bioquímica de oxígeno
 - 3.6.14 Coliformes
 - 3.6.15 Metales pesados en agua de mar
 - 3.6.16 Metales pesados en organismos marinos
 - 3.6.17 Metales pesados en sedimentos marinos

- 3.7 Plancton marino
 - 3.7.1 Fitoplancton
 - 3.7.2 Zooplancton
- 3.8 Macrobentos
- 3.9 Recursos que sustentan la pesca artesanal y bancos naturales
 - 3.9.1 Recursos hidrobiológicos
 - 3.9.2 Áreas de pesca
 - 3.9.3 Bancos naturales de invertebrados marinos comerciales
 - 3.9.4 Banco natural de concha de abanico
 - 3.9.5 Otras especies
- 3.10 Aspectos poblacionales
 - 3.10.1 Densidad poblacional
 - 3.10.2 Estructura de tallas
 - 3.10.3 Relación Longitud-Peso
- 4 Conclusiones
- 5 Referencias bibliográficas
- Participantes
- Anexos

RESUMEN EJECUTIVO

Se describen los resultados del Estudio de Línea Base (ELBA) efectuado por el Instituto del Mar del Perú en bahía de Samanco, ubicada en la Provincia de El Santa de la Región Ancash, del 13 al 24 de diciembre del 2008 en lo concerniente a trabajos de campo (operaciones en el mar y por línea de orilla). El procesamiento y análisis de antecedentes bibliográficos se realizaron en gabinete posterior a los trabajos de campo.

El objetivo central fue realizar un levantamiento integral de información geográfica, física, química, microbiológica, biológica y meteorológica a fin de constituir un informe-instrumento de gestión para orientar el desempeño de los interesados en actividades acuícolas.

La calidad acuática del medio marino del área evaluada no presentó mayor impacto, observándose condiciones térmicas cálidas propias de la configuración de la bahía. La concentración promedio de sólidos suspendidos totales no superó lo permitido por la Ley General de Aguas.

Los indicadores de contaminación orgánica y microbiana fueron bajos y adecuados a los criterios de calidad acuática, no sobrepasando lo permitido por la LGA para las clases IV, V y VI.

Mayores concentraciones de materia orgánica registradas en áreas de concesiones podrían ser indicadores del mal manejo de sus residuos sólidos, a tener en cuenta para adoptar medidas de control y vigilancia de las actividades de maricultura.

Concentraciones de metales pesados como cadmio, plomo y cobre en agua y organismos marinos no superaron los valores estipulados por la Tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU. para su Probable Nivel de Efecto; a excepción de las trazas de cobre registradas en caracol que superaron el valor estipulado por la FAO.

En sedimentos superficiales, metales pesados como cadmio y cobre superaron los valores estipulados por la Tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU. para su Probable Nivel de Efecto.

El uso de combustibles que contienen cadmio y plomo en las actividades de maricultura, pesca artesanal e industrial estarían contribuyendo a la acumulación de cadmio en los sedimentos de la bahía.

El índice de diversidad de Shannon de la fauna bentónica varió de 0 a 3,268 bits/ind, registrando áreas de mayor diversidad al norte y sur de la bahía frente a las áreas acuícolas de mayor escala.

Bahía de Samanco por ser área de reproducción, crecimiento y refugio constituye una gran zona de pesca artesanal de peces e invertebrados marinos.

Los principales recursos que sustentan la pesca artesanal en bahía de Samanco son concha de abanico, marucha, navajuela, calamar, pata de mula, pejerrey, machete y lisa.

Se han delimitado y georreferenciado los bancos naturales de concha de abanico, navajuela y pata de mula.

1. INTRODUCCIÓN

En el litoral marino de la Región Ancash, las actividades de maricultura han tomado mucho auge en los últimos años. Tanto empresarios como organizaciones de pescadores solicitan concesiones marinas para orientarlas al cultivo de organismos. En este contexto, los bancos naturales de invertebrados bentónicos juegan un rol importante, no solamente como fuente de recursos para los pescadores extractores; sino también, como fuente para la captación de larvas.

Tras la aprobación del Reglamento de Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura en julio del 2001 y posteriormente del Reglamento de las Normas Técnicas Complementarias para Autorizaciones de Repoblamiento en áreas Acuáticas a cargo de Organizaciones Sociales de Pescadores Artesanales en el 2006, los pescadores artesanales vienen solicitando áreas acuícolas con fines de repoblamiento.

Uno de los requisitos administrativos para acceder a dichas áreas es la elaboración del Estudio de Línea Base (ELBA), por lo que es necesario contar con información actualizada de todas las variables que conlleva dicho estudio, a fin de que los pescadores artesanales con bajos recursos puedan acceder a dicha información para la elaboración de sus propios planes de monitoreo y extracción de recursos (PMER) y así cumplir con parte de los requisitos que exige la norma.

Aspectos actualizados acerca de la geografía, climatología, batimetría, sedimentos, variables oceanográficas, variables de la calidad del medio acuático, plancton, macrobentos, recursos y aspectos poblacionales son muy importantes para lograr los objetivos que demanda un estudio de línea base.

El estudio de línea base es un instrumento administrativo de gestión y evaluación que contiene toda la situación de inicio de las principales variables socio productivas y de la zona de influencia al área del proyecto a realizarse.

Por tal motivo y teniendo como formato la Guía Para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental elaborado por la Dirección Nacional del Medio Ambiente, se efectuó dicho estudio en el bahía de Samanco, con el objetivo de contar con un levantamiento integral de información respecto a la geografía, medio ambiente y sus recursos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 PLAN GENERAL DE MUESTREO

Los trabajos de campo se efectuaron del 13 al 24 de diciembre con tres grupos de trabajo; el primero obtuvo información en 69 estaciones de muestreo sobre aspectos oceanográficos, ambientales, biológicos y sedimentos; el segundo grupo realizó barridos batimétricos a través de sondeos acústicos y el tercero georreferenció el borde costero e hizo una descripción geomorfológica, a bordo de una chalana en áreas inaccesibles, y caminando en áreas accesibles (Fig. 1).

La ubicación de las estaciones se realizó con un GPS Garmin Etrex, con coordenadas referidas al DATUM 84.

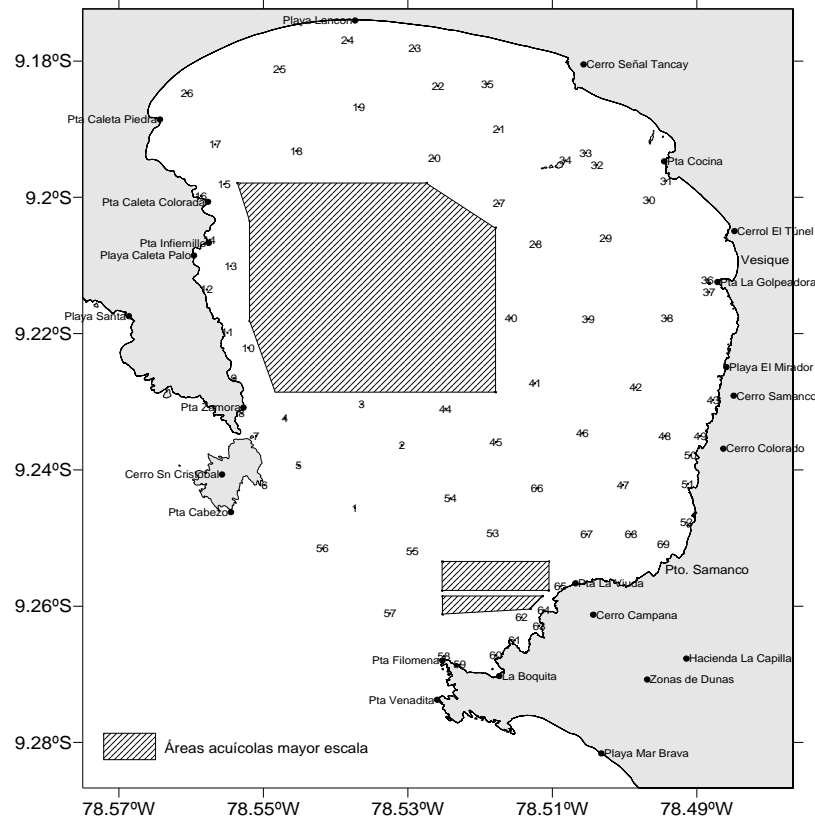


Fig. 1. Estaciones biológicas de muestreo en bahía de Samanco. Diciembre 2008

2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

La bahía de Samanco es una de las más importantes de la Región Ancash, se encuentra ubicada entre los 09°10' y 09°17' LS y de 78°28' a 78°34' LW, comprendiendo un área de aproximadamente 6 900 ha (Fig. 2).

Tiene una longitud aproximada de 6 millas por 3,5 millas de ancho, una profundidad máxima de 40 metros en la entrada de la bahía (entre punta Cabezo y punta Filomena al SE de la bahía) y cuenta con unos 9 km de playa baja.

La circulación en la bahía es muy lenta con velocidades de 1,2 a 13,9 cm/s y generalmente en sentido horario, en el fondo la circulación se presenta cíclica en las proximidades de la línea de costa con flujos que dejan la bahía por la Bocana con dirección sur este y sur (Vásquez et al., 2000).

Geográficamente limita en su extremo norte con la bahía Ferrol, por medio de una pampa baja de arena, de forma triangular y lados curvilíneos que se extienden hacia el SW. La parte más occidental termina en una cadena perpendicular de cerros de mediana altura que da al conjunto una configuración muy peculiar en forma de T, que la hace muy fácil de identificar; está formada por un conjunto de elevaciones que remata en su extremo sur en la isla Redonda, de la cual se abre un canal de unas 2 millas de ancho hasta la punta Filomena que da acceso a la espaciosa y cerrada Bahía Samanco, que tiene 6 millas de largo y 3 ½ millas de ancho.

La presencia del Monte Chimbote y el conjunto de sus formaciones rocosas anexas ofrece al mar más de 5 km de frente y marca el inicio de una porción de costa con características especiales. El acercamiento de la cordillera de los andes al borde litoral hace que esta parte de la costa ofrezca un frente bordeado por acantilados altos de rocas duras, muy sinuoso y que en sus ensenadas alojan con frecuencia sedimentaciones de arena y casquiyo. Lo abrupto del paisaje imprime singular belleza a estas costas de altos farallones, constantemente salpicados por las olas a decenas de metros de altura; olas que en millones de años fracturan y desmenuzan las duras rocas, erosionándolas para formar arenas.

Los grandes terminales de estribación cordillerana, como son los montes de Chimbote y Samanco, formaron una única y gran bahía interior cuya entrada encerraba parcialmente un rosario de islas, constituido por Monte División que fue isla hace miles de años. La gran bahía en el correr de los años, con una sedimentación provocada por la presencia del Monte División, que fue el generador de un complejo dinámico por reflexión y difracción de olas en el interior de la bahía, desarrolló un espolón de arena que, partiendo de la playa vecina, terminó apoyándose en Monte División y dividiendo la gran bahía en dos gemelas: Ferrol que aloja al Puerto de Chimbote y Samanco con los puertos Samanco y Vesique (Sánchez y Zimic, 1973).

La gran bahía de Samanco con playas de curvatura uniforme y con un cordón litoral de arena de poca altura, tiene tierra adentro una zona desértica con médanos pequeños.

Debido a su geografía, batimetría y variables ambientales, presenta una alta biodiversidad, por lo que es considerada una de las bahías más productivas del Perú. Según el PROYECTO PNUMA/GPA-CPPS-IMARPE (2006), esta bahía debería ser un área de conservación dada su gran importancia ecológica, por ser una de las mejores localidades de refugio en donde se ha encontrado una gran biodiversidad marina, especialmente de juveniles de especies costeras de importancia comercial.

Actualmente en la bahía existen 25 áreas otorgadas como concesiones para realizar maricultura de mayor escala, cubriendo 1 009 ha de espejo de agua lo que significa aproximadamente el 15% de la superficie de la bahía.

Finalmente, la bahía de Samanco es de suma importancia por los siguientes motivos:

- Su gran productividad marina favorece una intensa actividad pesquera artesanal (peces e invertebrados comerciales)
- Presenta una gran biodiversidad
- Presenta atractivo ecoturístico, por sus acantilados, islas y playas arenosas como Vesique, Atahualpa y Anconcillo.
- Constituye una gran área de reproducción, crecimiento y refugio de especies propias y ocasionales.
- Facilita el desarrollo de la maricultura
- Facilita el desarrollo de la industria pesquera
- Constituye un laboratorio natural de procesos de aclimatación en especies invasoras, modelamiento de procesos físicos, modelamiento de procesos ecológicos (sucesión poblacional) y como fuente de información científica-cultural para la comunidad.



Fig. 2. Bahía Samanco. Fuente Google Earth

2.3 GEOMORFOLOGÍA Y ECOSISTEMAS

Se realizó un análisis y síntesis de la geomorfología y ecosistemas de la bahía de Samanco, para lo cual se recurrió a trabajos nacionales y regionales, textos, libros, estudios especializados y obtenidos de internet.

2.4 CARTOGRAFÍA

Se cartografió la bahía de Samanco a una escala de 1/20 000, utilizando cartas del IGN, DHNM e imágenes satelitales del Gateway to Astronaut Photography de la NASA.

De igual forma se pudo tomar información georeferenciada “in situ” de la zona de estudio con la finalidad de convalidar la información generada.

Para la obtención de la cartografía digital se emplearon 3 cartas nacionales del Instituto Geográfico Nacional (copias Xerox de las cartas originales) a una escala de 1/25 000, las que están elaboradas con la proyección Transversal de Mercator y el Datum PSAD 56. Las cartas utilizadas fueron “Samanco” (Hoja 19g II NO), “Península” (Hoja 19f I SE) y “Vesique” (Hoja 19g IV SO).

De igual forma, se adquirió la carta PERU HIDRONAV 2124 de la Bahía de Samanco, a una escala 1/20 000, con el sistema de referencia DATUM WGS 84 (Fig. 3).

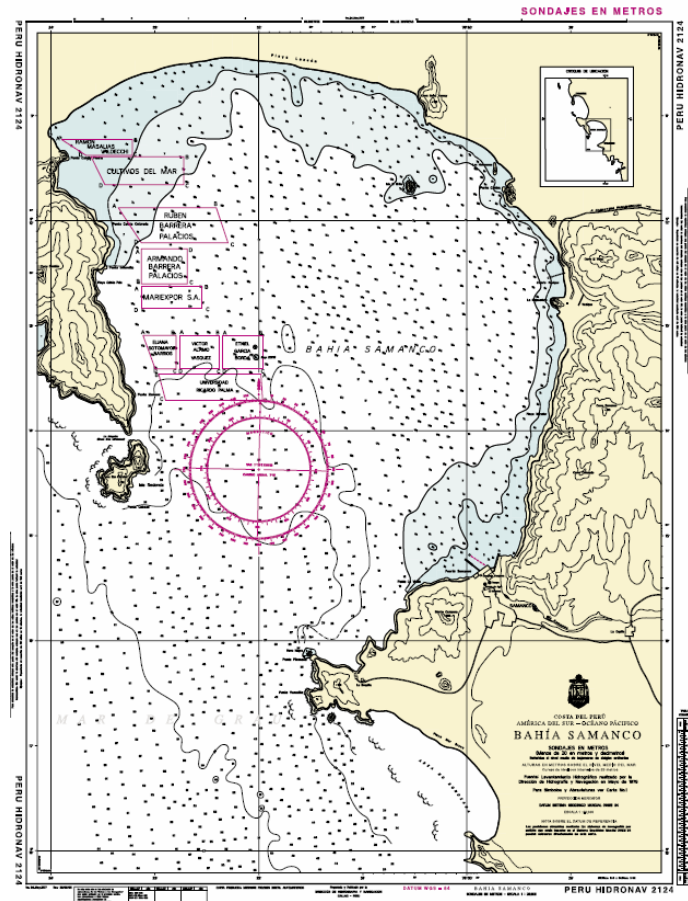


Fig. 3. Carta PERU HIDRONAV 2124

Las 3 cartas del IGN fueron escaneadas a una resolución de 600 dpi y grabadas en el formato Tiff. De estas fueron extraídos puntos de control y en el programa ArcGis se realizó la conversión de coordenadas del PSAD56 al WGS84. Una vez obtenidos los puntos en el Sistema de Coordenadas Geográficas y Datum WGS84, se procedió a georeferenciar las cartas escaneadas en el mismo programa ArcGIS.

Luego, sobre estas imágenes georeferenciadas, se realizó la digitalización de la línea costera de la Bahía de Samanco, cotas y batimetría generándose los archivos en formato *Shp del ArcGis y *srf del Surfer.

La carta satelital de la Bahía ISS014-E-1038 de Gateway to Astronaut Photography de la NASA, fue georeferenciada y digitalizada en el entorno ArcGis.

2.5 METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Se procesó la información del año 2008 proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi), obtenida de la estación oceanográfica automática ubicada en el área de Chimbote en las coordenadas 09°04'23''S-78°37'39''W.

Así mismo, se dispuso de información adicional presentada por Walsh Perú S.A (2006), en la Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y Social del Proyecto de Prospección

Sísmica 2D y 3D, gravimetría y muestreo de fondo marino en el lote Z-36, correspondiente a la Región Ancash.

2.6 BATIMETRÍA

El sondeo acústico se desarrolló a bordo de una embarcación con motor fuera de borda. Por la gran extensión de la bahía, la derrota de la embarcación se programó de tal manera de obtener un grillado y el borde del perfil costero, para lo cual se utilizó un GPS Garmin Etrex Legend (Fig. 4).

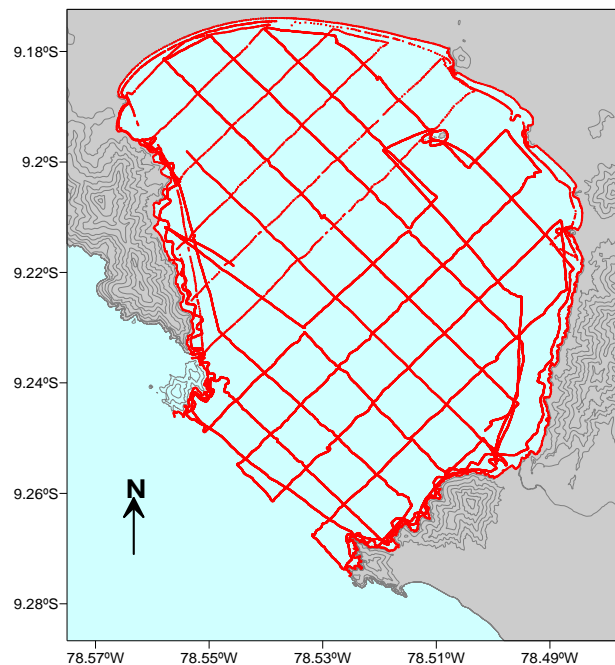


Fig. 4. Grillados obtenidos durante el rastreo acústico batimétrico en bahía de Samanco. Diciembre 2008

Para la obtención de la información se utilizó la ecosonda portátil Garmin GPSMAP Sourder 178C, alimentada a través de una batería de 12 V DC, con transductor remolcable de dos frecuencias: 50 KHz (frecuencia baja) y 200 KHz (frecuencia alta), el cual se instaló en la parte central de la banda de babor de la embarcación. Para efectos de una mejor recepción de datos se trabajó con la frecuencia de 200KHz. Los registros del GPSMAP se grabaron con una periodicidad de 2 segundos sobre el elipsoide WGS84 (World Geodetic System 1984). Para el procesamiento de las cartas batimétricas y distribución de recursos, se utilizaron los siguientes software, MapSource, Microsoft Excel, Word y Surfer.

2.7 SEDIMENTOS Y MATERIA ORGÁNICA

Se colectaron y analizaron 38 muestras de sedimentos superficiales empleando una draga Van Veen. Las muestras rotuladas a bordo fueron mantenidas en congelación para su posterior análisis.

El análisis granulométrico de los sedimentos por tamizado se basa en las normas ASTM D422 y AASHTO T 88, las que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestro medio. Cabe indicar que este modo operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Las muestras de sedimentos superficiales fueron analizadas en el laboratorio de la empresa INDUCONS.EIRL, siguiendo los procedimientos descritos en el Manual de Ensayos de Materiales (EM 2000) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC E 106-107-109-2000).

Las muestras descongeladas fueron descritas visualmente empleando una carta de colores de suelos Munsell. La fracción fina (limo y arcilla) fue reportada como una sola.

El análisis de materia orgánica en sedimentos (pérdida por ignición) está basado en las normas AASHTO T 267, que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este modo operativo está sujeto a revisión y actualización continua. Las muestras fueron analizadas siguiendo los procedimientos descritos en el Manual de Ensayos de Materiales (EM 2000) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC E 106-118-2000).

2.8 VARIABLES OCEANOGRÁFICAS Y CALIDAD ACUÁTICA

Se determinaron 48 estaciones hidrográficas con muestreos en superficie y a 1 m del fondo. Para la colecta de muestras en superficie se empleó un balde de plástico de 10 litros, y para las de fondo una botella Niskin de 5 litros de capacidad con portatermómetro.

En cada nivel se registró la temperatura del mar empleando un termómetro de mercurio, determinándose el oxígeno disuelto y pH “in situ” y colectándose muestras para salinidad, nutrientes, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno e indicadores de contaminación microbiológica.

La transparencia se midió con un disco Secchi y la circulación marina (velocidad y dirección de corrientes) y turbidez se registraron en un correntómetro tipo Aanderaa RCM-9.

Todas las muestras fueron preservadas con hielo a excepción de aquellas para determinación de oxígeno y salinidad.

Las determinaciones físico-químicas se basaron en los siguientes métodos:

- La temperatura superficial se registró con un termómetro superficial y la de fondo con un termómetro de inversión Kahlsico.
- Método titulométrico de WINKLER modificado por CARRIT y CARPENTER (1966) para la determinación de oxígeno disuelto.
- Método de inducción usando el Portasal Guildline 8410A, para la determinación de salinidad.
- La transparencia se midió con un disco Secchi de 30 cm de diámetro.
- La dirección y velocidad de la circulación marina se registró con un correntómetro Aanderaa RCM-9.

- Método Strickland y Parson (1972) para la determinación de nutrientes empleando un espectrofotómetro Hach DR-4000.
- Método potenciométrico por medio del EXTECH para la determinación del pH.
- Método gravimétrico de la USEPA, 1986 para la determinación de sólidos suspendidos totales.
- Método gravimétrico para la determinación de aceites y grasas (Environment Water Resources Service, 1976).
- Método de la International Standard Organization 5815, 1983 para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).
- Método de tubos múltiples (Número Más Probable) según el Standard Methods for Examination of Water and Waste water (Apha 1995).

Para el caso de metales pesados en agua de mar, organismos y sedimentos marinos en la Bahía de Samanco se utilizó la información de evaluaciones realizadas en setiembre del 2004 (García, et al. 2004) y durante los años 2005 al 2008 (García, et al. 2005- 2008).

Para cuantificar las concentraciones de cadmio, plomo y cobre total en los organismos, se obtuvo una masa aproximada de 0,1 g de muestra liofilizada en los tubos ACV (Advanced Composite Vessel).

Enseguida se adicionan 2 mL de agua bidestilada y 5 mL de ácido nítrico concentrado, se cierran los tubos herméticamente sometiéndolos al sistema de digestión por microondas corriéndose un programa de digestión (CEM USA, 1994).

Para el caso de los análisis de agua de mar se empleó la técnica de quelación-extracción con APDC y MIBK y en el caso de sedimentos la de digestión con ácidos minerales.

Finalmente, las lecturas analíticas se realizaron en el Espectrofotómetro de Absorción atómica modelo 6701F-Shimadzu con sistema automatizado en horno de grafito y flama.

2.9 PLANCTON MARINO

En 31 estaciones se obtuvieron muestras de plancton mediante arrastres superficiales durante 5 minutos, con una red estándar de fitoplancton (75 micras) y a 3 nudos de velocidad.

Las muestras preservadas con formaldehído neutralizado al 2% fueron centrifugadas a 2400 RPM durante 5 minutos, obteniéndose el volumen filtrado mediante la siguiente fórmula:

$$V = V_c / K$$

Donde V = volumen de plancton

V_c = volumen de plancton centrifugado (ml)

K = 6,6273 m³, constante que indica el agua filtrada por la red

Los resultados finales fueron expresados en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada (ml/m³). Las muestras fueron analizadas semi-cualitativamente, considerando la proporción de los principales grupos o especies de plancton, otorgándoles la siguiente categoría (método estandarizado): ausente (0), presente (1), escaso (2), abundante (3) y muy abundante (4).

El análisis cuantitativo se realizó con el recuento celular de los componentes del fitoplancton en base a las recomendaciones de UNESCO (1981). Los resultados fueron expresados en N° celx10³/L.

Se empleo la cámara de Neubauer donde fueron contados los organismos en un espacio que representa 0.001 ml de la muestra colectada con aumento de 400x; en tanto que los organismos mayores a 50µm y los poco abundantes fueron contados con un aumento de 100x en toda la cámara.

Los organismos fueron determinados hasta especie, en algunos casos como las Pennatas fueron clasificados hasta género.

Se calculó el índice de diversidad de SHANNON & WIEANER (1963), cuyos resultados fueron expresados en bits cel⁻¹

$$H' = - \sum [(ni/N)*\text{Log}^2 (ni/N)]$$

Donde:

H' = Índice de diversidad

ni = Número total de organismos en la muestra

N = Número de especies en la muestra

Así mismo se efectuó el análisis de riqueza de especies: $d = (S-1)/\text{Log}(N)$

Donde:

d = Riqueza especiológica

S = Número total de especies

N = Número total de individuos

Para hallar la diversidad (H') y el análisis de riqueza (d) se utilizó el software PRIMER v.5 para Windows y para las cartas de distribución el programa SURFER v. 8.

Para la determinación de los diferentes organismos, se consultaron los trabajos de HUSTED (1930), SCHILLER (1937), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), BALECH (1988), HASLE Y SYVERTSEN (1996), STEIDINGER & TANGEN (1997) Y OCHOA Y GOMEZ (1997).

Para la estimar la abundancia larval de moluscos, se colectaron 31 muestras de agua mediante arrastres verticales con una red de 100 µ de abertura de malla, haciendo un recorrido desde ½ metro del fondo hasta la superficie. Las muestras fueron fijadas en formaldehído al 5% para su análisis respectivo.

Para la estimación de la abundancia, se calculó el volumen de agua filtrada mediante la siguiente fórmula:

$$V_f = Ah$$

Donde V_f = volumen de agua filtrada

A = área de la boca de la red

h = profundidad en la estación de muestreo

2.10 MACROBENTOS

Se colectaron 38 muestras con una draga tipo Van Veen de 0,05 m² de superficie de colecta, y 31 muestras con un cuadrado metálico de un metro de lado, tomándose una réplica por estación.

El contenido de la draga fue tamizado con una malla de 500 µm, preservado con formol al 10%, neutralizado con bórax y teñido con rosa de bengala para una mejor determinación de los organismos; mientras que, en el caso del cuadrado las muestras fueron colectadas en una malla sintética de 1000 µm y analizadas en fresco en el Laboratorio Costero de Chimbote.

El análisis biológico consistió en determinar la composición de la comunidad macrozoobentónica hasta el menor nivel taxonómico posible, con ayuda de bibliografía como Alamo y Valdiviezo (1987), Barnard (1954), Barnes (1982), Chirichigno (1970), Fauchald (1977) y Hobson y Banse (1981). La densidad (número de individuos) y la biomasa (peso húmedo en g) de los organismos se expresaron al metro cuadrado.

La estructura comunitaria es descrita teniendo en cuenta la densidad, biomasa y número de especies por estación de muestreo. La abundancia por especie y estación de muestreo se empleó para calcular el índice de diversidad de Shannon y Wieaner (H') y el índice de equidad (J') de Pielou, calculados usando Log en base 2.

Para determinar el grado de similitud entre estaciones se realizó un análisis multivariado de clasificación numérica usando el método de clasificación jerárquica aglomerativa en la media ponderada (grupo par no ponderado con promedio aritmético UPGMA) (Sneath y Sokal, 1973) con el índice de Bray-Curtis.

2.11 RECURSOS QUE SUSTENTAN LA PESCA ARTESANAL Y BANCOS NATURALES

Para el análisis de los recursos hidrobiológicos se procesó y analizó la información correspondiente al periodo 2004-2008 obtenida por observadores de campo del Instituto del Mar del Perú en la Caleta de El Dorado y Puerto Samanco. Adicionalmente se procesó los registros de peces obtenidos de la ecosonda durante los barridos batimétricos cuya concentración de cardúmenes se realizó siguiendo el protocolo para la colección y análisis de ecogramas (Gutierrez, 1997, 2004) que contempla la siguiente escala de abundancia relativa: 1 = muy disperso, 2 = disperso, 3 = denso, 4 = muy denso.

La delimitación del banco de concha de abanico y sus áreas de expansión se realizó el 2007, empleando la data histórica de 10 años de información respecto a las evaluaciones poblacionales realizadas en la bahía de Samanco.

La delimitación de las áreas de expansión del banco de concha de abanico, se hicieron bajo un análisis “**ecosistémico**” empleando variables poblacionales del recurso e índices comunitarios.

Para la delimitación geográfica del banco de navajuela y pata de mula en la bahía se empleó información de evaluaciones poblacionales realizadas los años 2006, 2007 y 2008.

La distribución de otras especies importantes como la marucha, almeja y ancoco no fue delimitada por ser recursos cuya distribución está limitada estrictamente al borde costero.

3 RESULTADOS

3.1 GEOMORFOLOGIA Y ECOSISTEMAS

La diversidad de ecosistemas ha sido estudiada generalmente a nivel macroespacial y con diferentes criterios, tanto desde el punto de vista climático, geológico, edáfico e hídrico, como teniendo en cuenta las regiones naturales, formaciones vegetales, provincias biogeográficas y zonas de vida, entre otros.

3.1.1 Ecosistema terrestre

Clasificación ecológica de la Costa Peruana

La fauna y flora del Perú han sido estudiadas en forma general y regional. Estudiosos como H.-W y M. Koepcke (1951,1952) establecieron una división ecológica de la Costa Peruana con los siguientes grupos establecidos:

- Biocenosis marinas cercanas a la costa
- Biocenosis de transición entre el mar y la tierra
- Biocenosis terrestres cercanas al mar
- Antropocenosis

Los ambientes naturales de la vida en la costa han sido objeto de estudio por H. W y M Koepcke (1953); correspondiendo en su esquema el área de estudio a *vegetación escasa o nula*, que comprende:

- **Desierto:** ambientes rocosos, de derrubio, arcilla, salina, grava, laderas empinadas de cerros y áreas cubiertas de guano.
- **Litórea:** partes secas de los acantilados del mar, de las playas de ripio del mar, riveras fluviales áridas y arramblamientos arcillosos en las desembocaduras de los ríos.
- Terrenos y paisajes alterados por la acción humana (Fig. 5).



Fig. 5. Alteración del paisaje por acción antropogénica en Bahía de Samanco.
Diciembre 2008

Respecto a las formaciones vegetales, que de la costa peruana están representadas en el “mapa fitogeográfico de los andes peruanos” de Weberbauer (1923), en el área de estudio se observa un desierto subtropical.

El desierto subtropical constituye un área de extrema aridez, ocupando una faja entre el litoral y el límite occidental de las lluvias anuales en la vertiente andina. El desierto subtropical pone de manifiesto el ambiente de las llanuras con arenas que se desplazan en forma de capas o de dunas aisladas o agrupadas. Su vegetación es escasa y esporádica, dependiendo esencialmente de la humedad atmosférica que procede de la nubosidad en las cercanías del mar.

Dentro de esta zona de vida se distribuyen ecosistemas menores de segundo orden, tales como: Áreas Agrícolas, Pampas Eriazas, Humedales o Áreas Hidromórficas, Colinas Muy Áridas y Área Urbana.

Cada uno de estos ecosistemas presenta una serie de procesos interrelacionados. Las áreas agrícolas cuentan con sistemas de riego inadecuados, vertiendo los excedentes de agua al Río Samanco, incrementando la napa freática en las partes bajas del dren y creando zonas con problemas de licuefacción.

3.1.2 Ecosistema marino

Por razones metodológicas se ha dividido el ecosistema de la Bahía de Samanco en ecosistema, de playas arenosas, de orillas rocosas, de fondo marino y de islas (Proyecto PNUMA/GPA-CPPS-IMARPE, 2006).

Ecosistema de Playas Arenosas (bentos intermareal)

En el bentos intermareal de playas arenosas se encontraron 8 especies, siendo los crustáceos con 3 especies el grupo más representativo, seguido de los poliquetos (2 especies) y moluscos, nemertinos y coleópteros (1 especie cada uno) (Tabla 1).

El crustáceo *Excirolana braziliensis* estuvo presente en el 100% de las estaciones, seguidas de *Emerita análoga* (muy-muy) y el poliqueto *Hemipodus* sp. con el 81,81% de ocurrencia. *Donax marincovich* y *Nephtys* sp. registraron una ocurrencia porcentual de 36,36%, mientras anfípodos, nemertinos y coleópteros registraron un 18,18%.

Mayor riqueza se registró al norte de la Playa Atahualpa (8 especies), seguida de playa Anconcillo con 6 especies; debido probablemente a que estas playas reciben los vientos predominantes, haciendo más propicios sus hábitats para este tipo de comunidades.

Ecosistema de Orillas Rocosas (bentos intermareal)

En las comunidades del bentos intermareal de orillas rocosas se registraron en total 32 especies, siendo los moluscos más representativos con 11 especies (34,3%), seguido de las algas con 7 especies (21,8%), los crustáceos con 6 especies (17,8%), los equinodermos con 4 especies (12,5%), cnidarios con 3 especies (9,3%) y peces con 1 especie (3,1%) (Tabla 1).

Respecto al porcentaje de ocurrencia, *Perumytilus purpuratus* estuvo presente en el 100% de las estaciones, seguido de *Littorina peruviana* y *Jehlius cirratus* con el 83,3% y la macroalga *Ulva costatum* con 66,6%.

Mayor riqueza de especies se registró frente a La Boquita y al sur del Muelle de Samanco con 23 y 14 especies respectivamente, seguida por la estación frente a Punta Caleta de Piedra con 12 especies a pesar de estar en una zona protegida con poca dinámica del mar. Menor riqueza se registró frente a Playa Dorado con 7 y 5 especies.

Así mismo, en el borde costero se destaca la presencia de macroalgas como *Ahnfeltia durvillaei* y algunos celentéreos y equinodermos (Fig. 6).

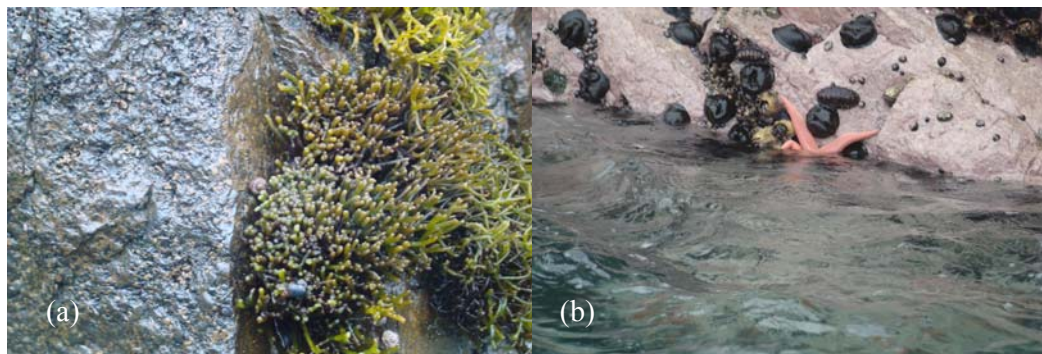


Fig. 6. Flora (a) y fauna (b) asociadas a sustrato rocoso de bahía de Samanco. Diciembre 2008

Ecosistema de Fondo Marino (bentos submareal)

Se registraron 96 especies, de las cuales 44 fueron moluscos, 18 crustáceos, 12 equinodermos, 7 poliquetos, 7 cnidarios y 8 especies entre el grupo otros (Tabla 1).

Respecto al porcentaje de ocurrencia, *Argopecten purpuratus*, *Arbacia espatuligera* y *Prunum curtun* estaban presentes en el 34,6% de las estaciones, seguidas de *Tetrapigus niger* con 30,8% y *Nassarius dentifer*, *Crepipatella dilatata*, *Hepatus chilensis* y *Pitar catharius* con el 26,9% de ocurrencia.

Se observó mayor número de especies en estaciones más cercanas a la orilla, ubicadas alrededor de las islas Redonda y El Grillo así como en la entrada de la bahía. Las áreas adyacentes a Punta Caleta Colorada y Punta Infiernillo también registraron un alto número de especies.

Tabla 1. Lista de invertebrados registrados en bahía de Samanco en julio del 2006

Crustáceos		Moluscos	
1	<i>Alpheus</i> sp.	1	<i>Acanthopleura echinata</i>
2	Amphipoda	2	<i>Argopentem purpuratus</i>
3	<i>Balanus laevis</i>	3	<i>Brachidontes granulata</i>
4	<i>Cancer porteri</i>	4	<i>Bulla punctulata</i>
5	<i>Cancer setosus</i>	5	<i>Bursa ventricosa</i>
6	<i>Cicloxanthus sexdecidentatus</i>	6	<i>Cancellaria</i> spp.
7	Decapoda	7	<i>Cardita laticostata</i>
8	<i>Emerita analoga</i>	8	<i>Chione peruviana</i>
9	<i>Eurypanopeus tranversus</i>	9	<i>Chiton cumingsi</i>
10	<i>Exirolana braziliensis</i>	10	<i>Chiton granosus</i>
11	<i>Gaudichaudia gaudichaudi</i>	11	<i>Crepidula</i> sp.
12	<i>Grapsus grapsus</i>	12	<i>Crepidatella dilatata</i>
13	<i>Hepatus chilensis</i>	13	<i>Crucibulum</i> sp.
14	<i>Jehlius cirrotus</i>	14	<i>Crucibulum spinosum</i>
15	<i>Liopetrolisthes mitra</i>	15	<i>Donax marincovichi</i>
16	<i>Megabalanus psitacus</i>	16	<i>Fissurella</i> spp.
17	Paguridae	17	<i>Gari solida</i>
18	<i>Paguristes tormentosus</i>	18	<i>Glycimeris ovata</i>
19	<i>Pilumnoides perlatus</i>	19	<i>Hiatella solida</i>
20	<i>Pinnixa transversalis</i>	20	<i>Homolocantha multicristata</i>
21	<i>Platyxanthus cremulatus</i>	21	<i>Nodilittorina peruviana</i>
22	Porcelanidae	22	<i>Loligo gahi</i>
23	<i>Pseudosquillaopsis lessoni</i>	23	<i>Lottia ceciliana</i>
Equinodermos		24	<i>Lottia orbigny</i>
1	<i>Arbacia spatuligera</i>	25	<i>Mitra orientalis</i>
2	<i>Caenocentrotus gibbosus</i>	26	<i>Mitrella unifasciata</i>
3	<i>Cucumaria dubiosa</i>	27	<i>Mulinia edulis</i>
4	<i>Heliasaster helianthus</i>	28	<i>Nassarius dentifer</i>
5	<i>Holothuria theeli</i>	29	<i>Nudibranchio</i>
6	<i>Luidia magellanica</i>	30	<i>Oliva peruviana</i>
7	<i>Ophiothrix rudis</i>	31	<i>Perumytilus purpuratus</i>
8	<i>Ophiothrix spiculata</i>	32	<i>Pitar catharius</i>
9	Ophiuroideo	33	<i>Polinices uber</i>
10	<i>Patallus mollis</i>	34	<i>Polyplacophora</i>
11	<i>Stichaster strianthus</i>	35	<i>Prisogaster niger</i>
12	<i>Tetrapigus niger</i>	36	<i>Prunum curtum</i>
Poliquetos		37	<i>Scurria scurra</i>
1	<i>Diopatra</i> sp.	38	<i>Semele</i> spp.
2	<i>Hemipodus</i> sp.	39	<i>Semimytilus algosus</i>
3	<i>Nephtys</i> sp.	40	<i>Sinum cymba</i>
4	Poliqueto 1	41	<i>Solenostera fusiformis</i>
5	Poliqueto 2	42	<i>Stramonita chocolata</i>
6	Poliqueto 3	43	<i>Tagelus dombeii</i>
7	Poliqueto 4	44	<i>Tegula atra</i>
8	Poliqueto 5	45	<i>Tegula euryomphalus</i>
9	Serpulido	46	<i>Tegula luctuosa</i>
Otros		47	<i>Tegula tridentata</i>
1	<i>Branchiostoma elongatum</i>	48	<i>Tellina</i> spp.
2	<i>Ciona</i> sp.	49	<i>Trachicardium procerum</i>
3	Coleóptero	50	<i>Transennella pannosa</i>
4	<i>Discinisca lamellosa</i>	51	<i>Trophon peruvianus</i>
5	Nemertino	52	<i>Xanthochorus buxea</i>
6	Porifera	Macroalgas	
Cnidarios		1	Alga roja
1	Antozoario	2	<i>Bryopsis</i> sp.
2	Gorgonia	3	<i>Chondracanthus chamissoii</i>
3	Hidrozoo	4	<i>Colpomenia</i> sp.
4	Medusas cubozoas	5	<i>Coralina officinalis</i>
5	<i>Oulactis concinnata</i>	6	<i>Gracilariopsis</i> sp.
6	<i>Phymactis clematis</i>	7	<i>Pterosiphonia</i> sp.
7	<i>Phymantea pluvia</i>	8	<i>Ulva costata</i>
8	<i>Renilla</i> cf. <i>Koellikeri</i>	9	<i>Ulva papefunsi</i>
9	<i>Xoanthus</i> sp.	10	<i>Ulva</i> sp.

Tomado de Proyecto PNUMA/GPA-CPPS-IMARPE

Ictiofauna

Se registraron en total 43 especies de peces, pertenecientes a 27 familias; 29 especies fueron registradas por buceo y 14 de la pesca artesanal. De las 29 especies, 22 fueron censadas y 7 registradas fuera de los puntos de la evaluación visual (Tabla 2).

En general la riqueza de especies fue baja con menos de 6 especies en el 87% de las estaciones de muestreo, registrándose una riqueza mayor en estaciones cercanas a fondos rocosos.

En el flanco oeste de la bahía se registró una riqueza más homogénea, mientras al sur y cerca a La Boquita se encontró una estación con mayor riqueza (10 especies). En fondos fangosos y/o areno fangosos no se registró ninguna especie íctica.

En toda la bahía, las especies *Scartichthys gigas*, *Labrisomus philippii*, *Cheilodactylus variegatus* y *Anisotremus scapularis* fueron las dominantes, representando la primera el 45% de la población total.

Las poblaciones de la mayoría de especies estuvieron constituidas por juveniles y adultos, con gran dominancia de juveniles. La población de *A. scapularis* (chita) estuvo íntegramente formada por juveniles pequeños menores de 15 cm; encontrándose los adultos de esta especie fuera de la bahía, principalmente en zonas de acantilados rocosos expuestos a fuerte oleaje.

En fondos arenosos fue notable la abundancia de los “pastelillos” *Urotrigon chilensis*, que representaron el 7% de la población total de la bahía y el 69% de la ictiofauna de fondos blandos. Las “anguilas” *Ophictus remiger* fue la especie dominante en fondos areno fangosos representando el 28% de peces de fondos blandos.

Las especies más abundantes fueron las que se registraron en todas las estaciones del ambiente rocoso, por lo que son consideradas las más comunes del área. Las especies más ocurrentes en estos fondos fueron *Scartichthys gigas*, *Cheilodactylus variegatus*, *Labrisomus philippii* y *Anisotremus scapularis*, las mismas que son omnívoras que se adaptan fácilmente a diversos hábitats donde se encuentra gran cantidad de alimento. La falta de oxígeno limita la presencia de *A. scapularis* y *Doydixodon laevifrons*, por lo que se distribuyen en estratos menos profundos y mayor oleaje.

Tabla 2. Lista de especies icticas registradas en la bahía de Samanco en julio del 2006

N°	Especie	Hábitat	N°	Especie	Hábitat
1	<i>Abudefduf troschelli</i>	Bentos sub mareal	22	<i>Malacoptenus tetranemus</i>	Bentos sub mareal
2	<i>Alphesthes immaculatus</i>	Bentos sub mareal	23	<i>Menticirrhus peruanus</i>	Bentos sub mareal
3	<i>Anisotremus scapularis</i>	Bentos sub mareal	24	<i>Mugil cephalus</i>	Pelágico
4	<i>Aplodactylus punctatus</i>	Bentos sub mareal	25	<i>Nexilosus latifrons</i>	Bentos sub mareal
5	<i>Apogon pacifici</i>	Bentos sub mareal	26	<i>Odonthesthes regia regia</i>	Pelágico
6	<i>Atherinella sp.</i>	Pelágico	27	<i>Ophichthus remiger</i>	Bentos sub mareal
7	<i>Balistes polylepis</i>	Bentos sub mareal	28	<i>Oplegnathus insignis</i>	Bentos sub mareal
8	<i>Chaetodon humeralis</i>	Bentos sub mareal	29	<i>Paralichthys adspersus</i>	Bentos sub mareal
9	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	Bentos sub mareal	30	<i>Paralonchurus peruanus</i>	Bentos sub mareal
10	<i>Chromis crusma</i>	Bentos sub mareal	31	<i>Peprilus medius</i>	Pelágico
11	<i>Cynoscion analis</i>	Pelágico	32	<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	Bentos sub mareal
12	<i>Diplectrum conceptione</i>	Bentos sub mareal	33	<i>Ryciticus nigripinnis</i>	Bentos sub mareal
13	<i>Doydixodon laevifrons</i>	Bentos sub mareal	34	<i>Sarda chilensis chilensis</i>	Pelágico
14	<i>Emblemaria hutsoni</i>	Bentos sub mareal	35	<i>Scartichthys gigas</i>	Bentos sub mareal
15	<i>Epinephelus labriformis</i>	Bentos sub mareal	36	<i>Sciaena deliciosa</i>	Pelágico
16	<i>Etropus ectenes</i>	Bentos sub mareal	37	<i>Scomber japonicus</i>	Pelágico
17	<i>Haemulon steindachneri</i>	Pelágico	38	<i>Scorpaenodes xyris</i>	Bentos sub mareal
18	<i>Halichoeres dispilus</i>	Bentos sub mareal	39	<i>Sphyræna ensis</i>	Pelágico
19	<i>Hypsoblenius sordidus</i>	Bentos sub mareal	40	<i>Stellifer minor</i>	Bentos sub mareal
20	<i>Labrisomus philippii</i>	Bentos sub mareal	41	<i>Stromateus stellatus</i>	Pelágico
21	<i>Leptonotus blainvileanus</i>	Bentos sub mareal	42	<i>Trachurus murphy</i>	Pelágico
			43	<i>Urotrygon chilensis</i>	Bentos sub mareal

Tomado de Proyecto PNUMA/GPA-CPPS-IMARPE

Sistemas de Islas

Isla Redonda

Esta isla también conocida como Isla Lobo, se encuentra en la parte sur del cerro División, separada unos 100 m de tierra, formada por rocas oscuras con manchas blanquecinas de arena y guano de las aves marinas, las piedras que se destacan en su costa son visibles y muy próximas a ella, donde revientan con fuerza las olas. En esta isla se encuentra el cerro San Cristóbal de 199 m de altura.

El extremo sur de la isla recibe el nombre de Punta Cabezo. Por el NW esta isla posee dos peñascos a 50 y 200 m de distancia de ese extremo (Walsh Perú S.A, 2006).

Esta isla cumple un rol importante por generar sustrato para el asentamiento directo e indirecto de recursos marinos importantes para la pesca artesanal, además de servir de hábitat para la reproducción y desarrollo de las aves y mamíferos marinos propios de la región (Fig. 7).



Fig. 7. Mamíferos y aves marinas registrados en Isla Redonda de bahía Samanco. Diciembre 2008

Islote El Grillo

Al ingresar a la bahía por el centro del canal, que está libre de obstáculos a cuatro millas se puede divisar un islote blanquecino conocido como El Grillo, de mediana altura, separado algo más de 0,5 millas de tierra y rodeado de piedras en sus proximidades, a unos 1 500 m al N.

Borde costero

Desde Punta Zamora, la costa toma la dirección norte, sobre los flancos acantilados del Cerro División que formará, a una milla de esa punta, la Playa Caleta Palo, la cual termina en el norte en la Punta Infiernillo. Siguiendo el acantilado 500 m al norte se encuentra la Punta Caleta Colorada y por último la Punta Caleta de Piedra, donde termina el conjunto rocoso y se inicia una larga y abierta playa llamada Lancón de unas 4 millas de largo orientada EW que limita al este con el cerro Tancay.

Pasando este cerro se forma una playa abierta de arena, de algo más de una milla, que termina en un promontorio rocoso que deja salir la Punta Cocina, unos 300 m antes de esta punta y a pocos metros de la playa se forma un conjunto de islotes llamado Las Hermanas; de aquí la costa toma la dirección SE hasta llegar al promontorio rocoso, donde se encuentra el túnel por donde pasaba el antiguo tren hasta el muelle de Vesique.

El Cerro El Túnel forma con la Punta Golpeadora por el SE la pequeña caleta de Vesique, con una playa de unos 250 m.

Desde Punta Golpeadora la costa surca para luego elevarse en acantilados por un tramo de unas dos millas que despiden algunas peñas que afloran en dirección SSW pasando por Playa Mirador, en las faldas de los Cerros Samanco y Colorado hasta llegar a Puerto de Samanco.

El Puerto de Samanco se encuentra situado en el último seno que labra la costa dentro de la bahía al abrigo de cerros altos, destacando actualmente por su actividad pesquera.

La costa al salir del seno que forma la bahía de Samanco por el sur, avanza al SW aproximadamente 2 millas sobre terrenos de acantilados, al término de los cuales se ubica una saliente de espolón de color negro conocida con el nombre de Punta Filomena. Entre esta formación y las instalaciones del muelle se aprecia una punta poco pronunciada llamada Punta La Viuda, donde la costa forma una entrante angosta bordeada por acantilados, llamada La Boquita; en Punta Filomena se prolonga hacia el mar el Islote Roca Negra, que cierra el lado sur de la bahía de Samanco.

3.2 CARTOGRAFÍA

Se generó un perfil costero de la Bahía de Samanco en formato digital a una escala de 1/20 000 en base a las cartas nacionales del IGN e HIDRONAV, en diferentes formatos: *.srf, *.shp, *.txt, etc., para utilizarlo en diversos programas.

Mediante mediciones con GPS “in situ”, se logró mejorar el perfil costero, especialmente en las zonas cercanas a los acantilados y a pequeños islotes.

Los 453 puntos registrados “in situ” con un GPS portátil, entre la zona de punta La Golpeadora y punta Caleta Piedra permitieron observar variaciones hasta de 25 metros, respecto al perfil costero digitalizado, con un valor medio de 15 metros; que es el que corresponde principalmente a la diferencia que tiene el equipo GPS. Las mayores diferencias se registraron entre playa Lancon y punta Caleta Piedra (Fig. 8).



Fig. 8. Puntos de control en bahía de Samanco
Diciembre 2008

Como producto final se obtuvo la línea costera de la bahía de Samanco en formato surfer (Fig. 9).

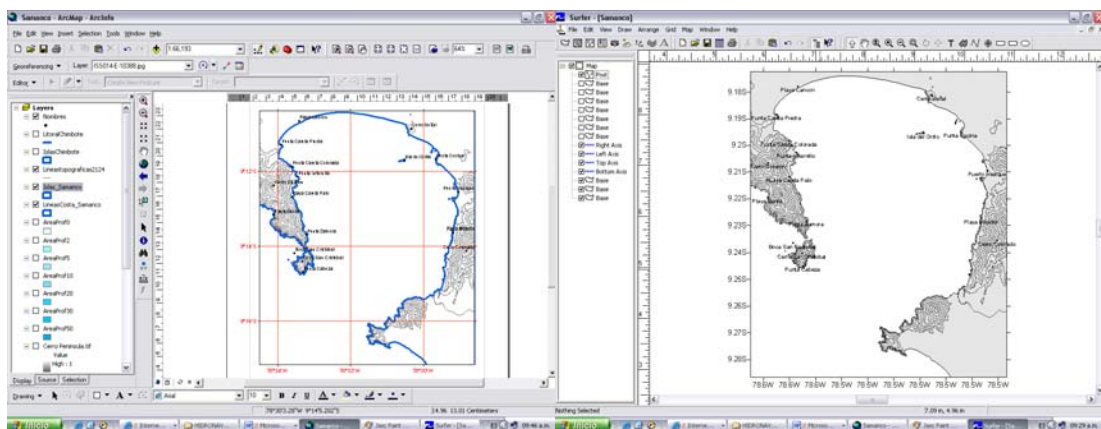


Fig. 9. Bahía Samanco y áreas de influencia en el entorno Surfer

3.3 METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Presión atmosférica

En la zona el rango promedio anual fue de 3,9 hPa, ocurriendo los valores medios más bajos los meses en enero, febrero y marzo, y los más altos en julio-octubre. El rango diario alcanza valores de 3 hPa, mostrando el comportamiento horario (en 24 horas) que el valor más alto ocurre a las 10 de la mañana y el más bajo a las 04 de la tarde; sobre el océano abierto este rango no existe o es muy pequeño (Tabla 3).

Tabla 3. Presión atmosférica promedio mensual (hPa) para Chimbote. Año 2008

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	oct	Nov	Dic
2008	1012,8	1013,0	1012,1	1012,3	1014,9	1015,2	1015,9	1015,2	1015,5	1016,0	1014,9	1014,5

Fuente SENAMHI 2008

En verano, especialmente en marzo, ocurre el debilitamiento de los vientos Alisios ocasionados por el debilitamiento y desplazamiento hacia el sur del núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur, por lo que disminuyen los afloramientos costeros y el agua superficial incrementa su temperatura. En algunos días en que la presión atmosférica baja a valores próximos a 1005 hPa, es bastante probable la ocurrencia de lluvias ligeras vespertinas así como la ocurrencia de los trasvases durante la tarde y noche. Por otro lado, ocurren incrementos importantes de la presión en invierno, coincidiendo con los menores registros térmicos del mar; ocasionalmente cuando hay fuertes incursiones de masas de aire frías procedentes de latitudes medias y altas que llegan al lugar y que barren todo el mar peruano, cuando los valores de presión superan los 1018 hPa en Chimbote el centro del anticiclón alcanza valores de 1035 hPa o más, y es cuando se presentan neblinas o nieblas y/o lloviznas matinales, cielo nublado o cubierto generalmente todo el día y disminución de temperaturas diurnas y nocturnas; en el mar costero el viento incrementa, favoreciendo los procesos de intercambio de energía y masa entre atmósfera y océano.

Temperatura

La temperatura del aire sobre la superficie del mar se incrementa desde la línea de costa hacia el oeste y presenta oscilaciones diurnas, mensuales y anuales mucho más pequeñas que en el continente, siendo hasta la altura de la base de la inversión (1000 msnm) casi constante; en periodos de fuerte viento toda la capa de mezcla se uniformiza térmicamente. En verano la temperatura del aire en la línea de costa es de aproximadamente 19°C e incrementa hasta 22°C a 90°W, encontrándose que los mayores gradientes se encuentran cerca de la línea de costa. En invierno la temperatura del aire en la orilla es de aproximadamente 15°C y de 25° a 90°W. (en términos generales frente a la costa del Perú).

Las temperaturas máximas del aire dependen principalmente de la TSM, de la intensidad de la brisa marina, de la cobertura nubosa, de la estabilidad atmosférica, de las características del suelo y de la cantidad de radiación solar que incide sobre la superficie. Es así que en meses de verano ocurren las temperaturas más altas, alcanzando valores máximos de 27,1°C en marzo del 2008. Los valores más bajos ocurren durante la estación de invierno, coincidiendo con el periodo en el cual la superficie del mar y la capa de mezcla alcanzan los valores más bajos de temperatura y el cielo tiene la mayor cobertura nubosa, registrándose valores de 17,9°C y 17,4°C en setiembre y octubre (Fig. 10).

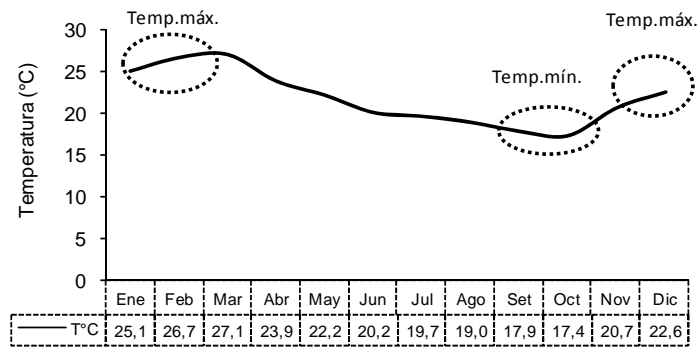


Fig. 10. Temperatura (°C) del aire para el área de Chimbote. Año 2008
Fuente: SENAMHI

Humedad relativa

La humedad relativa en el área de estudio, por ser colindante con la gran fuente de humedad que es el océano, siempre es alta durante todo el año, favorecida por la dirección predominante del viento de componente sur.

La fluctuación anual fue de 82,3 a 89,2%, presentando valores mensuales más altos en primavera; mientras que en verano e invierno los valores mensuales promedio fueron más bajos llegando a mínimos registros el mes de julio. Los días de invierno y otoño la humedad relativa durante las 24 horas del día es relativamente alta, lo cual es favorable para el desarrollo de neblinas y nubosidad estratiforme baja durante la noche y primeras horas de la mañana en localidades cercanas al mar. En primavera y verano, durante la noche la humedad relativa es alta, bajando significativamente hacia el mediodía del periodo diurno, alcanzando valores próximos a 65% (Fig. 11).

Sobre el océano la humedad relativa en general disminuye desde el litoral hacia el suroeste, dirección en la que se encuentra el centro del anticiclón; en la línea de costa el valor siempre está entre 90 a 100%, mientras que el centro del anticiclón puede llegar a 70% o menos cuando el aire está en absoluta calma.

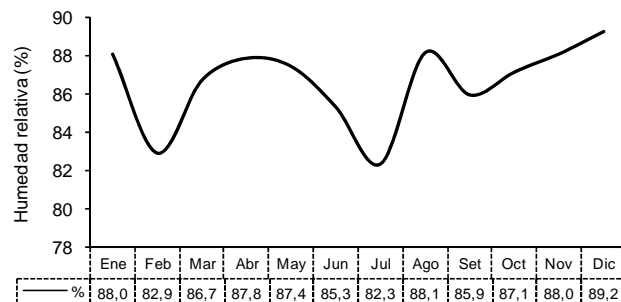


Fig. 11. Humedad relativa (%) registrada en Chimbote. Año 2008.
Fuente SENAMHI

Precipitación y nubosidad

Las lluvias son muy escasas en un año normal o en periodos de enfriamiento superficial del agua de mar, no obstante que la zona de estudio es colindante con una gran fuente de humedad; ello se debe a la predominancia de la estabilidad atmosférica, es decir los movimientos verticales ascendentes están limitados a centenas de metros (hasta 1000 msnm) por lo cual sólo se desarrolla nubosidad estratiforme (estratos y estratos-cúmulos).

Las pocas lluvias durante el año, ocurren durante el verano, coincidiendo con los valores más bajos de presión atmosférica y los más altos de temperatura superficial del mar. Estas precipitaciones se originan en la humedad marina que asciende cuando los movimientos descendentes sobre la capa de inversión están ausentes (1500 msnm) y por la humedad transportada a través de los andes por los vientos fuertes del este. En los meses de otoño e invierno, las ligeras precipitaciones son de tipo llovizna (menor de 1 mm/mes) causadas por el enfriamiento nocturno del aire y viento superficial ligeramente incrementado (Tabla 4).

La lluvia acumulada durante el año 2006 fue de 16,4 mm/año para la estación de Chimbote.

Tabla 4. Precipitación acumulada mensual (mm) para Chimbote. Año 2006

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2006	1,3	4,1	5,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0

Fuente: HIDRONAV

Vientos

El área costera de Ancash se caracteriza por ser un desierto estrecho con relieve mayormente rugoso. La velocidad media mensual de los vientos para el año 2008 varió de 2,1 a 4,4 m/s.

El calentamiento diferencial del océano y desierto, sumado a las características topográficas, crea condiciones locales para que esta área tenga una dirección de viento predominante del sur-sureste. Los valores más bajos ocurrieron en los meses de enero a abril con registros mínimos en enero de 2,1 m/s. La velocidad media del viento se incrementa desde inicios de año hasta finales del mismo, encontrándose mayores valores en setiembre con 3,5 m/s y diciembre con 4,4 m/s (Tabla 5).

Tabla 5. Velocidad (m/s) y dirección media del viento para Chimbote. Año 2008

2008	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	oct	Nov	Dic
Veloc.	2,1	2,4	2,5	2,4	2,8	3,1	2,9	2,9	3,5	3,4	2,7	4,4
Direcc.	W	WSW	W	WSW	S	S	S	S	S	S	S	S

Fuente SENAMHI 2008

3.4 BATIMETRÍA

Durante el rastreo de unos 183 km de longitud, se cubrieron 37 210 UBM tomados cada 2 segundos. Según el análisis de los ecogramas se registraron profundidades desde 1,0 hasta 44,8 metros de profundidad.

Se determinaron isobatas desde 1 a 40 m de profundidad, las mismas que presentan una suave profundización desde 1 a 25m de profundidad, punto a partir del cual las isobatas se estrechan, incrementando la pendiente. Esta característica batimétrica de la bahía hace que gran parte de la misma entre los 10 y 25 metros de profundidad sea parcialmente una gran planicie con una ligera gradiente (Figs. 12 y 13).

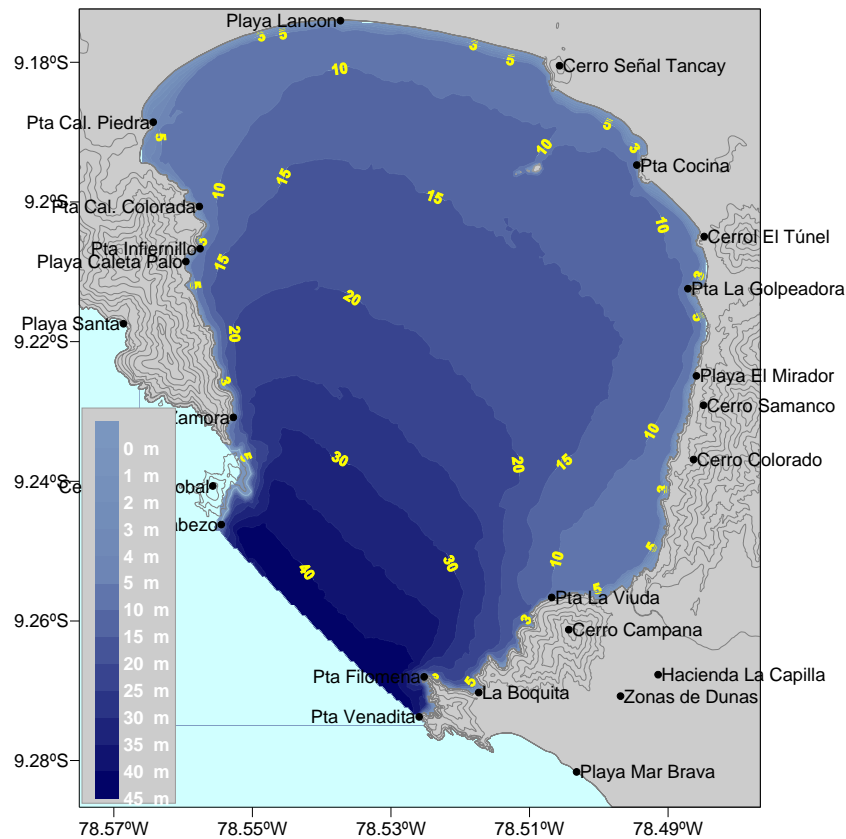


Fig. 12. Carta batimétrica de bahía de Samanco. Diciembre 2008

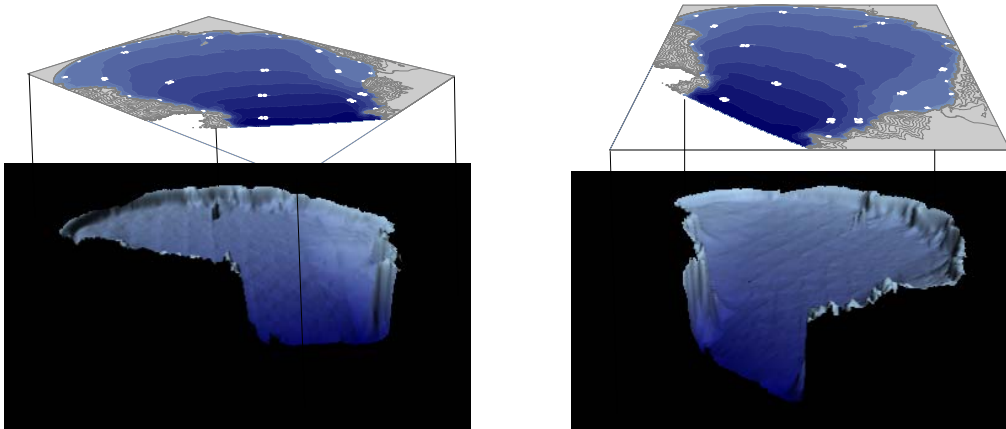


Fig. 13. Carta batimétrica en 3D del área de estudio. Diciembre 2008

CORTES VERTICALES Y PENDIENTES

Para tener una vista vertical de la distribución batimétrica de la bahía Samanco se realizaron 04 cortes verticales identificadas como C-1, C-2, C-3 y C-4 (Fig. 14).

El primer corte vertical entre la Isla Redonda y Punta Filomena (C-1) presentó una distancia de 2,30 mn, observándose un perfil submareal con mayores valores en los flancos. Durante las primeras 0,03 mn (50 m) con una fuerte inclinación de 16° grados (28,7%), decae a $9,9^\circ$ grados y un promedio de $3,9^\circ$ (6,8%) entre los 0,03 y 0,14 mn (50-250m) en la zona norte. En el flanco sur con una gradiente de 12 grados las primeras 0,03 mn (50m) se incrementaron a un valor máximo de $18,8^\circ$ grados entre las 0,03 y 0,14mn (50-250m). Longitudinalmente a partir de las 0,4 mn hasta los 2,15 mn de distancia se observó una zona ligeramente plana, sin obstáculos (Fig. 15).

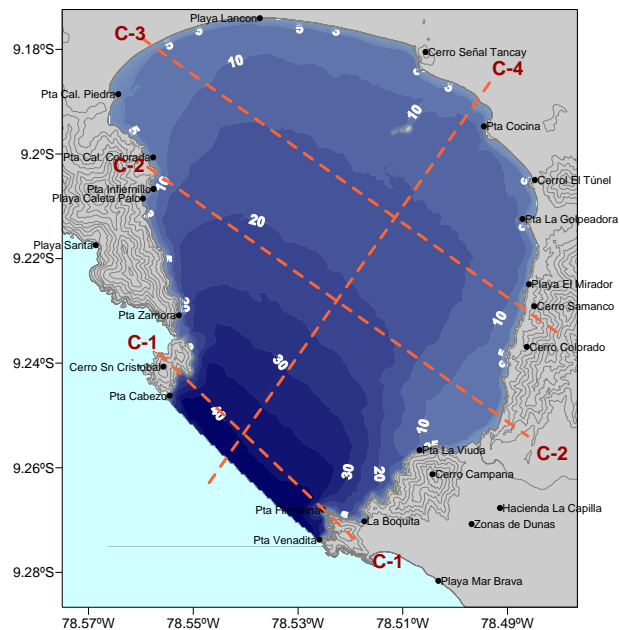


Fig. 14.- Configuración de los cortes verticales realizados en la Bahía Samanco. Diciembre 2008.

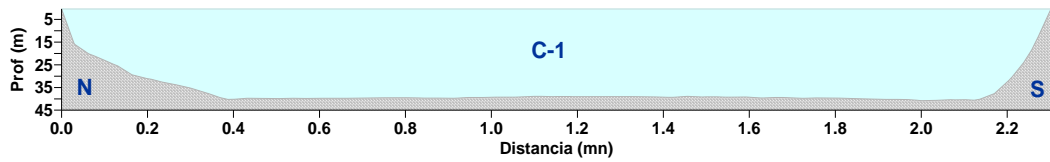


Fig. 15.- Corte Vertical (C-1) entre I. Redonda y Punta Filomena, Bahía Samanco. Diciembre 2008.

El segundo corte vertical (C-2) que nace en Punta Caleta Colorada hasta los bordes de la naciente del cerro Colorado con una distancia de 4,83 mn, muestra que las isobatas en el flanco norte convergen hasta la isobata de los 15m; observándose que en las primeras 0,14 mn (0-250m) la pendiente alcanza una máxima de $5,3^\circ$ grados es decir fuertemente inclinado y un promedio de $2,6^\circ$ grados (gradiente 4,5%), entre las 0,14 y 0,82 mn (1500m) la pendiente disminuye de 1,82 a 0,31 grados, punto en que la pendiente se neutraliza extendiéndose hasta las 3,3 mn. Por el flanco sur los primeros 0,14 mn la pendiente alcanza una declinación de $2,05^\circ$ punto desde la cual se observa la formación de una ligera meseta con declinación de $0,2^\circ$ grados que llega a extenderse hasta 1,09 mn desde la cual nuevamente se incrementa el declive hasta $0,7^\circ$ grados (Fig. 16).

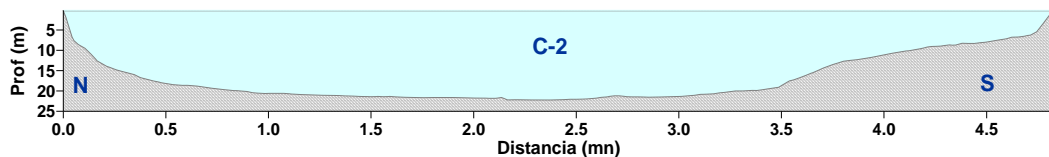


Fig. 16.- Corte Vertical (C-2) entre Punta Caleta Colorada y Naciente Cerro Colorado, Bahía Samanco. Diciembre 2008.

El tercer corte (C-3) desde la playa Lancón con dirección al cerro Colorado presenta una distancia de 5,25 mn, la pendiente del flanco norte alcanzó un máximo valor de $2,04^\circ$ grados durante los primeros 0,14 mn (250 m), decayendo luego a $0,57^\circ$ y $0,16^\circ$ grados a una distancia de 2,15 mn, punto en el que predomina la isobata de 15 m formando una planicie que se extiende hasta las 3,83 mn del extremo norte.

Por el extremo sur la pendiente cae rápidamente las primeras 0,14 mn (250m) con un valor máximo de $2,85^\circ$ grados la misma que se va distendiendo hasta 1,36 mn (2500m) desde el lado sur con un declive que varió entre $0,9^\circ$ y $0,1^\circ$ grados (Fig. 17).

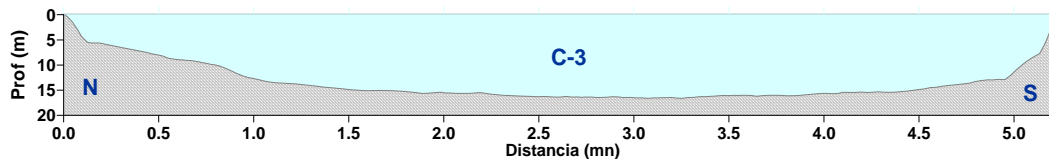


Fig. 17.- Corte Vertical (C-3) entre Playa Lancón y Cerro Colorado, Bahía Samanco. Diciembre 2008

El cuarto y último corte (C-4) entre la playa que se forma en el cerro Tancay y punta Cocina con dirección SSW hacia el centro de la bocana de la bahía Samanco, observándose que en las primeras 0,5 mn desde la costa la pendiente cae con una mayor inclinación, las primeras 0,14 mn (0-250m) con un declive de $1,78^\circ$ grados y desde este último punto hasta las 0,28 mn con $1,80^\circ$ grados y hasta 0,55 mn (1000m) $0,71^\circ$ grados, a partir de este punto hasta las

2,43 mn el declive decae a valores entre 0,22° a 0,36° grados lo cual hace de esta zona por su gran extensión una planicie, luego de la que nuevamente la gradiente comienza a incrementarse hasta una máxima de 0,62° grados, es decir que a lo largo de este corte se puede observar que las pendientes no sobrepasan los 2° grados, lo cual permite catalogarla como una zona casi plana, según el clasificador de ángulos de pendientes geomorfológicos (Demek, 1972) (Fig. 18).

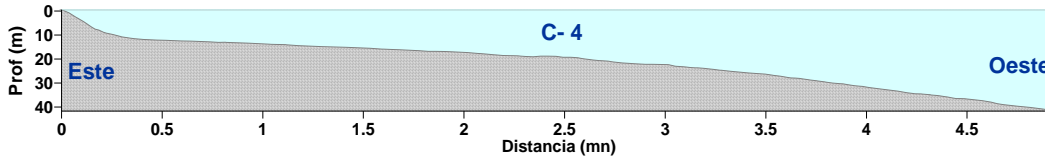


Fig. 18.- Corte Vertical (C-4) entre Cerro Tancay y Bocana Bahía Samanco. Diciembre 2008

3.5 SEDIMENTOS SUPERFICIALES Y MATERIA ORGÁNICA

3.5.1 Sedimentos

La calidad textural del sedimento en Bahía de Samanco estuvo representada principalmente por grava, conchuela, arena y finos (limo y arcilla) (anexo 1).

La composición de **“grava”** fue poco representativa, variando de 0 a 24,98% con un valor medio de 0,80%, encontrándose en núcleos muy conspicuos, frente a Isla Redonda, norte de Punta Zamora y frente a Punta La Golpeadora (Fig. 19).

La **“conchuela”** se registró distribuida en franjas paralelas al borde costero frente a Isla Redonda-Punta Caleta Colorada, Playa Lancon, Cerro Tancay y a una mayor distancia de la costa frente a Punta La Golpeadora (Fig. 19).

La tipología **“arena”** fue la que predominó en el área evaluada, con valores de 64,06 a 99,28% y un valor medio de 91,10%; estando representada por arena propiamente dicha, arena limosa y en menor importancia por arena gravilosa. En términos generales, la arena se distribuyó en casi toda la superficie del fondo marino de la bahía (Fig. 19).

La tipología **“finos”** se encontró conformada por una mezcla de limo y arcilla, asociada a arena fina conformando un sedimento limo arenoso. Este tipo de sustrato presentó valores de 0,72 a 35,94% con un valor medio de 8,10% y se distribuyó formando parches ubicados frente a Isla Redonda-Punta Zamora, Playa Lancon, Cerro Tancay y Cerro El Túnel (Fig. 19).

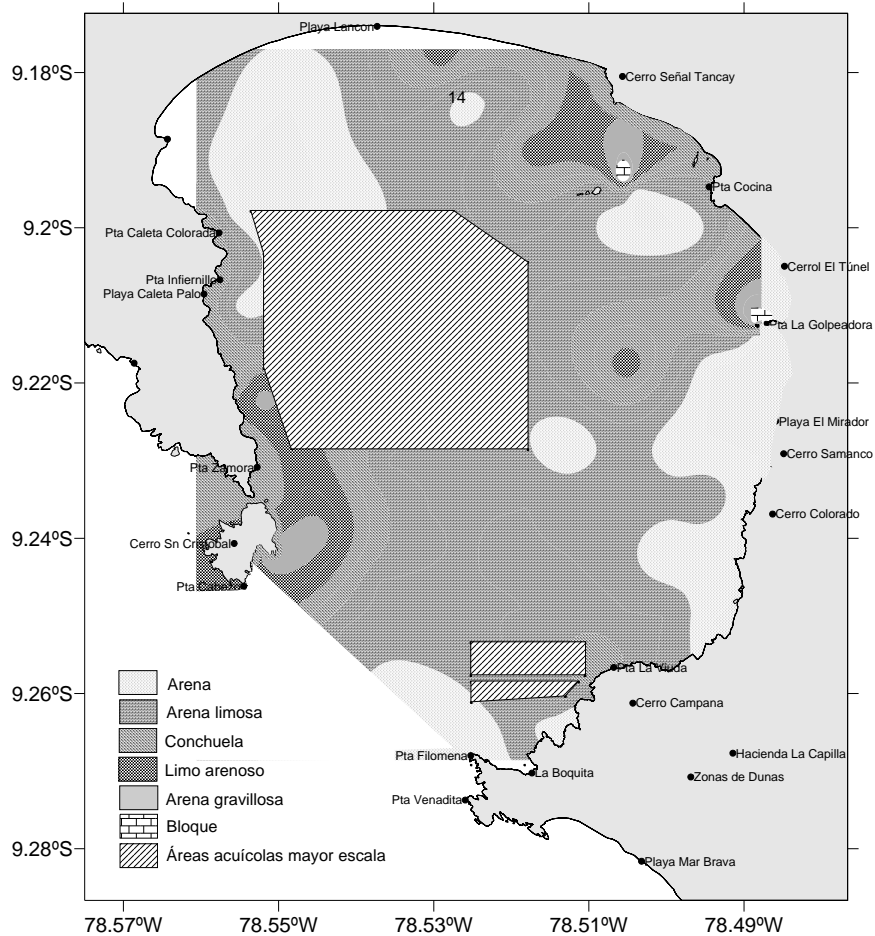


Fig. 19. Tipología de sedimentos en Bahía de Samanco. Diciembre 2008

3.5.2 Materia orgánica

La fracción de materia orgánica en sedimentos superficiales varió de 0,79 a 14,10 %, con un valor medio de 3,88 % (anexo 1).

Valores menores a 5 % fueron registrados al nor oeste, este y sur este de la bahía frente a Caleta de Piedra-Playa Colorada, Cerro Tancay-Cerro Colorado y frente a Punta La Viuda; mientras que valores mayores a 5% se focalizaron formando núcleos más discretos al norte, frente a Playa Lancon y al sur oeste, frente a Punta Zamora e Isla Redonda cerca al borde costero (Fig. 20).

En la bahía, los aportes de materia orgánica pueden estar asociados a procesos biogénicos como son los excedentes de la productividad fitoplanctónica y a los procedentes de las actividades de maricultura que se vienen desarrollando en la bahía. La distribución de materia orgánica estaría asociada a la configuración de área de estudio, profundidad, tasa de recambio de agua y dirección e intensidad de las corrientes.

Mayores concentraciones de materia orgánica registradas al norte de la bahía podrían tener sus orígenes en la actividades de maricultura y por los excedentes de producción fitopláctónica del área en menor grado (Fig. 20).

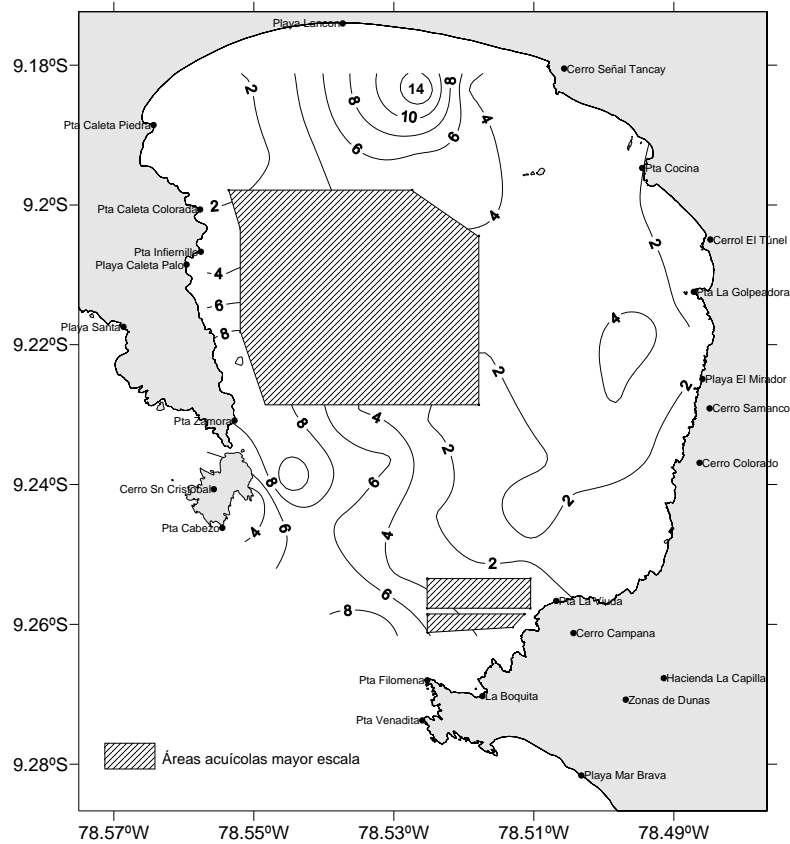


Fig. 20. Materia orgánica en sedimentos superficiales en Bahía de Samanco. Diciembre 2008

Según el análisis histórico, la concentración de materia orgánica en sedimentos superficiales (Vásquez et.al, 2000, Mendoza et.al, 2005, García et.al, 2006 y 2007) fuera de las concesiones, registraron valores similares del 2000 al 2008. Los registros mostraron rangos de 3,30 a 4,36% de MOT, con ligeros incrementos durante julio del 2005 (4,36%), el 2006 (3,94%) y en el presente estudio (3,88%) (Tabla 6).

Dentro de las concesiones la concentración de MOT se incrementó de 7,18% en julio del 2000 a 28,17% en julio del 2005 (Tabla 6).

Tabla 6. Concentración de materia orgánica total (%) en sedimentos superficiales de bahía de Samanco. 2000-2008

Fuera de concesiones			Dentro de concesiones		
Fecha	Rango	Promedio	Fecha	Rango	Promedio
Jul-00	0,96 - 9,02	3,70	Jul-00	1,99 - 11,95	7,18
Jul-05	0,96 - 7,77	4,36	Jul-05	11,82 - 48,15	28,17
2006	0,76 - 10,15	3,94			
2007	0,26 - 9,94	3,30			
Dic-08	0,79 - 14,10	3,88			

3.6 VARIABLES OCEANOGRÁFICAS Y CALIDAD ACUÁTICA (Anexos 2, 3, 4 y 5)

3.6.1 Temperatura

En la **superficie** los registros térmicos fueron de 17,9 a 21,2 °C, con un promedio de 19,8 °C, la distribución presentó un gradiente térmico ascendente hacia el interior de la bahía muy cerca del borde costero, comportamiento típico de la zona. Se observaron valores próximos a 21,0°C en área somera de la zona continental de Cerro Samanco a playa Lancon, en tanto que a la entrada de la bahía se observó ingreso de aguas frías formando núcleos de 19,0 y 19,5 °C (Tabla 7, Fig. 21a).

A nivel de **fondo** la temperatura registró 14,4 y 20,4 °C con un promedio de 15,9 °C. las temperaturas próximas a 20,0 °C se localizaron en los flancos norte por playa Lancon y sur por Cerro Colorado muy cerca del borde costero, en tanto que a la entrada de la bahía se localizaron las aguas frías con temperaturas de 14,5 °C (Tabla 7, Fig. 21b).

Tabla 7. Parámetros físicos-químicos registrados en bahía de Samanco. Diciembre 2008

Nivel	Valor	Temperatura (°C)	Salinidad (ups)	Transparencia (m)	Oxígeno (mL/L)	Corrientes marinas		Turbidez (NTU)	Viento	
						Vel (cm/s)	Dir (°)		Vel (m/s)	Dir (°)
Superficie	Promedio	19,8	35,087	3,4	5,61	7,2	210	0,8	2,8	189
	Mínimo	17,9	35,025	1,8	4,82	0,2	10	0,4	0,2	160
	Máximo	21,2	35,307	5,1	6,47	18,7	354	2,9	7,0	340
Fondo	Promedio	15,9	34,989	...	1,10	5,3	157	2,2	...	...
	Mínimo	14,4	34,949	...	0,00	0,5	1	0,4	...	...
	Máximo	20,4	35,090	...	5,14	17,5	329	6,8	...	...

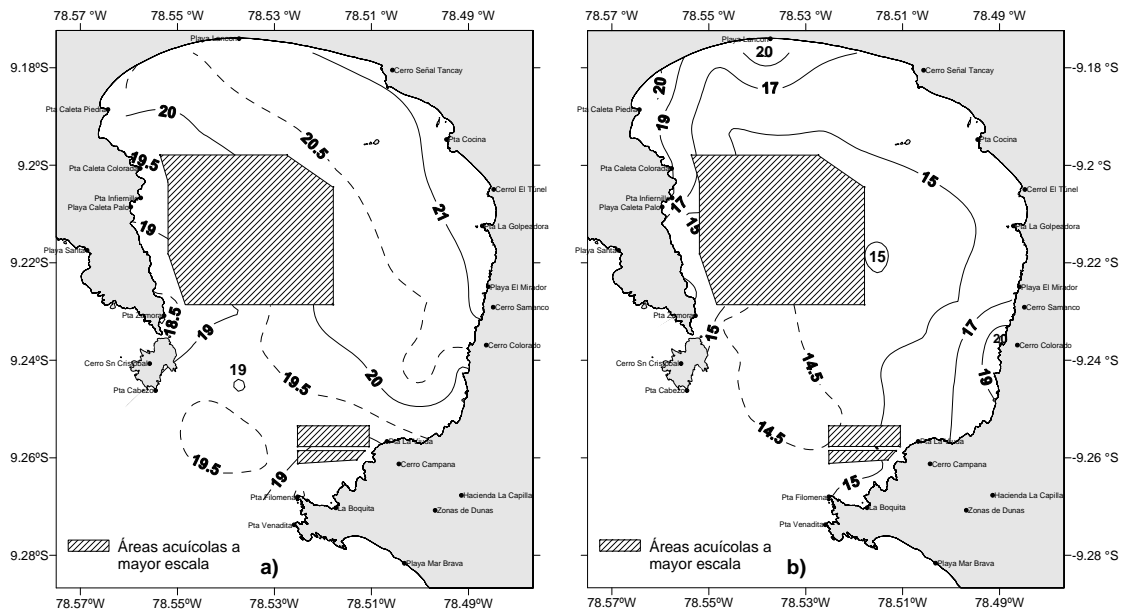


Fig. 21. Distribución de temperatura (°C): a) superficie y b) en el fondo. Diciembre 2008

3.6.2 Oxígeno disuelto

El oxígeno **superficial** presentó concentraciones de 4,82 a 6,47 mL/L con un promedio de 5,61 mL/L; la distribución fue homogénea en el área evaluada predominando concentraciones próximas a 5,50 mL/L, por inmediaciones de Cerro Samanco se localizó la isolínea de 4,80 mL/L y por la zona norte de la entrada de la bahía por Punta Cabezo se encontró la isolínea de 6,40 mL/L (Tabla 7, Fig. 22a).

En el **fondo** la concentración de oxígeno fue de 0,00 a 5,14 mL/L con un promedio de 1,10 mL/L, la distribución presentó condiciones anóxicas de la bocana principal hacia la zona central del interior de la bahía, en tanto que de Punta Infiernillo a playa Lancon y frente a Cerro Colorado se encontraron concentraciones mayores a 4,00 mL/L (Tabla 7, Fig. 22b).

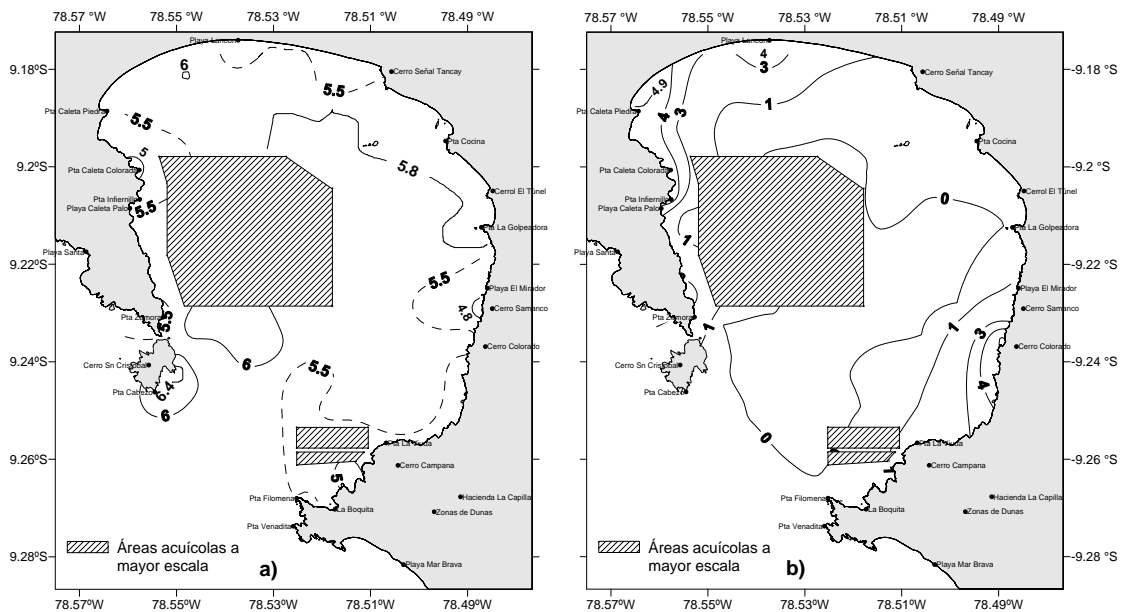


Fig. 22. Distribución de oxígeno disuelto (mL/L): a) superficie y b) en el fondo. Diciembre 2008

3.6.3 Salinidad

En la **superficie** la salinidad osciló de 35,025 a 35,307 ups con un promedio de 35,087 ups, la distribución halina incrementó su concentración hacia el borde costero encontrándose un núcleo de 35,300 ups por inmediaciones de Playa El Mirador a Punta La Golpeadora, valores próximos a 35,050 ups se localizaron de Punta Zamora a Punta Caleta Colorada y por inmediaciones de La Boquita (Tabla 7, Fig. 23a).

En el **fondo** la salinidad presentó un rango de 34,949 a 35,090 ups con un promedio de 34,989 ups, las concentraciones más bajas se encontraron por el centro de la bahía y las más altas se localizaron por el borde costero asociadas a menores profundidades (Tabla 7, Fig. 23b).

Esta bahía por ser cerrada no permite una rápida depuración de las masas de agua, lo que contribuye a que la circulación sea lenta y aumente la evaporación, en consecuencia permite que se incremente la salinidad, así como la temperatura. Se presentaron características propias de Aguas Costeras Frías asociadas al afloramiento costero.

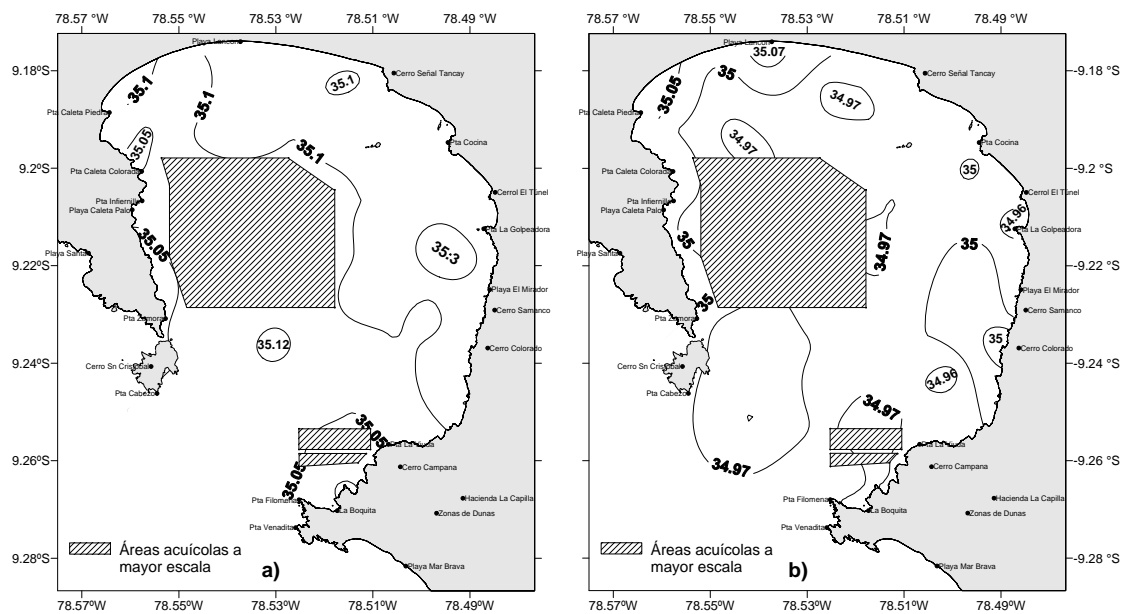


Fig. 23. Distribución de salinidad (ups): a) superficie y b) en el fondo. Diciembre 2008

3.6.4 Corrientes marinas

En la superficie la velocidad de las corrientes presentó flujos con intensidades de 0,2 a 18,7 cm/s con un promedio de 7,2 cm/s, indicando un predominio de velocidades débiles a moderadas. El 14,7 % de las estaciones presentaron intensidades mayores a 10 cm/s, 63,2 % presentaron intensidades entre 5 y 10 cm/s y el 22,1 % intensidades menores a 5 cm/s.

En general, los flujos describieron un giro horario, ingresando por el extremo norte y circulando de norte a sur dentro de la bahía y luego emigrando por el extremo sur de la bocana (Tabla 7, Fig. 24a).

A 1 m del fondo la circulación marina fluctuó entre 0,5 y 17,5 cm/s con un promedio de 5,3 m/s. En este nivel los flujos ingresaron por el extremo sur y dejan la bahía por el extremo norte de la bocana, en tanto dentro de la bahía el comportamiento de los flujos no es claro observándose muchas divergencias y convergencias (Tabla 7, Fig. 24b).

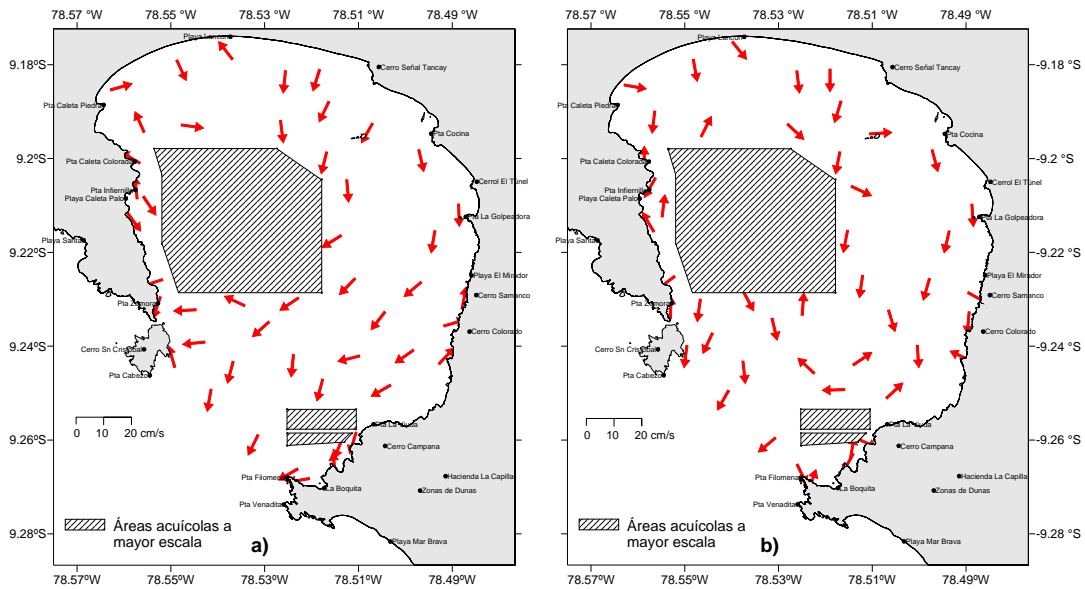


Fig. 24. Circulación marina (cm/s): a) superficie y b) en el fondo. Diciembre 2008

3.6.5 Turbidez

En la **superficie** la turbidez presentó concentraciones de 0,4 a 2,9 NTU con un promedio de 0,8 NTU. La distribución horizontal fue homogénea con claro predominio de concentraciones menores a 1,0 NTU. Frente a la zona de Punta La Viuda se encontraron núcleos concéntricos mayores a 2 NTU (Tabla 7, Fig. 25a).

En el **fondo** las concentraciones fueron de 0,4 a 6,8 NTU con un promedio 2,2 NTU. La distribución horizontal se incrementa hacia el interior de la bahía cerca del borde costero, a excepción de un núcleo frente a Punta Zamora de 6,5 NTU, en la entrada de la bahía se localizaron valores menores a 2,0 NTU. En general, en este nivel se encontró mayor cantidad de material en suspensión respecto a lo registrado en superficie (Tabla 7, Fig. 25b).

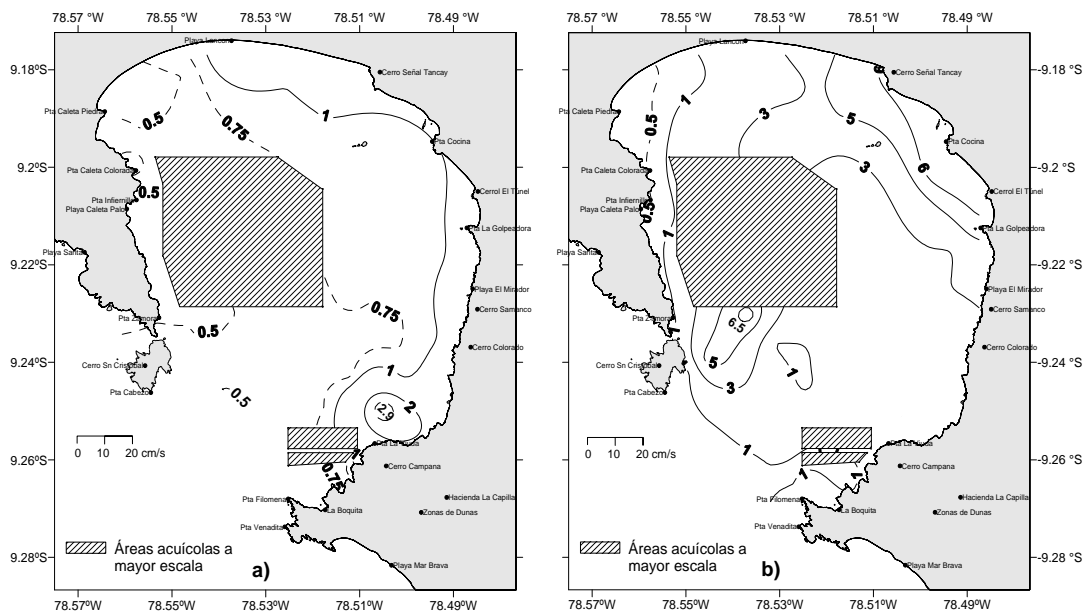


Fig. 25. Distribución de turbidez (NTU): a) superficie y b) en el fondo. Diciembre 2008

3.6.6 Vientos locales

Las velocidades de los vientos en la superficie variaron de 0,2 a 7,0 m/s con un promedio de 2,8 m/s, los valores registrados indican que los vientos durante la prospección fueron débiles. Respecto a la dirección se encontró una predominancia de vientos del suroeste (SW) y en menor proporción vientos del sur (S) y sureste (SE) (Tabla 7, Fig. 26).

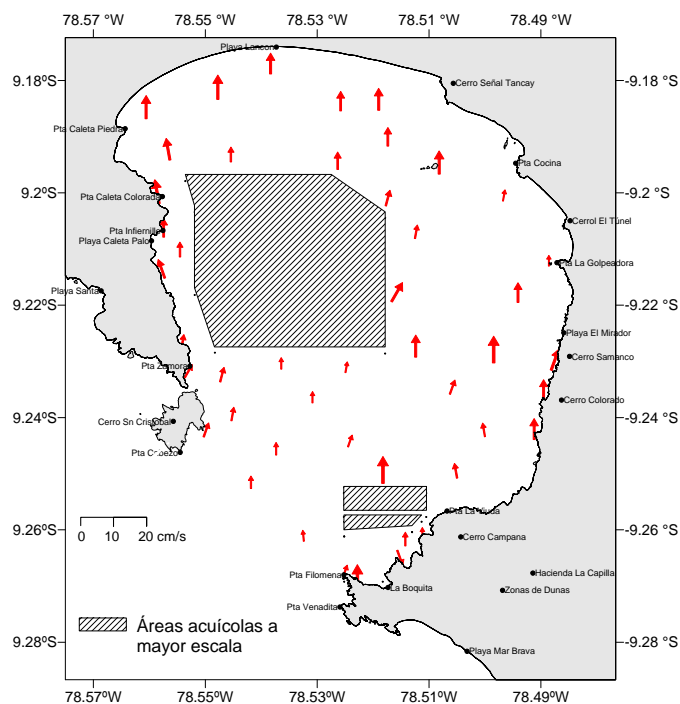


Fig. 26. Dirección e intensidad del viento superficial en la Bahía de Samanco. Diciembre 2008

3.6.7 Transparencia

La penetración de la luz medida como transparencia presentó valores de 1,8 a 5,1 m con un promedio de 3,4 m. En el estrato de 0,0 a 3,0 m se presentó la influencia de sólidos en suspensión, impidiendo el paso de la luz a capas más profundas. Los valores próximos a 5,0 m se encontraron de Isla Redonda hacia Punta Caleta Palo y los valores menores a 3,0 m se localizaron de Punta La Golpeadora a Punta La Viuda, por el centro de la bahía se presentaron las isolíneas de 3,0 y 4,0 m (Tabla 7, Fig. 27).

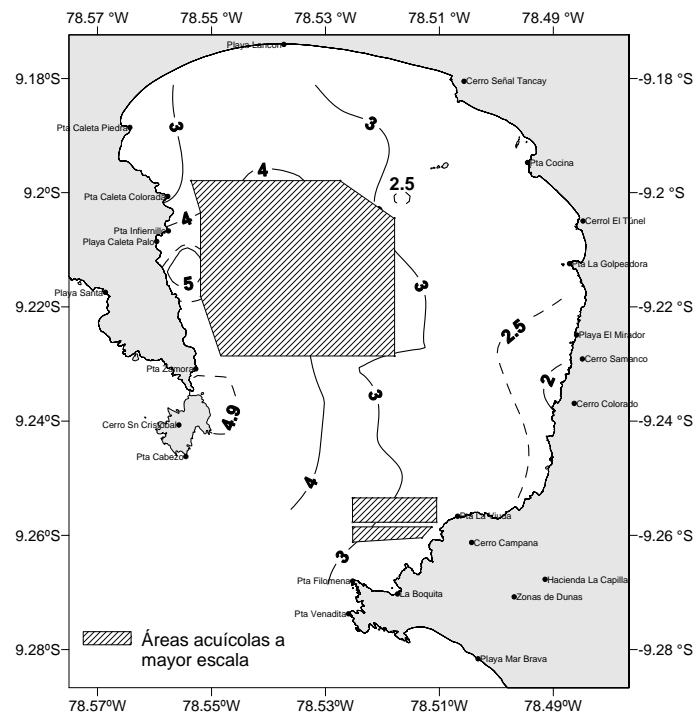


Fig. 27. Distribución de transparencia del mar en la Bahía de Samanco
Diciembre 2008

3.6.8 Mareas

Al Sur de los 9° S de latitud, en áreas de influencia de la zona de estudio, las mareas son de tipo mixtas preponderantemente semidiurnas, con amplitud promedio del orden de 0,72 m.; las de sicigias alcanzan promedios del orden de 1,17 m. (HIDRONAV-5023, 2008) (Tabla 8).

La información proviene de la Tabla de Mareas 2008, producida por la Dirección de Hidrografía y Navegación del Perú.

Tabla 8. Características dominantes de las mareas en la Costa del Perú*

Lugar	latitud	longitud	Pleamar		Bajamar		Amplitud	
			Máxima (m)	Media (m)	Mínima (m)	Media (m)	Media (m)	Sicigia (m)
Malabrigo	07° 41,4' S	79° 26,4' W	1,33	0,91	-0,21	0,13	0,82	1,07
Salaverry	08° 13,5' S	79° 58,9' W	1,36	0,94	-0,15	0,19	0,76	1,01
Chimbote	09° 04,4' S	79° 36,6' W	1,39	0,97	-0,03	0,31	0,72	1,17
Huarmey	10° 05,6' S	78° 10,3' W	1,18	0,77	-0,21	0,13	0,67	0,88
Huacho	11° 07,1' S	77° 36,9' W	1,09	0,68	-0,24	0,10	0,61	0,79

Fuente: Hidronav, 2008.

* Las alturas se encuentran referidas al plano local. Se pueden encontrar pequeñas variaciones de las indicadas en la tabla según la predicción de cada año.

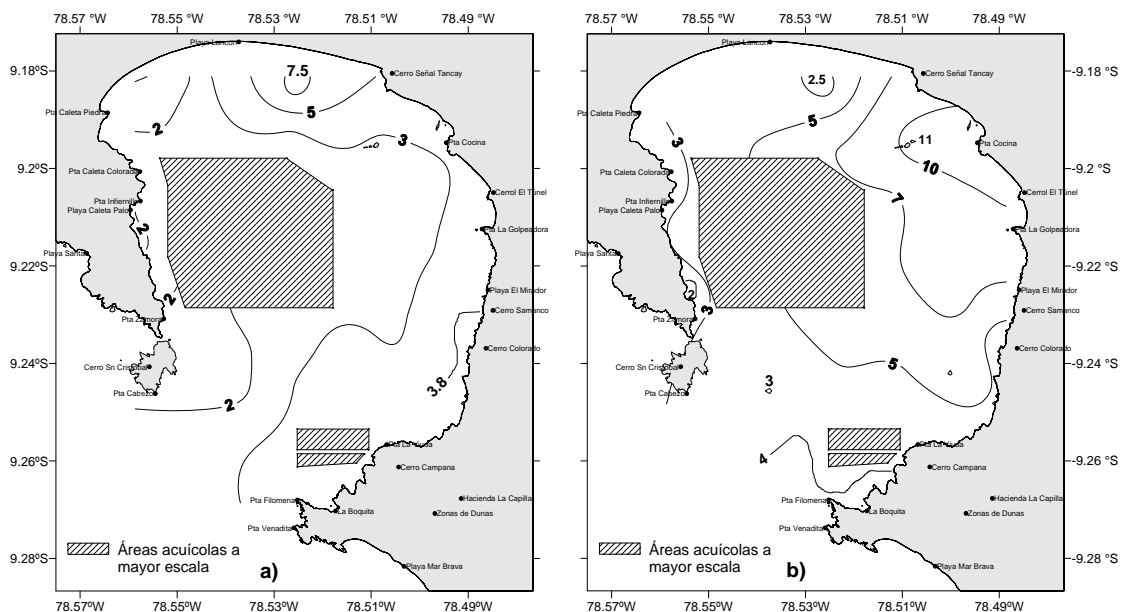
3.6.9 Nutrientes (anexo 3)

Los fosfatos **superficiales** fluctuaron entre de 1,66 y 7,68 $\mu\text{mol/L}$ con un promedio de 2,85 $\mu\text{mol/L}$, las masas de agua en su desplazamiento hacia el interior de la bahía incrementan su concentración desde la entrada de la bahía hacia Playa Lancon y Cerro Señal Tancay, encontrándose concentraciones mayores a 5,00 $\mu\text{mol/L}$ (Tabla 9, Fig. 28a).

En el **fondo** los fosfatos variaron de 2,00 a 11,10 $\mu\text{mol/L}$ con un promedio de 5,10 $\mu\text{mol/L}$, al igual que en superficie la distribución horizontal incrementó su concentración hacia el borde costero de Cerro Señal Tancay hacia Playa El Mirador, encontrándose concentraciones mayores a 7,00 $\mu\text{mol/L}$ (Tabla 9, Fig. 28b).

Tabla 9. Concentración de nutrientes en la Bahía de Samanco. Diciembre 2008

Nivel	Valor	Fosfatos ($\mu\text{mol/L}$)	Silicatos ($\mu\text{mol/L}$)	Nitratos ($\mu\text{mol/L}$)	Nitritos ($\mu\text{mol/L}$)	Clorofila "a" ($\mu\text{g/L}$)
Superficie	Promedio	2,85	11,09	2,02	0,06	3,19
	Mínimo	1,66	6,06	0,15	0,02	0,54
	Máximo	7,68	34,29	12,95	0,48	8,42
Fondo	Promedio	5,10	31,89	2,51	0,92	5,04
	Mínimo	2,00	9,55	0,06	0,02	0,72
	Máximo	11,10	62,10	10,47	5,06	12,86

Fig. 28. Distribución de fosfatos ($\mu\text{mol/L}$) en superficie (a) y fondo (b). Diciembre 2008

Silicatos

A nivel de **superficie** la concentración de silicatos varió de 6,06 y 34,29 $\mu\text{mol/L}$ con un promedio de 11,09 $\mu\text{mol/L}$. La distribución por la parte central y frente a Playa Lancon presentó valores mayores a 20,00 $\mu\text{mol/L}$, en tanto que valores menores a 10,00 $\mu\text{mol/L}$ se encontraron de Punta Infiernillo hacia la bocana principal y de Cerro el Túnel hacia Punta La Viuda (Tabla 9, Fig. 29a).

En el **fondo** las concentraciones fueron de 9,55 a 62,10 $\mu\text{mol/L}$ con un promedio de 31,89 $\mu\text{mol/L}$, frente a Punta La Cocina se encontró el valor más alto y por inmediaciones de Playa Lancon se localizó el valor más bajo (Tabla 9, Fig. 29b).

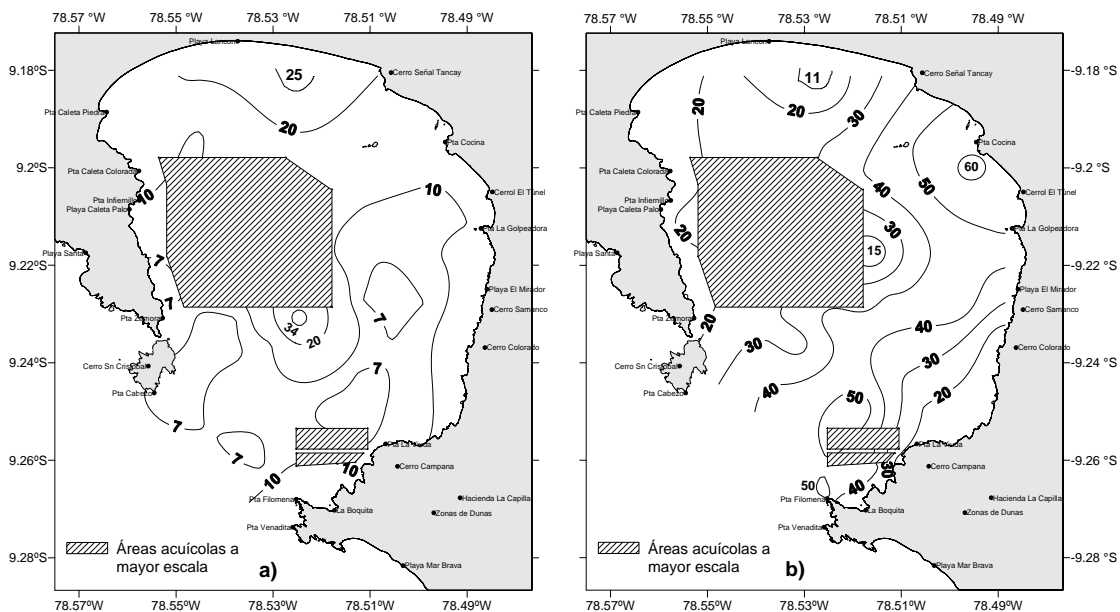


Fig. 29. Distribución de silicatos ($\mu\text{mol/L}$) en superficie (a) y fondo (b). Diciembre 2008

Nitratos

Los nitratos **superficiales** fueron de 0,15 y 12,95 $\mu\text{mol/L}$ con promedio de 2,02 $\mu\text{mol/L}$, las concentraciones mayores a 10,00 $\mu\text{mol/L}$ se localizaron por el centro de la bahía, en tanto que por el borde costero se encontraron las concentraciones próximas a 1,00 $\mu\text{mol/L}$ (Tabla 9, Fig. 30a).

En el **fondo** se presentaron concentraciones de 0,06 a 10,47 $\mu\text{mol/L}$ con promedio de 2,51 $\mu\text{mol/L}$, las concentraciones próximas a 1,00 $\mu\text{mol/L}$ se presentaron por el centro de la bahía y por la zona continental del borde costero; por la entrada de la bahía se encontró un núcleo de 0,4 μmol y núcleos concéntricos de 5,00 y 10,00 $\mu\text{mol/L}$ (Tabla 9, Fig. 30b).

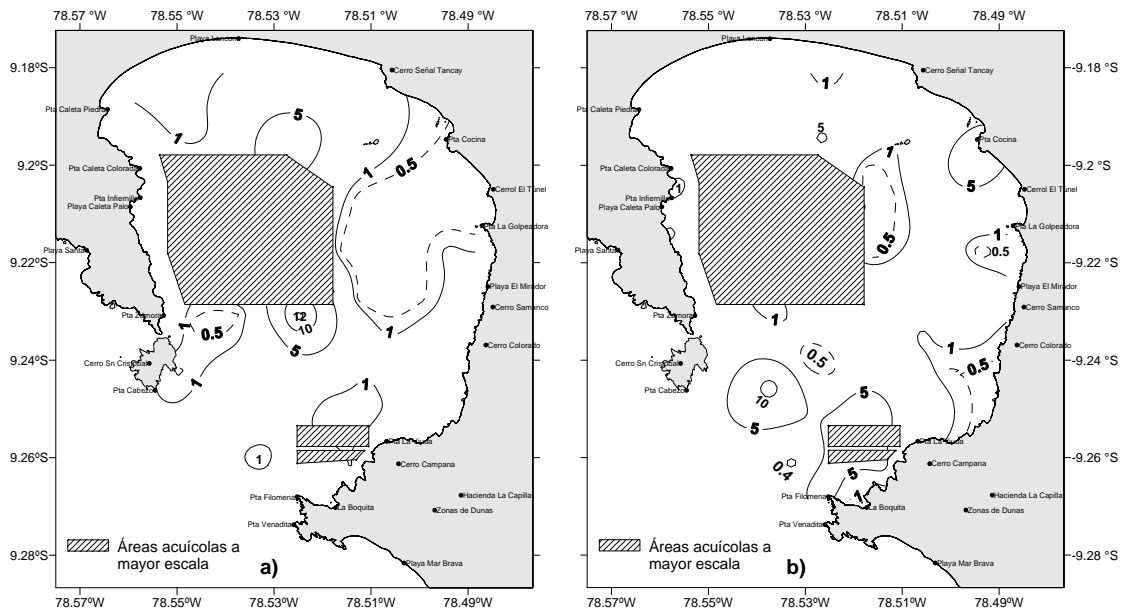


Fig. 30. Distribución de nitratos ($\mu\text{mol/L}$) en superficie (a) y fondo (b). Diciembre 2008

Nitritos

A nivel de **superficie** los nitritos variaron de 0,02 y 0,48 $\mu\text{mol/L}$ con un promedio de 0,06 $\mu\text{mol/L}$, la distribución horizontal se incrementa hacia la zona norte de la bahía muy cerca del borde costero, localizándose la isolínea de 0,40 $\mu\text{mol/L}$ (Tabla 9, Fig. 31a).

En el **fondo** la concentración fue de 0,02 a 5,06 $\mu\text{mol/L}$ con promedio de 0,92 $\mu\text{mol/L}$, los valores más bajos se localizaron de Cerro señal Tancay a Cerro El Túnel y los valores más altos se encontraron frente a Punta la Viuda (Tabla 9, Fig. 31b).

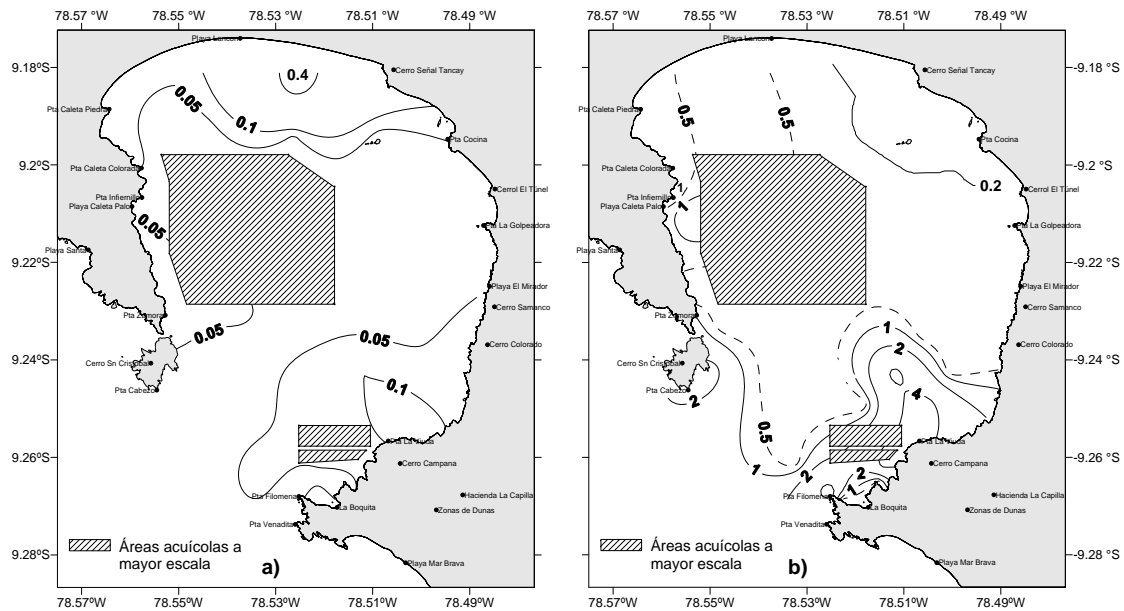


Fig. 31. Distribución de nitritos ($\mu\text{mol/L}$) en superficie (a) y fondo (b). Diciembre 2008

Clorofila "a"

En la **superficie** la clorofila "a" varió de 0,54 y 8,42 $\mu\text{g/L}$ con promedio de 3,19 $\mu\text{g/L}$. Por la zona central de la bahía se presentaron las concentraciones más altas, encontrándose núcleos concéntricos de 5,00 y 8,00 $\mu\text{g/L}$, en tanto que por Punta Caleta Colorada se localizaron las concentraciones próximas a 1,00 $\mu\text{g/L}$ (Tabla 9, Fig. 32a).

En el **fondo** la clorofila "a" fluctuó entre 0,72 y 12,86 $\mu\text{g/L}$ con promedio de 5,04 $\mu\text{g/L}$, las concentraciones mayores a 10,00 $\mu\text{g/L}$ se localizaron en dos núcleos uno por la parte sur frente a Cerro Samanco de 12,00 $\mu\text{g/L}$ y otro por la entrada de la bahía de 11,00 $\mu\text{g/L}$ (Tabla 9, Fig. 32b).

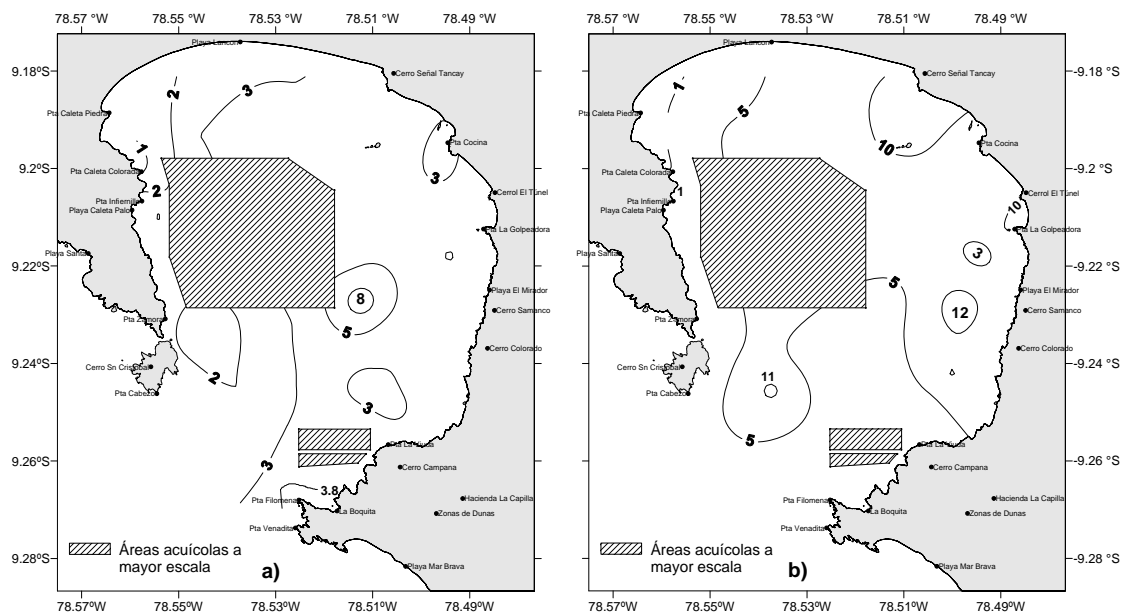


Fig. 32. Distribución de clorofila "a" ($\mu\text{g/L}$) en superficie (a) y fondo (b). Diciembre 2008

3.6.10 POTENCIAL DE IONES HIDRONIO (pH)

A nivel **superficial** la concentración de iones de hidronio (pH) fluctuó entre 7,94 y 8,18; la distribución tiende a disminuir hacia el interior de la bahía por la zona norte y por inmediaciones de Punta Filomena a La Boquita se localizó la isolínea de 7,95 (Tabla 10, Fig. 33a).

En el **fondo** el pH varió de 7,61 a 8,07; la distribución horizontal presentó un desplazamiento homogéneo con predominio de concentraciones de 7,70. De Punta Zamora a Punta Caleta Piedra y frente a Cerro Colorado se localizaron concentraciones próximas a 7,90 (Tabla 10, Fig. 33b).

Tabla 10. Registro de contaminantes en Bahía de Samanco. Diciembre 2008

Nivel	Valor	pH	SST * (mg/L)	Aceites y grasa (mg/L)
Superficie	Promedio	...	31,37	0,54
	Mínimo	7,94	20,00	0,10
	Máximo	8,18	51,50	0,90
Fondo	Promedio	...	34,82	
	Mínimo	7,61	17,00	
	Máximo	8,07	54,00	

SST*: SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

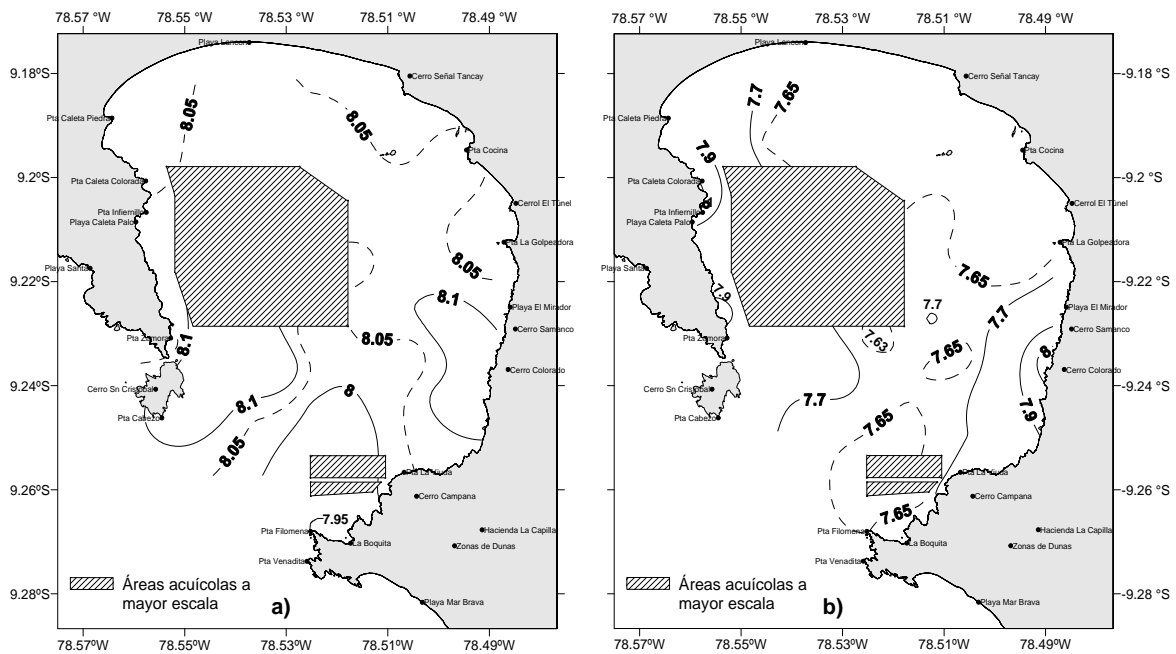


Fig. 33. Distribución de pH en superficie (a) y fondo (b). Diciembre 2008

3.6.11 SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

En la **superficie** los sólidos suspendidos totales fueron de 20,00 a 51,50 mg/L con un promedio de 31,37 mg/L, la distribución presentó un núcleo de 50,00 mg/L por la zona central oeste, predominado en el área de estudio concentraciones de 30,00 y 40,00 mg/L (Tabla 10, Fig. 34a).

En el **fondo** la concentración varió de 17,00 a 54,00 mg/L con un promedio de 34,82 mg/L; la distribución horizontal presentó similar tendencia a lo observado en superficie (Tabla 10, Fig. 34b).

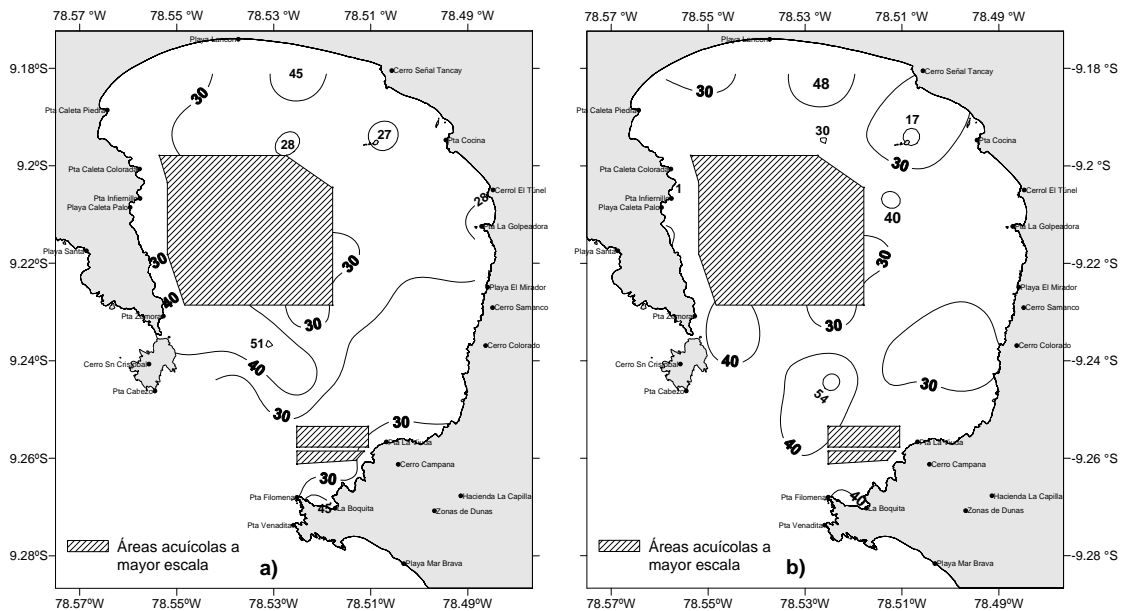


Fig. 34. Sólidos suspendidos totales (mg/L) en superficie (a) y fondo (b). Diciembre 2008

3.6.12 MATERIAL ORGÁNICO EXTRACTABLE EN HEXANO, MOEH-ACEITES Y GRASAS

La distribución de aceites y grasas en **superficie** fue de 0,10 a 0,90 mg/L con un promedio de 0,54 mg/L. La concentración presentó dos núcleos de 0,90 mg/L en la parte central nor-este de la bahía; de Cerro Colorado a La Boquita se encontraron valores de 0,80 mg/L, en tanto que en el resto del área evaluada predominaron valores de 0,50 mg/L (Tabla 10, Fig. 35).

Tabla 3. Parámetros microbiológicos en la Bahía de Samanco. Diciembre 2008

Nivel	Valor	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	Coliformes totales (NMP/100 mL)	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)
	Promedio	...	...	...
Superficie	Mínimo	3,02	230	90
	Máximo	< 1,00	< 30	< 30

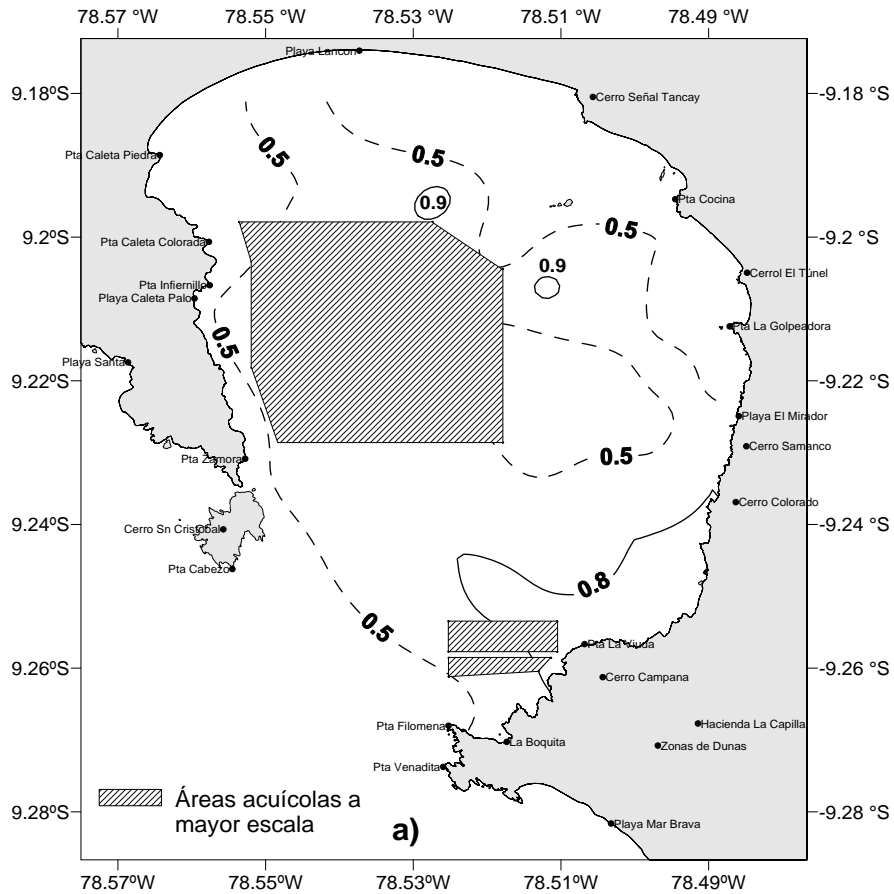


Fig. 35. Aceites y grasas (mg/L) superficiales en la Bahía de Samanco. Diciembre 2008

3.6.13 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO - DBO₅

A nivel **superficial** la demanda bioquímica de oxígeno, DBO₅ fluctuó entre < 1,00 a 3,02 mg/L. La distribución presentó concentraciones mayores a 2,00 mg/L en la zona sur de la bahía, de La Boquita hacia Punta La Viuda; concentraciones próximas a 1,50 mg/L se encontraron en la mayor parte del área evaluada (Tabla 11, Fig. 36).

Estos valores no sobrepasaron los 10 mg/L permitidos por la Ley General de Aguas (2003) para las clases IV, V y VI.

Tabla 11. Parámetros microbiológicos en la Bahía de Samanco. Diciembre 2008

Nivel	Valor	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	Coliformes totales (NMP/100 mL)	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)
	Promedio	...	...	...
Superficie	Mínimo	3,02	230	90
	Máximo	< 1,00	< 30	< 30

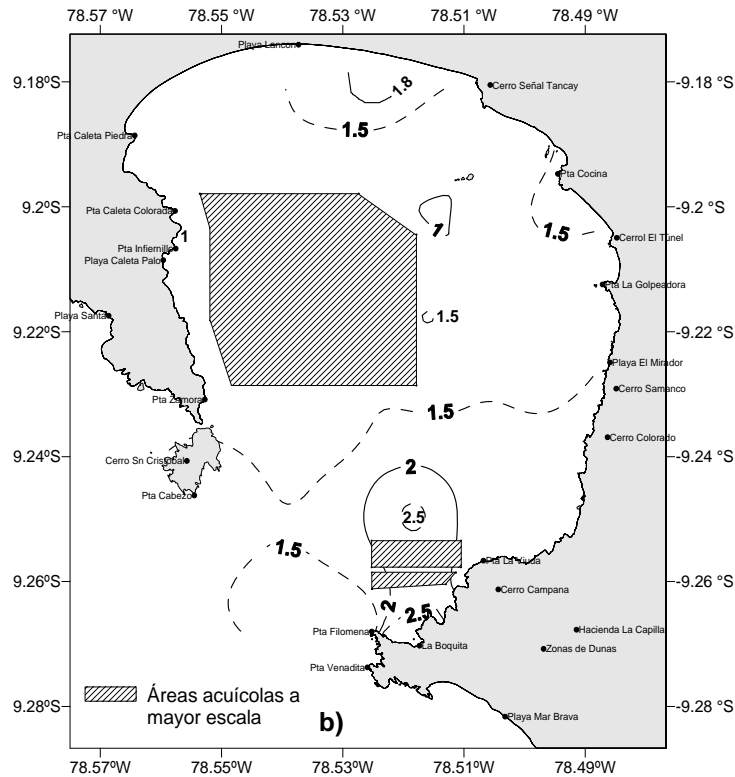


Fig. 36. Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en superficie. Diciembre 2008

3.6.14 COLIFORMES

A nivel **superficial** los coliformes totales variaron de < 30 a 230 NMP/100 mL, la distribución horizontal presentó la concentración más alta en la zona central de la bahía, en tanto que cerca al borde costero se encontraron las concentraciones próximas a 30,00 NMP/100 mL (Tabla 11, Fig. 37a).

En **superficie** los coliformes termotolerantes fluctuaron entre < 30 a 90 NMP/100mL, la distribución horizontal presentó similar tendencia que los coliformes totales (Tabla 11, Fig. 37b).

Estos valores de coliformes totales y termotolerantes no sobrepasaron los límites permisibles establecidos por la Ley General de Aguas para las clases IV, V y VI.

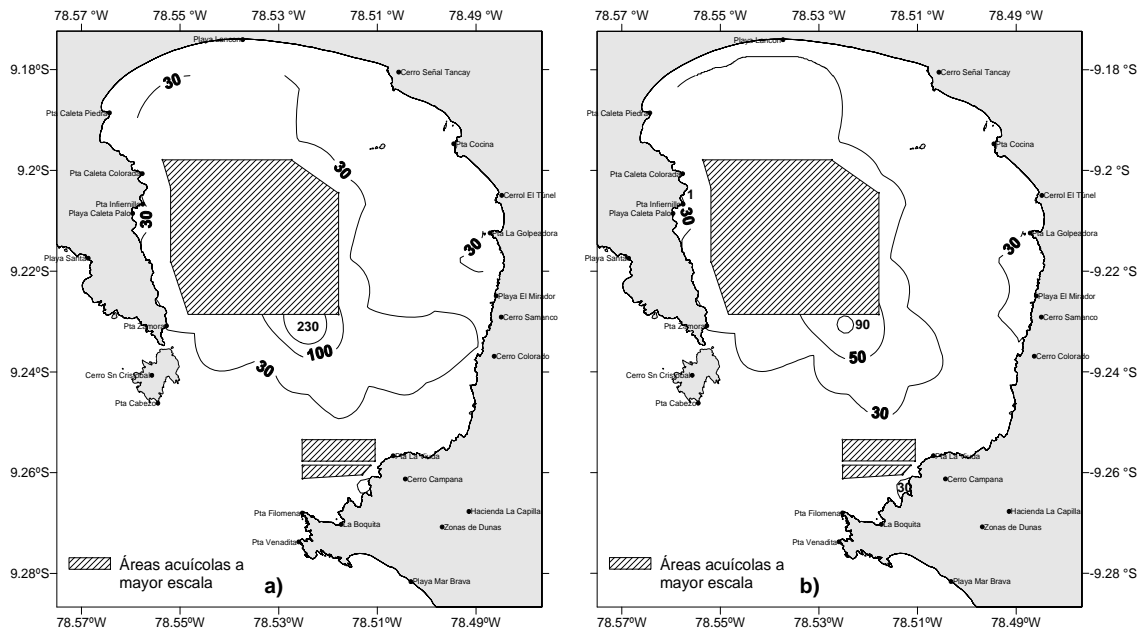


Fig. 37. Concentración de: a) coliformes totales (NMP/100 mL) y b) coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) en superficie. Diciembre 2008

3.6.15 METALES PESADOS EN AGUA DE MAR

Cadmio

Durante setiembre del 2004 y abril del 2008 la concentración de cadmio en agua de mar no superó los límites de detección del equipo presentándose valores menores a $0,53 \mu\text{g/L}$ (Tabla 12).

Tabla 12. Concentración media de metales pesados en agua de mar en la Bahía de Samanco. 2004 y 2008

Año Mes	Nivel s = superficie	Cadmio ($\mu\text{g/L}$)	Plomo ($\mu\text{g/L}$)	Cobre ($\mu\text{g/L}$)	Fierro ($\mu\text{g/L}$)
2004 Setiembre	s	< 0,53	1,51	13,31	< 0,36
2008 Abril	s	< 0,53	2,79	9,92	< 0,36

Plomo

La concentración promedio de plomo se incrementó de $1,51 \mu\text{g/L}$ en setiembre del 2004 a $2,79 \mu\text{g/L}$ en abril del 2008. La distribución horizontal en abril del 2008 se concentró en el centro de la bahía con valores mayores a $4,00 \mu\text{g/L}$. Los valores encontrados en ambas evaluaciones no superaron lo estipulado en la Ley General de Aguas (LGA) para las clases V y VI con $10,00$ y $30,00 \mu\text{g/L}$ respectivamente (Tabla 12, Figs. 38a y 38b).

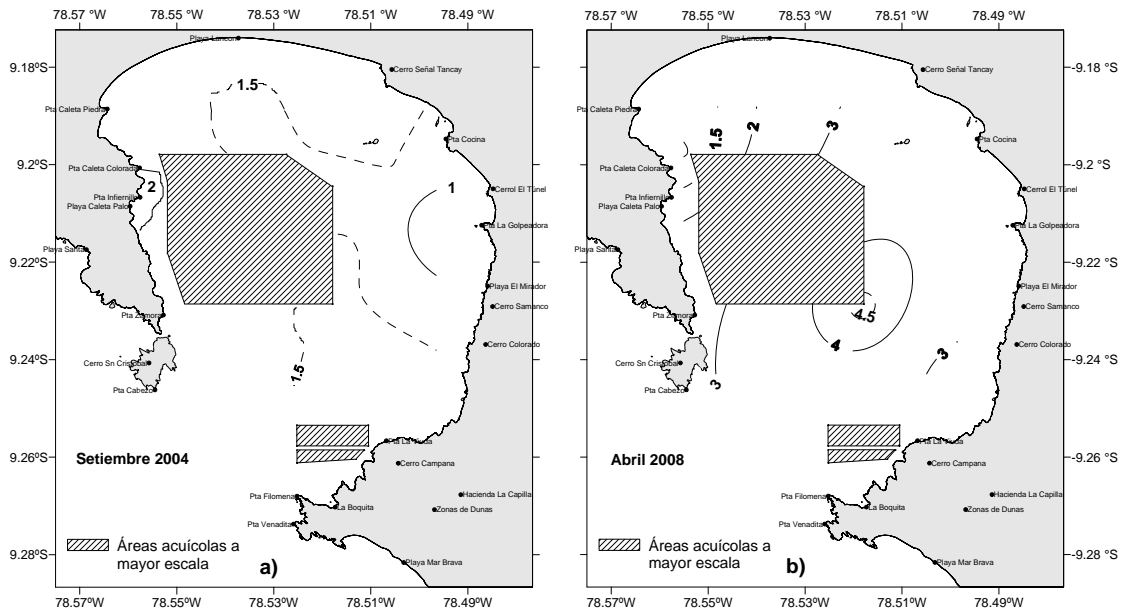


Fig. 38. Variación de plomo en: a) setiembre 2004 y b) abril 2008 en agua de mar. Bahía de Samanco.

Cobre

La concentración promedio de cobre disminuyó de $13,31 \mu\text{g/L}$ en setiembre del 2004 a $9,92 \mu\text{g/L}$ en abril del 2008. En setiembre del 2004 las mayores concentraciones se localizaron por el borde costero frente a Cerro El Túnel en tanto que en abril del 2008 mayores concentraciones se registraron por el centro de la bahía. El valor promedio de setiembre superó lo permitido ($10 \mu\text{g/L}$) por la LGA para la clase V (Tabla 12, Fig. 39a y 39b).

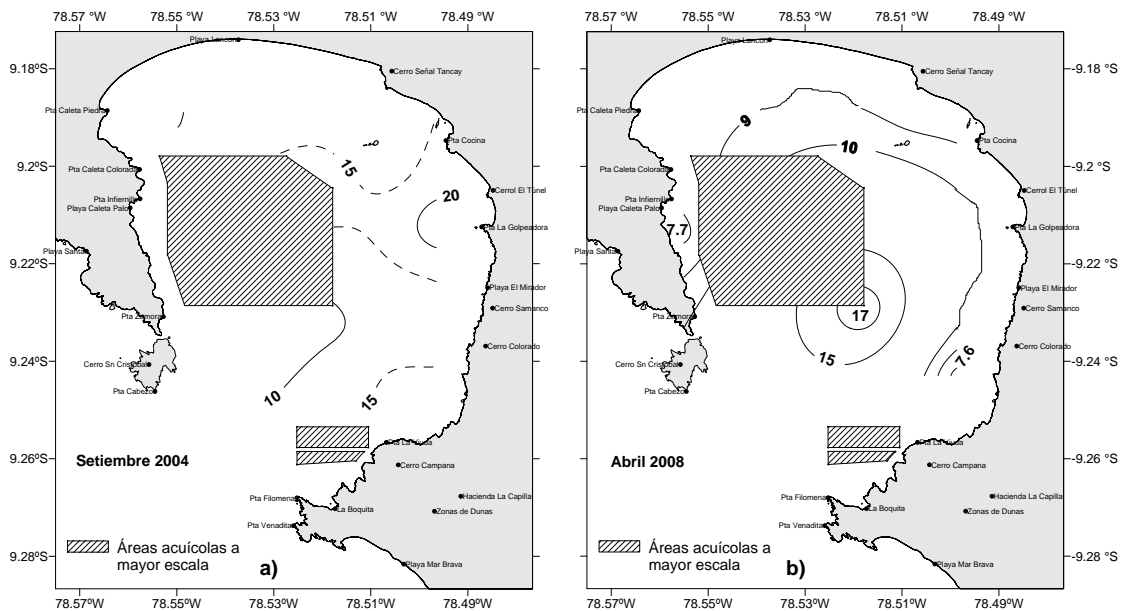


Fig. 39. Variación de cobre en: a) setiembre 2004 y b) abril 2008 en agua de mar. Bahía de Samanco.

Fierro

Al igual que el cadmio en setiembre del 2004 y abril del 2008 la concentración de fierro en agua de mar no superó los límites de detección del equipo, presentándose valores menores a 0,36 $\mu\text{g/L}$ (Tabla 12, Fig. 40).

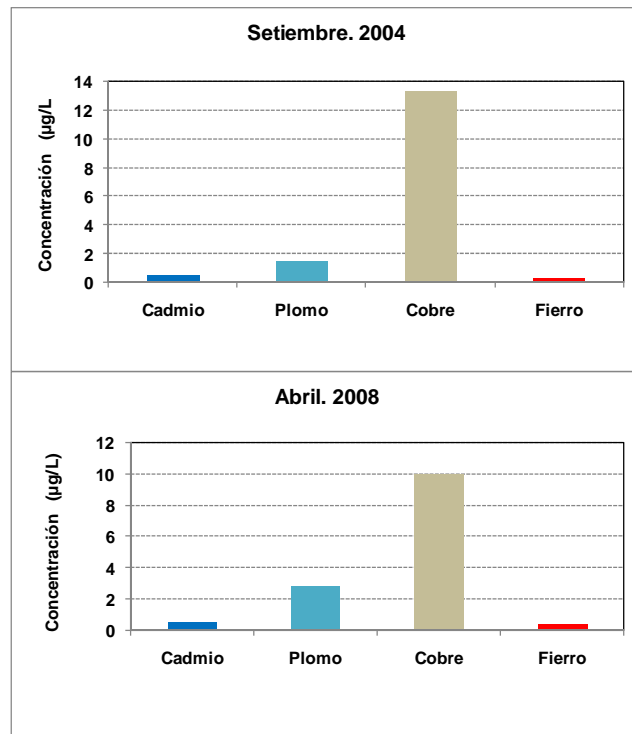


Fig. 40. Concentración de metales pesados en agua de mar registrados en bahía Samanco los años 2004 y 2008

3.6.16 METALES PESADOS EN ORGANISMOS MARINOS

Cadmio

Según García et al.(2004), en la Bahía de Samanco la bioacumulación de cadmio total en ejemplares eviscerados de almeja, concha de abanico, babosa, pata de mula, concha navaja y peces (diablo y raya) presentaron niveles de cadmio total por debajo de lo estipulado por la Comisión Europea (Tabla 13 y Fig. 41); en tanto que en ejemplares con vísceras de chorito, almeja, pata de mula, caracol negro y concha de abanico superaron los contenidos máximos estipulados por el Reglamento 211/2002 de la Comisión Europea de 3,5 $\mu\text{g/g}$ (peso seco) (Tabla 14 y Fig. 42).

Los bivalvos analizados son sedentarios y representan mejor el área de estudio que especies móviles como el pez diablo y la raya encontrados en el área de estudio.

Los niveles elevados de cadmio total registrados en el chorito y caracol negro (con vísceras) probablemente se deban a los valores elevados registrados en los sedimentos localizados en el área de las concesiones. También existe un elevado número de embarcaciones artesanales que generan un tráfico marítimo intenso, cuyo uso de combustible y algunos desechos domésticos, aunados a la configuración casi cerrada de la bahía, ayudan a aumentar el nivel de cadmio en organismos filtradores como el chorito.

Tabla 13. Niveles de metales pesados en organismos eviscerados en la Bahía de Samanco. Setiembre 2004.

Especie	Longitud Rango (mm)	Organo analizado	Cadmio ($\mu\text{g/g}$)*	Plomo ($\mu\text{g/g}$)*	Cobre ($\mu\text{g/g}$)*
Concha de abanico	54,0 - 70,8	talo	0,76	0,18	1,09
Babosa	35,6 - 46,0	cuerpo eviscerado	0,57	0,93	4,68
Pez diablo	28,0	músculo dorsal	0,11	0,12	0,96
Almeja	42,2 - 54,8	cuerpo eviscerado	1,47	0,19	2,26
Pata de mula	65,8 - 84,6	cuerpo eviscerado	0,42	0,04	0,93
Concha navaja	67,8 - 82,7	cuerpo eviscerado	0,49	0,04	1,72
Pez raya (Hembra)	31,0	músculo dorsal	0,19	0,08	1,13
Caracol negro	50,4 - 65,3	cuerpo eviscerado	0,42	0,16	163,09

* Referido a muestra liofilizada

Tabla 14. Niveles de metales pesados en organismos con vísceras en la Bahía de Samanco. Setiembre 2004.

Especie	Longitud Rango (mm)	Organo analizado	Cadmio ($\mu\text{g/g}$)*	Plomo ($\mu\text{g/g}$)*	Cobre ($\mu\text{g/g}$)*
Chorito	24,0 - 63,8	Cuerpo con vísceras	66,08	0,31	5,95
Concha de abanico	46,3 - 71,6	talo + gónada	3,73	0,35	5,16
Almeja	40,9 - 52,2	Cuerpo con vísceras	15,31	0,19	5,57
Pata de mula	58,5 - 88,3	Cuerpo con vísceras	33,75	1,24	4,61
Concha navaja	66,7 - 82,0	Cuerpo con vísceras	1,53	0,20	1,90
Caracol negro	49,5 - 61,8	Cuerpo con vísceras	123,20	0,24	88,70

* Referido a muestra liofilizada

Plomo

Las concentraciones de **plomo** presente en organismos eviscerados no sobrepasó el valor estipulado por la FAO de $5 \mu\text{g/g}$, la concentración fue menor a $1,00 \mu\text{g/g}$ (Tabla 13 y Fig. 41).

En los organismos con vísceras se observó similar condición que los organismos eviscerados, presentando un solo valor mayor a $1,00 \mu\text{g/g}$ en el caso de Pata de mula (Tabla 14 y Fig. 42).

Cobre

La concentración de **cobre** total presentó para el caracol negro en cuerpo eviscerado y con víscera colectado frente a Punta Infiernillo valores que superaron lo estipulado por la FAO de $10 \mu\text{g/g}$. En tanto que en las demás organismos marinos los niveles de cobre total estuvieron por debajo de lo estipulado por la FAO (Tablas 13 y 14 y Figs. 41 y 42). Los niveles elevados de cadmio y cobre detectados en el caracol negro se deben a su forma de alimentarse (arrastrándose) ya que estos no son filtradores.

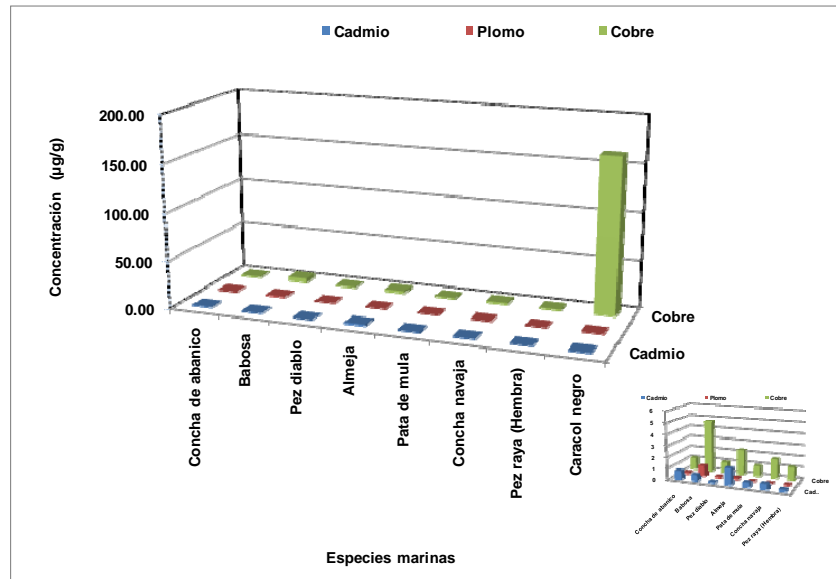


Fig. 41. Concentración de metales pesados en organismos eviscerados Bahía de Samanco. Setiembre 2004

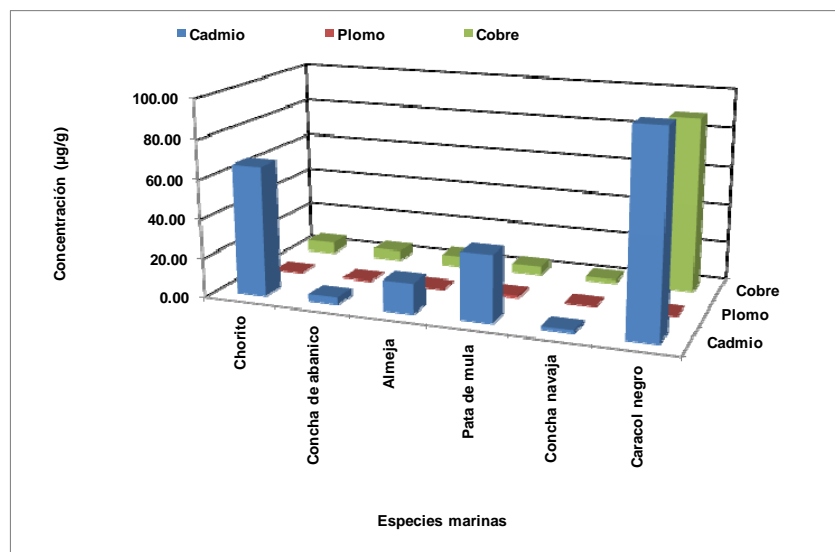


Fig. 42. Concentración de metales pesados en organismos con vísceras. Bahía de Samanco. Setiembre 2004

3.6.17 METALES PESADOS EN SEDIMENTOS MARINOS

Cadmio

El sedimento marino superficial presentó en setiembre del 2004 el valor más alto superando el nivel de Efecto de Rango Medio de 9,60 $\mu\text{g/g}$, en tanto que del 2005 al 2008 sus concentraciones estuvieron por debajo del valor de Probable Nivel de Efecto de 4,21 $\mu\text{g/g}$ de la tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU (Tabla 15, Fig. 43).

Tabla 15. Concentraciones medias de metales pesados en la Bahía de Samanco. 2004 – 2008

Año Mes	Nivel f = fondo	Cadmio ($\mu\text{g/g}$)	Plomo ($\mu\text{g/g}$)	Cobre ($\mu\text{g/g}$)	Cinc ($\mu\text{g/g}$)	Fierro (%)	Manganeso ($\mu\text{g/g}$)
2004 Setiembre	f	27,41	5,07	...	...	...	...
2005 Febrero	f	1,77	6,22	25,27	80,27	...	...
2005 Junio	f	...	6,93	38,94	81,44	...	...
2006 Abril	f	2,07	2,63	96,64	71,34	...	...
2007 Marzo	f	3,31	4,82	21,85	53,09	6,67	84,50
2008 Abril	f	2,00	5,70	18,79	24,90	1,53	209,99

Plomo

La concentración promedio de plomo determinado del 2004 al 2008 no sobrepasó el Nivel Umbral de 30,24 $\mu\text{g/g}$ estipulado en la Tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU, las concentraciones menores a 5,00 $\mu\text{g/g}$ se registraron en abril del 2006 y marzo del 2007 (Tabla 15, Fig. 43).

Cobre

La concentración promedio de cobre fluctuó entre 18,79 $\mu\text{g/g}$ en abril del 2008 y 96,64 $\mu\text{g/g}$ en abril del 2006, estos valores encontrados superaron el valor estipulado de 18,70 $\mu\text{g/g}$ del Nivel Umbral de la Tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU, aunque en abril del 2008 lo superó ligeramente (Tabla 15, Fig. 43).

Cinc

Para el cinc promedio el 100 % de los valores encontrados no superaron el valor de 124,00 $\mu\text{g/g}$ estipulado por la Tabla de Protección Costera y Restauración de los EE.UU para el Nivel Umbral (Tabla 15, Fig. 43).

Fierro

La concentración promedio de fierro disminuyó de 6,67 $\mu\text{g/g}$ en marzo del 2007 a 1,53 $\mu\text{g/g}$ en abril del 2008 (Tabla 15, Fig. 43).

Manganeso

Las concentraciones promedio de manganeso se incrementaron de 84,50 $\mu\text{g/g}$ en Marzo 2007 a 209,99 $\mu\text{g/g}$ en abril 2008 (Tabla 15, Fig. 43).

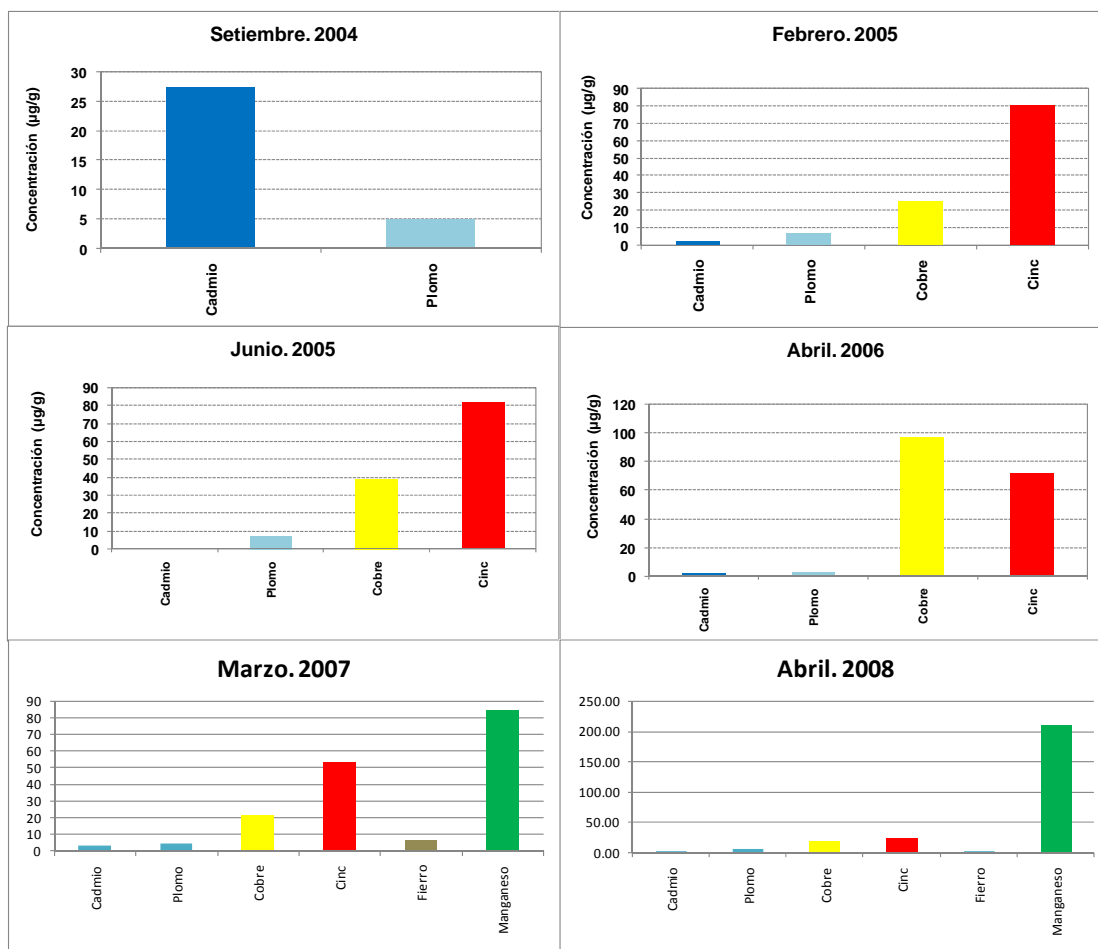


Fig. 43. Variación de metales pesados en sedimento marino en la Bahía de Samanco. 2004 - 2008.

3.7 PLANCTON MARINO

Los volúmenes de plancton superficial variaron de 1,6 a 5,8 mL/m³ con un valor medio de 3,4 mL/m³, asociados a temperaturas entre 16,4 y 20,9 °C (Tabla).

La concentración de plancton presentó mayores registros en el área sur este de la bahía con valores mayores a 4,0 mL/m³, además de pequeños núcleos de gran concentración frente a Punta Zamora y La Boquita (5,0 y 6,0 mL/m³). Menores concentraciones se registraron al norte de la bahía en la Pampa del Dorado (frente a Playa Lancon) con valores menores a 2,0 mL/m³. La distribución en la concentración del plancton estaría asociada a la intensidad y dirección de las corrientes marinas y época del año. (Fig. 44).

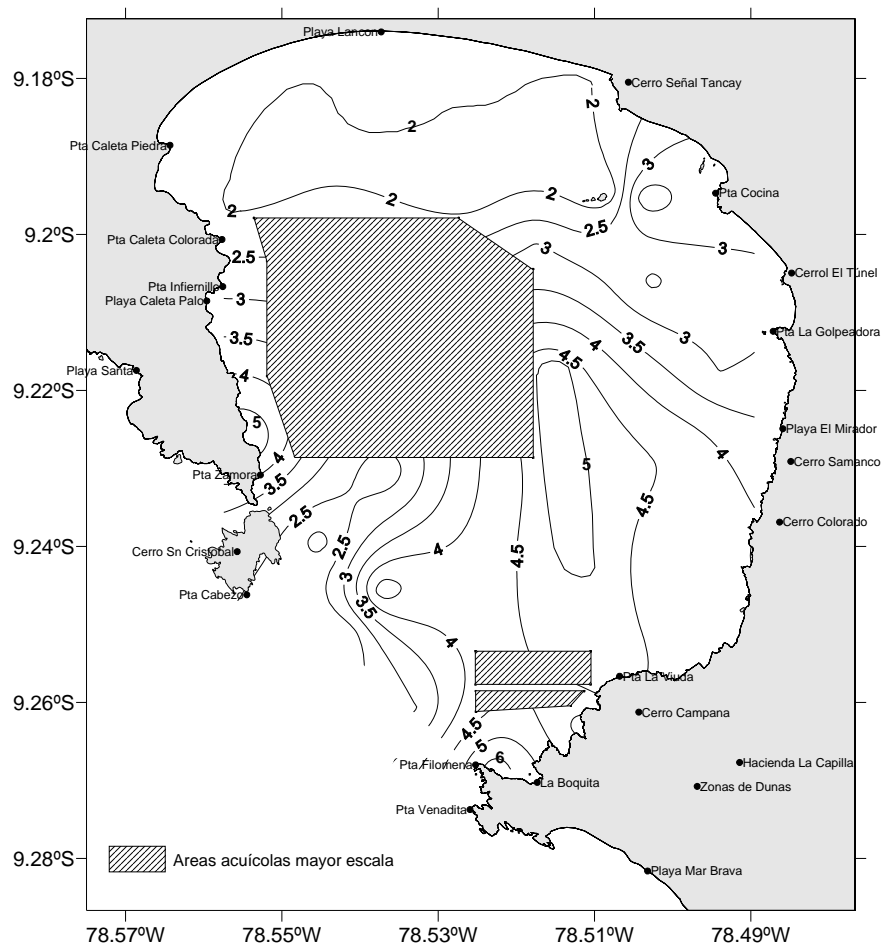


Fig. 44. Concentración de plancton marino (mL/m³) en Bahía de Samanco. Diciembre 2008

Concentraciones de plancton reportadas por Berrú et.al (2004, 2005, 2006, 2007 y 2008) en bancos naturales de la bahía de Samanco registraron valores muy fluctuantes en los últimos

años, de 0,10 mL/m³ en agosto del 2007 a 5,20 mL/m³ en setiembre del 2006; indicándose que la variación de la productividad sería consecuencia de la interacción de variables geográficas, meteorológicas y fisicoquímicas que se presentan en las diferentes épocas del año (Tabla 16).

Tabla 16. Concentración de plancton (mL/m³) en bancos naturales de bahía Samanco. 2004-2008

Mes	2004	2005	2006	2007	2008
Febrero				0,70	
Marzo			0,50		0,80
Abril	0,31	0,88		0,58	
Junio	1,33				0,72
Agosto		3,63		0,51	
Setiembre	0,26		5,20		
Octubre		0,69		0,74	1,88
Noviembre	0,65				
Diciembre		3,07			0,66

3.7.1 Fitoplancton

La composición fitoplanctónica estuvo conformada por 48 especies, correspondientes a 22 diatomeas, 24 dinoflagelados y 2 silicoflagelados (anexo 6).

Dentro del micro plancton las diatomeas conformaron el grupo dominante tanto en abundancia celular como en riqueza de especies, guardando estrecha relación con la distribución del fitoplancton total, seguidas del grupo de dinoflagelados. Los silicoflagelados estuvieron representados por especies poco frecuentes.

En la comunidad fitoplanctónica conformada por diatomeas de afloramiento con alta tasa de reproducción típicas de las primeras fases de sucesión destacaron *Thalassiosira subtilis*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros decipiens* y *Ch. Didymus* con valores de abundancia relativa principalmente de “**muy abundantes**”. En el grupo de diatomeas neríticas en fases avanzadas de sucesión fitoplanctónica o de segunda fase de sucesión destacaron *Detonula pumila*, *Ditylum brightwellii*, *Lithodesmium undulatum*, *Thalassionema nitzchioides*, y *Coscinodiscus centralis* con valores de abundancia relativa mayormente “**abundante**” y “**muy abundante**”.

En el grupo de los dinoflagelados, destacan por su abundancia *Ceratium furca* y *Prorocentrum micans*, siendo este último de vital importancia por ser causante de floraciones algales inocuas.

La presencia y distribución del dinoflagelado *Protoperdinium obtusum*, indicador de aguas costeras frías (ACF) confirma la prevalencia de esta masa de agua durante el periodo de estudio.

Diversidad de Shannon

El análisis de diversidad de Shannon – Wiener (H') presentó valores de 0,77 a 1,78 bits/cel, observándose una distribución casi homogénea en toda el área de estudio, con prevalencia de la isolínea de 1,25 bits/cel en casi toda el área evaluada. Núcleos de mayor diversidad se encontraron en la Pampa del Dorado frente a Playa Lancon y frente a Punta la Viuda con valores mayores a 1,5 bits/cel (Fig. 45).

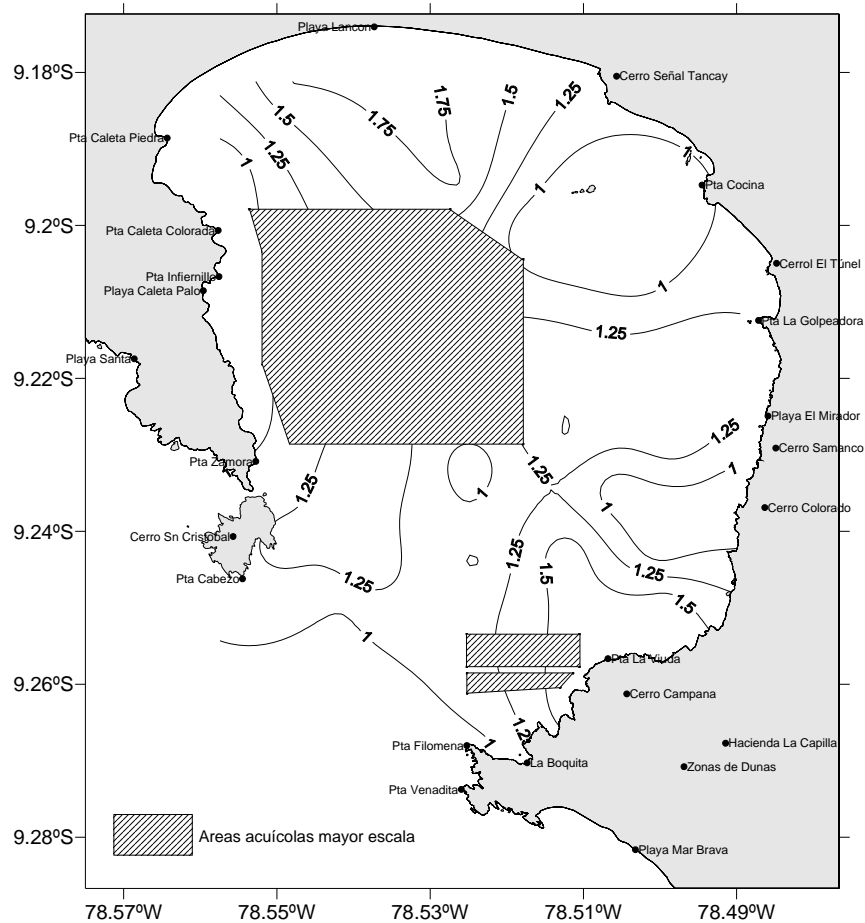


Fig. 45. Isolíneas de diversidad de Shannon de la comunidad fitoplanctónica en bahía de Samanco. Diciembre 2008

3.7.2 Zooplancton

La concentración zooplanctónica varió de 2 843 a 145 749 ind./m³ con un valor medio de 24 888 ind./m³ (Tabla 12). La concentración se incrementó hacia el nor este de la bahía, registrándose un gran núcleo de concentración con valores mayores a 100 000 ind/m³. Concentraciones menores de zooplanctones se registraron en la mitad sur de la bahía con valores menores a 30 000 ind/m³, asociados a mayores profundidades (Fig. 46).

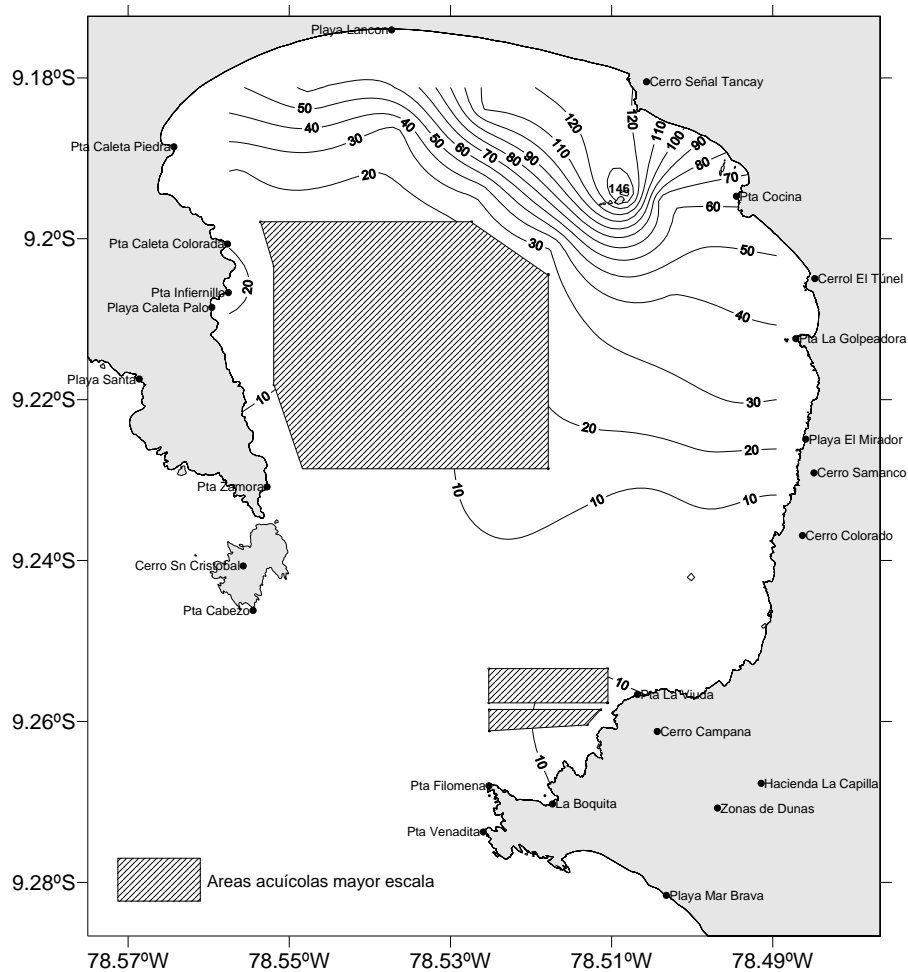


Fig. 46. Concentración ($N \times 10^3/m^3$) de zooplancton marino en bahía Samanco. Diciembre 2008

La composición zooplanctónica estuvo representada por larvas de bivalvos, gasterópodos, crustáceos, copéodos, balanus, poliquetos y cladóceros. El grupo más significativo fue el de los copéodos y los de menor representación los gasterópodos, crustáceos y balanus (Tabla 17).

Tabla 17. Concentración de zooplanctones (Nº/m³) por grupos taxonómicos en bahía Samanco. Diciembre 2008

Estación	LUB	LdC	LG	LCR	LCO	LBA	LPOL	Total
1	573	612	-	-	3327	382	420	5315
3	434	592	-	-	2606	197	592	4423
5	844	682	32	65	4354	357	72	6406
6	3045	395	26	-	4455	593	316	8831
9	695	141	92	46	5446	141	141	6704
14	1586	286	57	-	20553	664	57	23203
17	1015	767	-	-	15620	116	123	17642
19	1100	1155	107	-	23436	-	110	25908
20	686	1861	65	-	29821	131	98	32662
22	1187	4748	-	-	105945	-	-	111880
25	738	2350	-	-	59400	-	-	62488
27	540	3372	60	-	26304	299	299	30873
29	1252	1208	103	-	38470	104	53	41192
32	882	6188	265	-	54817	530	258	62941
34	6127	17672	95	-	120431	1425	-	145749
38	230	2073	95	4	32062	137	134	34735
40	649	4454	-	-	19206	62	186	24555
41	188	962	-	301	14542	463	113	16570
42	635	2242	266	13	13613	245	1146	18159
44	362	724	51	5	10170	240	2251	13803
46	159	244	64	-	2896	149	467	3979
47	138	1322	76	-	8123	173	673	10505
49	74	290	57	51	3910	47	24	4453
54	1258	325	-	-	6091	40	528	8242
56	1223	172	-	-	1755	120	310	3580
57	145	55	14	-	2581	248	461	3503
59	140	35	-	71	1166	318	1114	2843
63	1526	57	50	-	17768	869	453	20723
65	772	120	-	59	9508	418	298	11174
66	464	72	-	24	4148	143	453	5304
68	477	154	58	53	1857	371	212	3183
LUB	Larvas umbonadas de otros bivalvos				LBA	Larvas de balanus		
LG	Larvas de gasterópodos				LPOL	Larvas de poliquetos		
LCR	Larvas de crustáceos				LdC	Larvas de Cladóceros		
LCO	Larvas de copépodos							

3.8 MACROBENTOS

Las muestras obtenidas con draga registraron densidades de 20 a 4 060 ind./m², siendo las mayores densidades aportadas por los poliquetos *Magelona phyllisae*, *Parandalia fauveli* y de *Nephtys impressa* y por el bivalvo venerido *Mulinia sp.*; mientras que con el método del cuadrado las densidades variaron de 0 a 433 ind./m², representado principalmente por *Cucumaria duviosa*, *Diopatra rhizoicola*, *Nassarius gayi*, *Tegula luctuosa*, *Ophioderma sp.* y *Tellina sp.* (Tabla 18, Fig. 47a, Anexos 7 y 8).

La biomasa obtenida con draga varió de 0,596 g/m² a 1 273,5 g/m² y sus mayores aportes se debieron a las especies *Mulinia sp.*, *Cucumaria duviosa* y *Abarenicola sp.*; mientras que con el

cuadrado las biomásas variaron de 0 g/m² a 1 607,14 g/m², siendo sus mayores aportes representados por *C. duviosa*, *Hepatus chiliensis*, *Argopecten purpuratus* y *N. gayi* (Tabla 18, Fig. 47b, anexos 9 y 10).

Tabla 18. Parámetros comunitarios de la macrofauna bentónica obtenidos con draga y cuadrado. Diciembre 2008

DRAGA					CUADRADO				
Estac.	Profundidad m	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	Especies N°	Estac.	Profundidad m	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	Especies N°
1	31	1080	71,654	5	6	22	30	16,63	6
2	24	720	91,046	9	7	10	55	28,62	8
3	23	20	2,536	1	8	6,8	48	63,17	6
4	27	100	118,408	1	9	4,6	9	0,12	2
5	32	40	13,476	1	11	5,8	2	1,08	1
10	20	740	702,826	3	12	6,5	43	38,82	3
13	15	1240	1219,626	12	14	4,2	8	3,44	2
15	8	1800	723,066	15	16	2,5	6	53,75	2
17	6	1520	1273,576	15	23	6,8	248	19,05	10
18	13	1180	30,606	19	24	6,8	306	277,96	6
19	12	120	43,354	4	25	7	370	496,15	11
20	13	60	13,83	1	26	3,4	52	66,36	3
21	10	3520	216,464	9	33	9	0	0	0
22	8,8	680	151,44	9	34	10	433	1607,14	14
27	14	1120	234,974	9	35	8,5	16	3,72	9
28	14	800	3,326	7	36	11	0	0	0
29	13	260	0,596	3	37	9,5	19	4,57	4
30	11	140	13,044	5	43	4,5	368	51,97	4
32	11	360	155,086	2	49	4,2	32	8,95	5
38	13	1120	63,166	9	50	6,2	48	9,99	6
39	15	840	61,782	6	51	5,4	43	15,28	6
40	17	1960	51,774	10	52	4,3	38	10,9	5
41	17	2000	5,322	10	58	14	239	188,08	15
42	14	3420	10,494	9	59	11	130	727,53	11
44	21	3060	14,082	11	60	11	196	159,72	17
45	21	1020	107,578	13	61	9	34	54,31	7
46	16	3660	29,068	16	63	9	124	94,81	12
47	9,5	4060	63,678	14	64	12	232	46,04	9
48	9	3700	118,62	22	65	11	420	385,76	11
53	25	2520	567,554	14	69	5,8	58	63,4	5
54	26	960	201,524	8					
55	33	380	111,402	8					
56	37	660	28,788	8					
57	37	280	25,312	7					
62	20	2320	10,278	8					
66	19	900	11,212	15					
67	10	1280	63,918	6					
68	8	800	41,392	9					
min	6	20	0,596	1		3,4	0	0	0
máx	37	4060	1273,576	22		14	433	1607,14	17

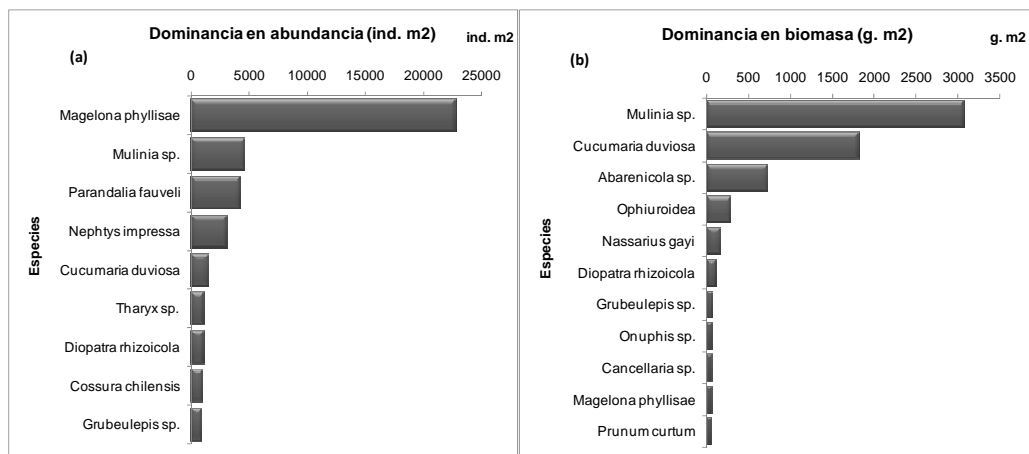


Fig. 47. Dominancia en densidad (a) y biomasa (b) de principales especies en Bahía Samanco. Diciembre 2008

En el muestreo con draga, el grupo Polychaeta dominó numéricamente con 80,5 % seguido de Mollusca, con 10,6 %; mientras que en el muestreo con cuadrado los grupos predominantes fueron Mollusca con 45,6%, Echinodermata, con 26,1 % y Polychaeta con 18,1% (Fig. 48a y 48b).

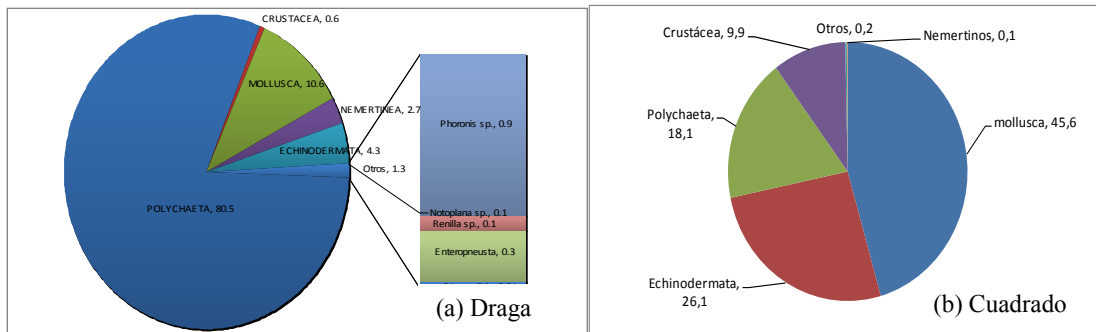


Fig. 48. Fracción porcentual de la abundancia por grupo taxonómico obtenido con draga (a) y cuadrado (b). Diciembre 2008

Respecto a la biomasa en muestras obtenidas con draga, el mayor aporte fue registrado por los grupos Mollusca con 50,1% y Echinodermata con el 31,4 %, mientras que con la técnica del cuadrado los grupos Echinodermata con 54,3%, Mollusca con 25,1% y Crustácea con 17,2% fueron los más importantes (Fig. 49a y 49b).

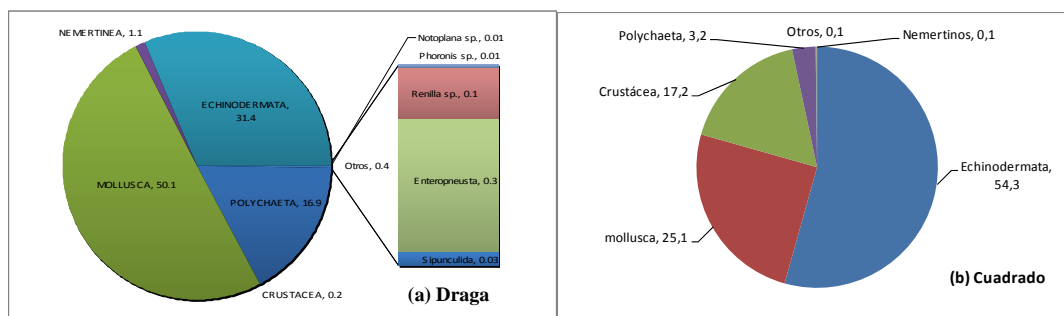


Fig. 49. Fracción porcentual de la biomasa por grupo taxonómico obtenido con draga (a) y cuadrado (b). Diciembre 2008

Se registraron en total 97 taxa de la macrofauna, de las cuales 61 fueron colectadas con draga y 36 con el marco cuadrado; distribuyéndose en 5 grandes grupos: 40 pertenecientes a la Clase Polychaeta (Phylum Annelida), 14 a la Clase Crustacea (Phylum Arthropoda), 29 Mollusca, 03 Nemertinea, 05 Echinodermata y 06 clasificados como 'Otros', que agrupó a diferentes phyla como Phoronida, Enteropneusta, Sipuncúlida, Cephalochordata y Cnidaria (anexos 7 y 8).

La especie *Magelona phyllisae* fue la más frecuente y abundante en toda la bahía de Samanco, mientras *Parandalia fauveli*, *Mulinia* sp. y *Nephtys impressa* fueron también frecuentes pero

con menor abundancia. En estaciones cercanas al borde costero predominaron algunos crustáceos como *Diopatra rhizoicola* y *Nassarius gayi* que fueron más abundantes y más frecuentes (Fig. 50).

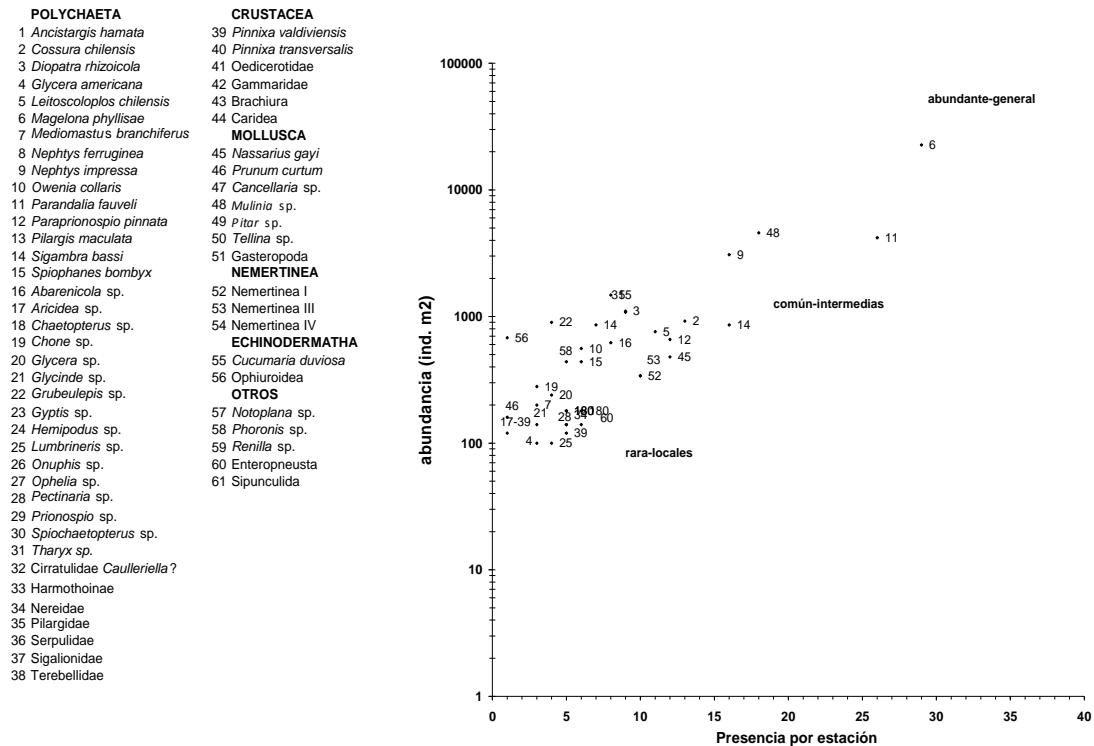


Fig. 50. Diagrama de incidencia de especies por estación y su abundancia total

La distribución de los parámetros biológicos registró núcleos de mayor abundancia al sur este de la bahía frente a Cerro Colorado con valores mayores a 2 500 ind./m²; registrándose además dos núcleos más discretos frente a Punta Caleta Colorado y Cerro Señal Tancay con valores comprendidos entre 1 500 a 2 000 ind./m² (Fig. 51).

La distribución de la biomasa estuvo orientada mayormente a las áreas acuícolas de mayor escala encontradas en la bahía y a los bancos naturales más importantes. Se registraron núcleos de mayor concentración frente a Caleta Piedra, Cerro Señal Tancay y frente a la Boquita con valores superiores a 800 g/m². Valores inferiores a 200 g/m² se distribuyeron casi en toda la bahía en áreas alejadas de los principales bancos de invertebrados comerciales (Fig. 52).

El rango de especies por estación varió de 1 a 22 unidades taxonómicas, encontrándose una mayor riqueza frente a Punta Caleta Colorada, frente a Cerro Colorado y frente a la Boquita, con valores mayores a 13 especies/m².

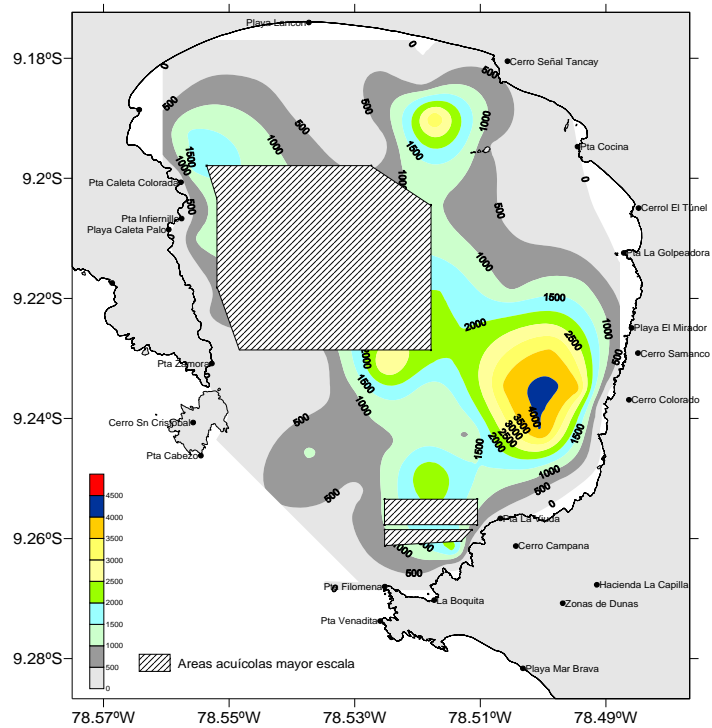


Fig. 51. Distribución de la abundancia del macrobentos en bahía Samanco. Diciembre 2008

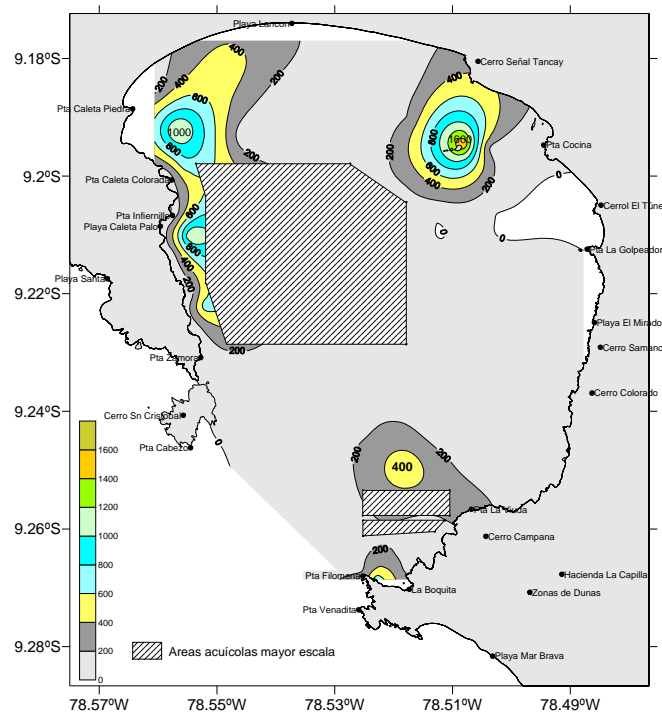


Fig. 52. Distribución de la biomasa del macrobentos en bahía Samanco. Diciembre 2008

La concentración del grupo Polychaeta mostró un rango de abundancia de 0 a 4 020 ind./m² distribuyéndose en toda la bahía, con núcleos de mayor densidad frente a los cerros Tancay y

Colorado con valores superiores a 1 500 ind./m². Densidades menores a 1 000 ind./m² se distribuyeron por casi toda la bahía, con mayor ocurrencia en la mitad oeste de la misma (Fig. 53).

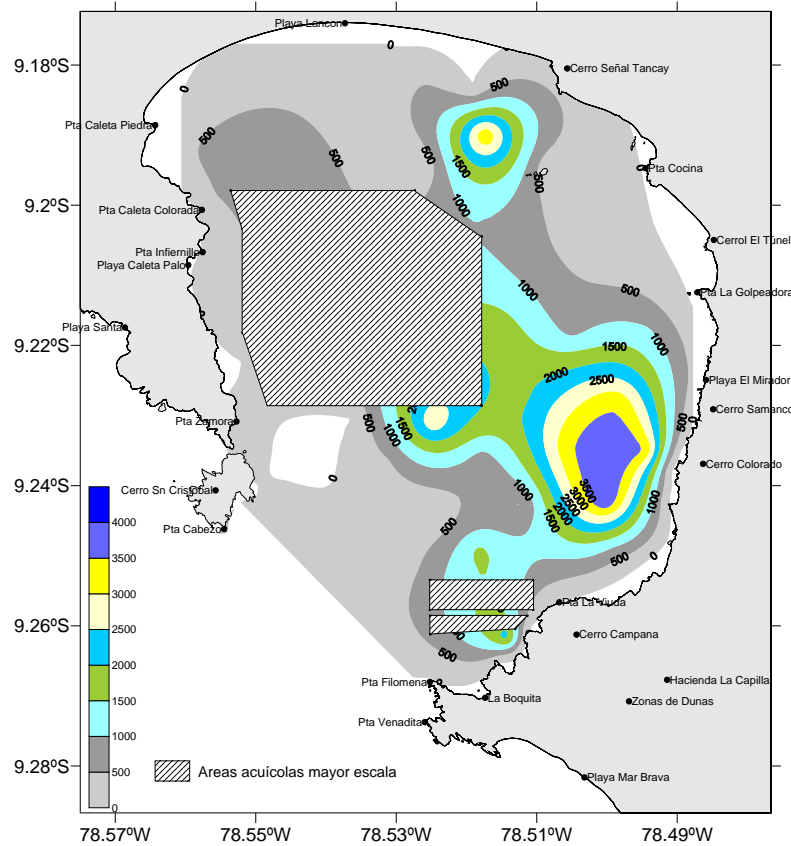


Fig. 53. Distribución de la abundancia del grupo Polychaeta en bahía Samanco. Diciembre 2008

El grupo Mollusca se distribuyó principalmente al sur de la bahía y en una franja estrecha siguiendo la línea costera del borde oeste, registrándose tres núcleos importantes de mayor abundancia. El primer núcleo ubicado al sur de la bahía con valores comprendidos entre 500 y 1000 ind./m², el segundo núcleo ubicado al margen oeste de la bahía cerca al borde costero con valores de 500 a 800 ind./m² y el tercer núcleo ubicado al nor oeste de la bahía con valores de 200 a 600 ind./m². En los dos primeros núcleos la especie representativa fue el bivalvo *Mulinia* sp., mientras que en el tercero las especies representativas fueron los bivalvos comerciales navajuela y pata de mula que conforman un banco importante de invertebrados comerciales en la bahía (Fig. 54).

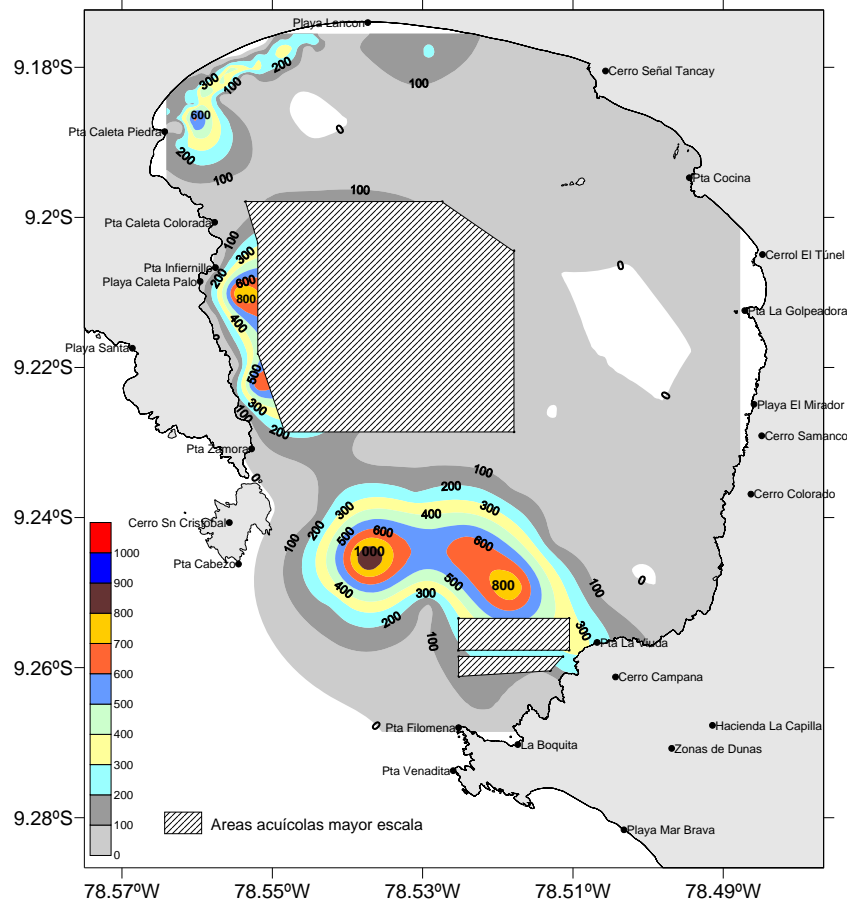


Fig. 54. Distribución de la abundancia del grupo Mollusca en bahía Samanco. Diciembre 2008

El índice de diversidad de Shannon varió de 0 a 3,268 bits/ind, registrando áreas de mayor diversidad al norte y sur de la bahía frente a las áreas acuícolas de mayor escala. Al norte núcleos de mayor diversidad se registraron frente a Punta Caleta Piedra y frente a Cerro Señal Tancay con valores mayores a 2,0 bits/ind; mientras en el sur el núcleo se registró entre Punta La Viuda y La Bocana de la bahía con valores mayores a 2,5 bits/ind (Fig. 55).

En términos de uniformidad las estaciones E16, E30, E35, E55, E56 y E57 resaltan por presentar una mejor distribución de su abundancia entre su número de especies (2 y 9 especies) con valores mayores a 0,9.

Por otro lado *Mulinia* sp. registró una máxima dominancia (1,0) en las estaciones 3, 4, 5 y 20 y *Diopatra rhizoicola* en la estación 11 (Tabla 19).

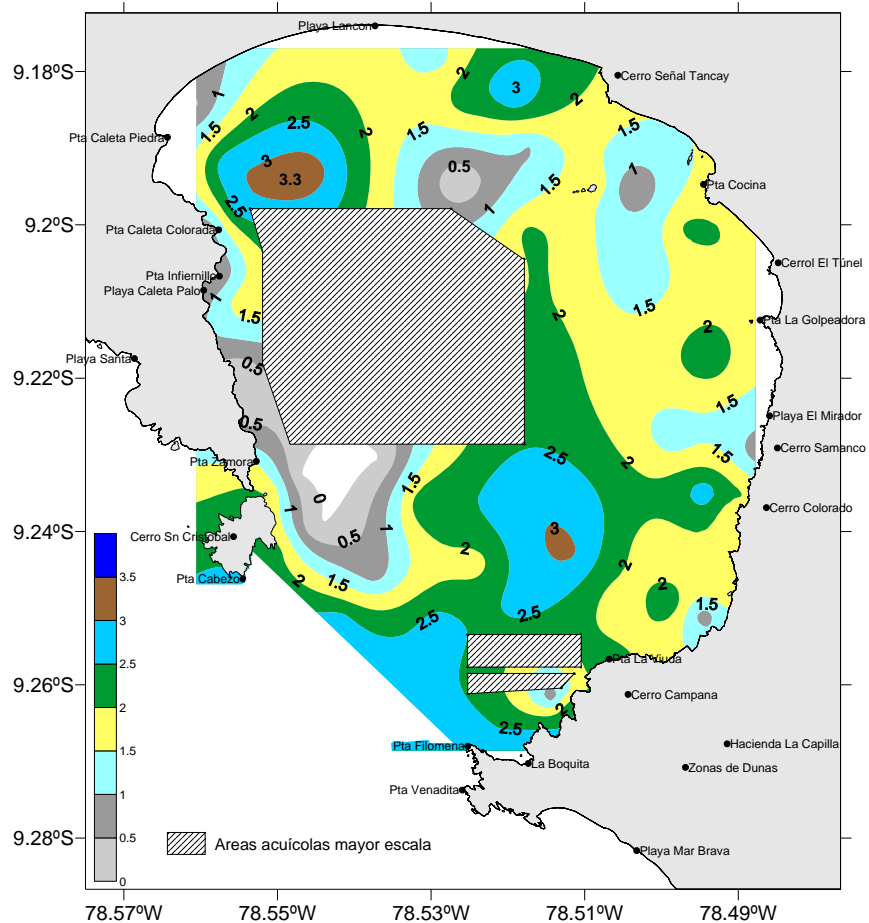


Fig. 55. Isolíneas de diversidad de Shannon en bahía Samanco. Diciembre 2008

El análisis de Cluster entre estaciones permitió diferenciar al 40 % de similitud, es decir con una disimilaridad del 60 %, la formación de 07 grupos de muestras (GM) (Fig. 56).

Así el GM1 conformado por la estaciones (E10, 3, 4, 5 y 20); un GM2 (E22, 68) GM3 (E19, 55), GM4 (E54, 57, 30 y 56), GM5 (que agrupa la mayor cantidad de estaciones E38, 21, 27, 39, 42, 28, 44, 40, 41, 53, 45, 66 y E2), GM6 (E13, 62) y el GM7 (caracterizado por E46, 47, 48 y E18)

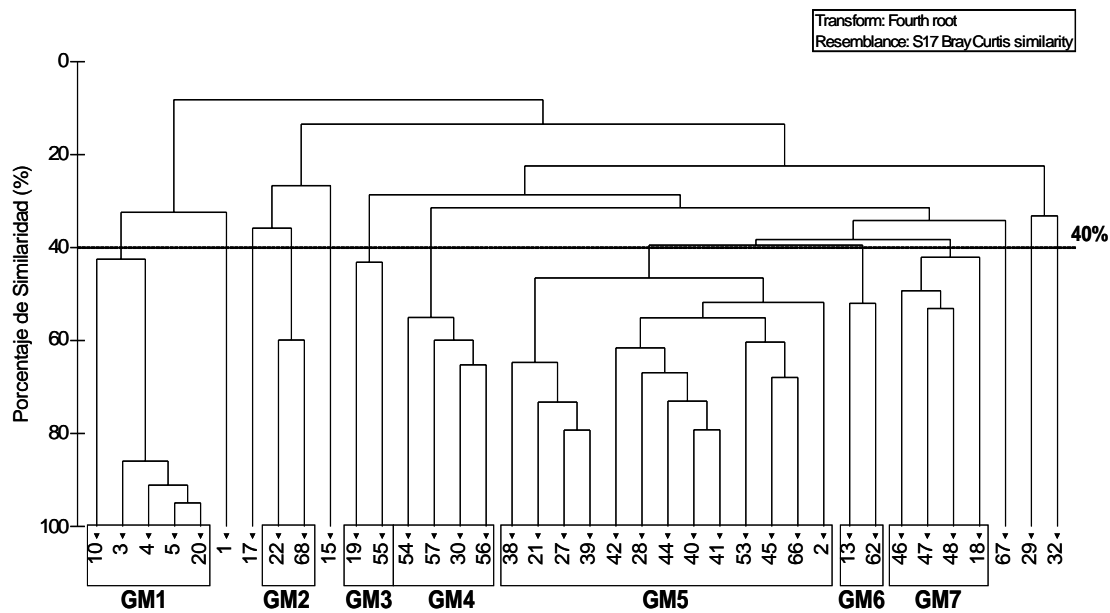


Fig. 56. Dendrograma de similitud entre estaciones en bahía Samanco. Diciembre 2008

El cluster obtenido respecto a las especies halladas con un índice de disimilitud entre cada uno de los grupos de especies (GE) del 82% establece ocho grupos lo cual también indica una heterogeneidad de ensamblajes de grupos o comunidades bentónicas encontrados (Fig. 57).

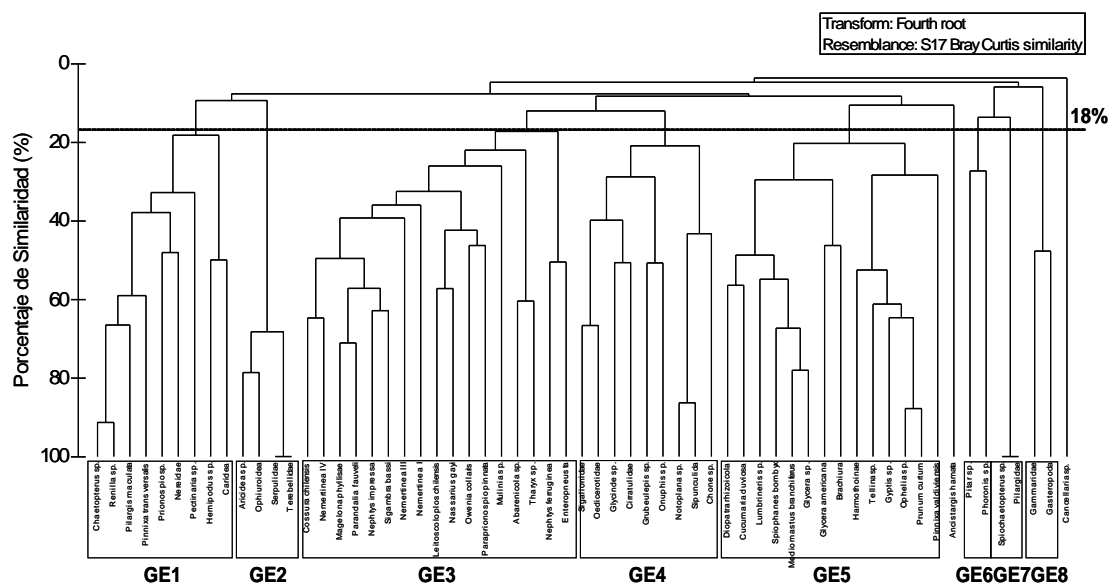


Fig. 57. Dendrograma de similitud entre especies en bahía Samanco. Diciembre 2008

Un posterior reordenamiento tanto en especies como en muestras mediante un análisis nodal indica que el GM1 se caracteriza por presentar en conjunto la menor diversidad con altos índices de dominancia. El GM4 tiene mayor diversidad media en toda la bahía y un índice de equidad de 0,8. El GM5 y GM7 conforman estaciones con mayor índice de riqueza de especies (Tabla 19, anexo 11).

Tabla 12. Índices de diversidad de la macrofauna bentónica en bahía Samanco. Diciembre 2008

DRAGA						CUADRADO					
Est.	Profundidad m	Riqueza Margalef	Equidad Pielou	Diversidad Shannon	Dominancia Simpson	Est.	Profundidad m	Riqueza Margalef	Equidad Pielou	Diversidad Shannon	Dominancia Simpson
1	31	0,573	0,309	0,716	0,691	6	22	1,470	0,810	2,093	0,296
2	24	1,216	0,797	2,525	0,203	7	10	1,747	0,650	1,949	0,382
3	23	0,000		0,000	1,000	8	6,8	1,292	0,655	1,693	0,397
4	27	0,000		0,000	1,000	9	4,6	0,455	0,503	0,503	0,802
5	32	0,000		0,000	1,000	11	5,8	0,000		0,000	1,000
10	20	0,303	0,303	0,480	0,697	12	6,5	0,532	0,713	1,130	0,482
13	15	1,544	0,523	1,874	0,477	14	4,2	0,481	0,544	0,544	0,781
15	8	1,868	0,687	2,685	0,313	16	2,5	0,558	0,918	0,918	0,556
17	6	1,911	0,731	2,854	0,269	23	6,8	1,632	0,388	1,289	0,628
18	13	2,545	0,769	3,268	0,231	24	6,8	0,874	0,652	1,685	0,342
19	12	0,627	0,896	1,792	0,104	25	7	1,691	0,564	1,952	0,355
20	13	0,000		0,000	1,000	26	3,4	0,506	0,286	0,454	0,856
21	10	0,980	0,296	0,940	0,704	34	10	2,141	0,468	1,780	0,509
22	8,8	1,227	0,727	2,306	0,273	35	8,5	2,885	0,915	2,899	0,164
27	14	1,139	0,666	2,111	0,334	37	9,5	1,019	0,879	1,758	0,319
28	14	0,898	0,685	1,924	0,315	43	4,5	0,508	0,365	0,730	0,768
29	13	0,360	0,625	0,991	0,375	49	4,2	1,154	0,880	2,044	0,268
30	11	0,809	0,917	2,128	0,083	50	6,2	1,292	0,613	1,585	0,450
32	11	0,170	0,503	0,503	0,497	51	5,4	1,329	0,717	1,854	0,360
38	13	1,139	0,745	2,363	0,255	52	4,3	1,100	0,869	2,018	0,274
39	15	0,743	0,623	1,610	0,377	58	14	2,556	0,733	2,864	0,217
40	17	1,187	0,701	2,329	0,299	59	11	2,054	0,758	2,623	0,207
41	17	1,184	0,695	2,309	0,305	60	11	3,031	0,672	2,747	0,218
42	14	0,983	0,368	1,166	0,632	61	9	1,701	0,838	2,353	0,256
44	21	1,246	0,631	2,182	0,369	63	9	2,282	0,683	2,449	0,240
45	21	1,732	0,805	2,981	0,195	64	12	1,469	0,516	1,634	0,463
46	16	1,828	0,577	2,307	0,423	65	11	1,656	0,646	2,234	0,280
47	9,5	1,565	0,405	1,541	0,595	69	5,8	0,985	0,325	0,754	0,778
48	9	2,556	0,634	2,829	0,366						
53	25	1,660	0,719	2,738	0,281						
54	26	1,019	0,589	1,768	0,411						
55	33	1,178	0,907	2,721	0,093						
56	37	1,078	0,915	2,744	0,085						
57	37	1,065	0,930	2,611	0,070						
62	20	0,903	0,231	0,694	0,769						
66	19	2,058	0,803	3,136	0,197						
67	10	0,699	0,615	1,590	0,385						
68	8	1,197	0,766	2,427	0,234						
<i>min</i>	6	0	0,231	0	0,070		2,5	0,000	0,286	0,000	0,164
<i>máx</i>	37	2,556	0,930	3,268	1		22	3,031	0,918	2,899	1,000

Finalmente en la Tabla 13 se presentan los porcentajes de contribución de cada grupo de especies GE en relación a los GM formados y su grado de asociación a estos.

En general todos los grupos de muestras tuvieron el mayor aporte de especies del GE3. Del mismo modo los GE3-GE5 estuvieron asociados a GM5 y otros GM con el 53 y 49 % respectivamente (Tabla 20).

Tabla 20. Densidad relativa y grado de asociación de los grupos de especies y grupos de muestras. Diciembre 2008

	Densidad Relativa								Grado de Asociación							
	GM1	GM2	GM3	GM4	GM5	GM6	GM7	otros	GM1	GM2	GM3	GM4	GM5	GM6	GM7	otros
GE1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,4	2,2	2,4	1,3	0,0	0,0	0,0	3,4	17,2	13,8	51,7	13,8
GE2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
GE3	97,9	27,0	100,0	97,1	96,1	94,4	78,9	39,0	2,3	1,0	1,2	4,7	53,0	8,1	23,8	5,9
GE4	0,0	8,1	0,0	0,0	0,9	0,6	11,0	12,9	0,0	4,7	0,0	0,0	7,9	0,8	54,3	32,3
GE5	2,1	63,5	0,0	2,0	0,9	0,0	7,1	32,4	0,5	22,6	0,0	1,0	4,8	0,0	21,6	49,5
GE6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73,9	8,7	17,4	0,0
GE7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
GE8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0	0,0	60,0
otros	0,0	1,4	0,0	0,0	0,1	0,6	0,0	0,3	0,0	25,0	0,0	0,0	25,0	25,0	0,0	25,0

3.9 RECURSOS QUE SUSTENTAN LA PESCA ARTESANAL Y BANCOS NATURALES

3.9.1 Recursos hidrobiológicos

Durante el periodo 2004 - 2008, se registró una captura total de 17 327 t de recursos hidrobiológicos en bahía de Samanco, sustentado en 63 especies de peces, 26 invertebrados, 2 mamíferos menores, 1 quelonio y ovas de pejerrey (Tabla 21).

El 33,85% de la captura total (2004-2008) estuvo representado por el grupo peces (incluido ovas de pejerrey, mamíferos menores y quelonios) y el 66,15% por invertebrados marinos.

El grupo invertebrados representó mayores niveles de extracción respecto a los peces durante todo el periodo analizado, representando entre el 55 y 81% de las capturas anuales (Fig. 58).

Las capturas anuales variaron de 2 315 a 5 249 t, incrementando en los años 2007 y 2008. La curva de captura del grupo peces e invertebrados presentaron similar tendencia que la captura total anual (Tabla 21, Fig. 58).

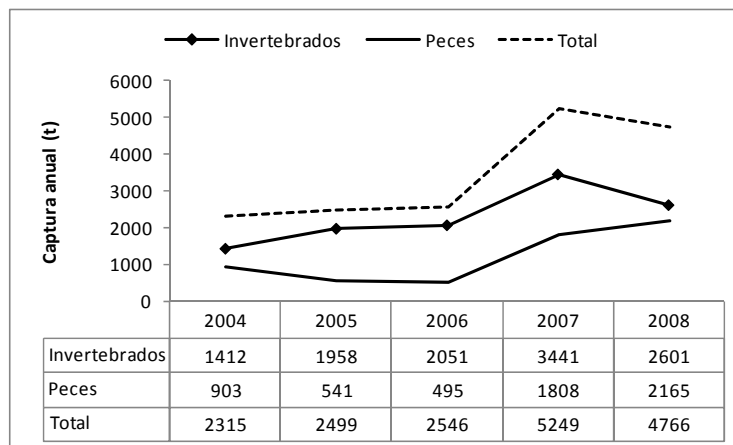


Fig. 58. Evolución de las capturas anuales y principales grupos de recursos hidrobiológicos en bahía Samanco. 2004-2008

3.9.2 AREAS DE PESCA

Dentro de la bahía de Samanco figuran aproximadamente una treintena de áreas de extracción de peces, nominadas tradicionalmente por los pescadores artesanales, que no figuran en las cartas oficiales de navegación.

Las principales áreas de extracción de peces y/o calamar reportadas para el periodo 2006-2008 dentro de la bahía de Samanco fueron Los Morros (16,9%), El Grillo (13,9%), El Barco (10,5%), Las Trabas (8,5%), Vesique (6,8%), Bocana Chica (6,0%), Zamora (6,0%), El Inca (5,6%), La Pampa (4,4%), Atahualpa (4,3%), La Cocina (3,3%), La Pared (3,0%), Dos Hermanas (2,7%), Caleta Colorada (2,2%), Isla Redonda (1,2%) entre otros (4,7%) (Figs. 59 y 60).

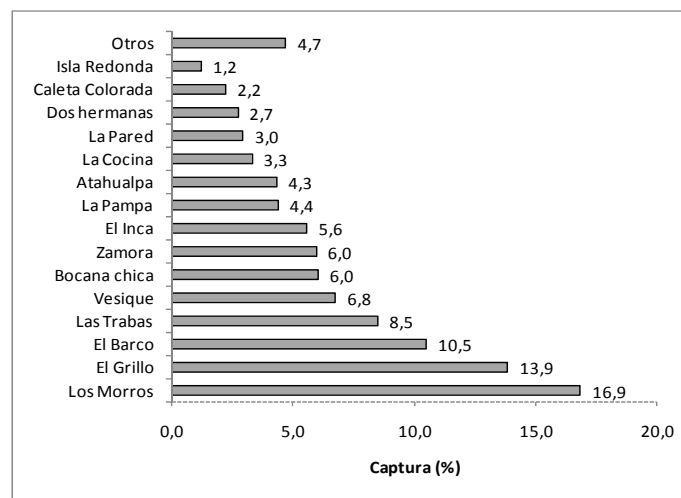


Fig. 59. Captura (%) de peces por áreas de extracción en bahía Samanco. Periodo 2006-2008

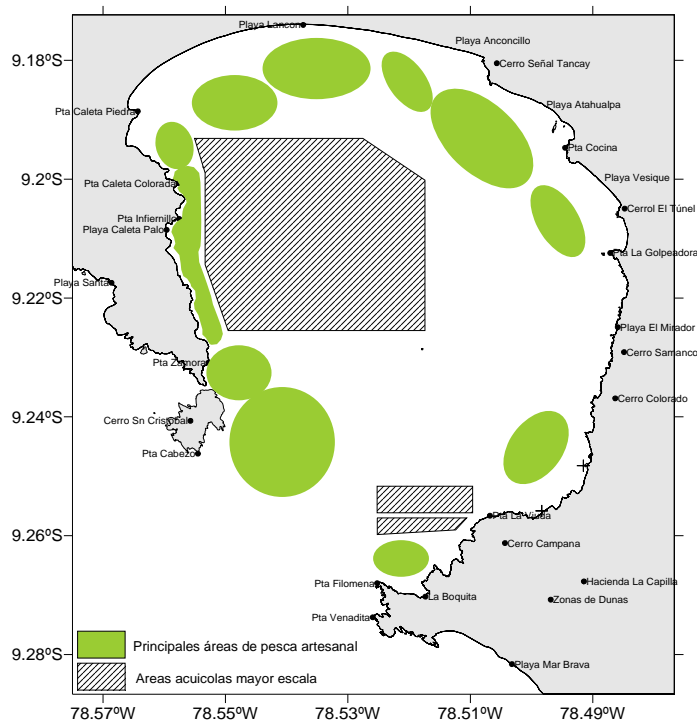


Fig. 60. Principales áreas de extracción de peces en bahía Samanco. Periodo 2006-2008

Durante el estudio batimétrico de la bahía, los registros acústicos de los recursos hidrobiológicos permitieron obtener la carta de distribución de algunos peces y calamar, observándose en general una distribución de ellos en casi toda la bahía (Fig. 61).

Se observaron dos grandes núcleos de concentración de anchoveta, ubicándose el primero y más grande en la bocana de la bahía de Samanco con cardúmenes “**muy dispersos**” y “**dispersos**”; mientras la segunda concentración se registró frente a Puerto Samanco con cardúmenes “**muy densos**”, corroborándose la especie *Engraulis ringens* (anchoveta) por la saltadera y pajarada alimentándose de la especie.

Un tercer núcleo de concentración posiblemente de *Scomber japonicus* (caballa) se detectó frente al cerro Tancay entre el veril de los 10 y 15m con un núcleo de concentración “**muy denso**” (en dicha zona se observaron 2 embarcaciones cerqueras de consumo y lobos marinos alimentándose de caballa).

Otro importante núcleo con una concentración “**densa**” se observó cerca al borde costero frente a la playa Lancón, registrándose adicionalmente en esta zona dos camiones chinchorreros con sus respectivas embarcaciones. También se observó otro importante núcleo de concentración distribuido en una pequeña franja costera entre Punta la Golpeadora y la naciente sur del Cerro Colorado, corroborándose la extracción de *Loligo gahi* (calamar común) por la actividad extractiva de la flota artesanal pintera del lugar (Fig. 61).

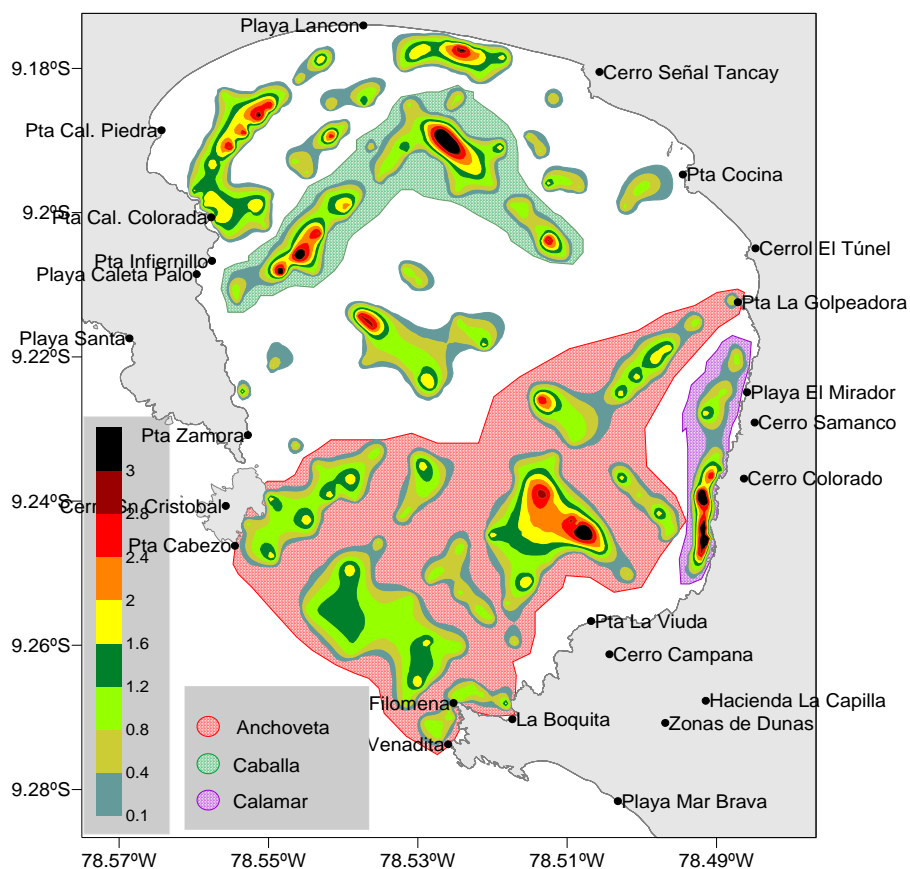


Fig.61. Distribución y concentración de recursos hidrobiológicos en bahía Samanco. Diciembre 2008

3.9.3 Bancos naturales de invertebrados marinos comerciales

La extracción de invertebrados comerciales en bahía de Samanco constituye una de las actividades más importantes para los pescadores artesanales asentados en dicha bahía.

Berrú y Tresierra (2007), reportan la extracción de 24 invertebrados comerciales entre moluscos, crustáceos y equinodermos durante el periodo 2001 - 2006.

Durante el presente estudio y para el periodo 2004-2008 se registraron 26 invertebrados comerciales, entre los cuales concha de abanico, marucha, navajuela, pata de mula, caracol negro, ancoco y almeja constituyen bancos naturales explotados regularmente a través del tiempo.

3.9.4 Banco natural de concha de abanico

En febrero del 2007, el Instituto del Mar del Perú, bajo un concepto ecosistémico y procesando la información histórica del banco natural de “concha de abanico” y de la fauna asociada, delimitó en dicho banco el núcleo, el área de expansión media y el área de expansión máxima (Tabla 22, Fig. 62).

Tabla 22. Delimitación de las áreas de expansión del banco de concha de abanico en bahía de Samanco. Febrero 2007

DORADO					LA BOQUITA							
Area	Vértice	Latitud	Longitud		Area	Vértice	Latitud	Longitud				
Núcleo	1	9°	11,743'	78°	33,545'	Núcleo	1	9°	16,180'	78°	31,403'	
	2	9°	11,077'	78°	33,666'		2	9°	16,025'	78°	31,403'	
	3	9°	11,077'	78°	32,928'		3	9°	16,025'	78°	31,322'	
	4	9°	11,449'	78°	32,879'		4	9°	16,129'	78°	31,252'	
	5	9°	11,743'	78°	33,205'		5	9°	16,129'	78°	31,032'	
	6	9°	13,964'	78°	33,218'		6	9°	15,973'	78°	30,922'	
	7	9°	13,964'	78°	32,941'		7	9°	15,710'	78°	30,870'	
	8	9°	14,313'	78°	32,823'		8	9°	15,710'	78°	30,659'	
	9	9°	14,418'	78°	32,902'		9	9°	15,364'	78°	30,405'	
	10	9°	14,418'	78°	33,078'		10	9°	15,312'	78°	30,405'	
Expansión media	11	9°	11,841'	78°	33,685'	11	9°	15,312'	78°	30,258'		
	12	9°	11,149'	78°	33,757'	12	9°	15,364'	78°	30,258'		
	13	9°	11,015'	78°	33,563'	Expansión media	13	9°	16,166'	78°	31,428'	
	14	9°	11,015'	78°	32,915'		14	9°	16,008'	78°	31,428'	
	15	9°	11,449'	78°	32,830'		15	9°	16,008'	78°	31,237'	
	16	9°	11,853'	78°	33,264'		16	9°	15,793'	78°	30,934'	
	17	9°	12,987'	78°	33,261'		17	9°	15,676'	78°	30,870'	
	18	9°	14,313'	78°	32,797'		18	9°	15,312'	78°	30,405'	
	19	9°	14,489'	78°	32,931'		19	9°	15,249'	78°	30,106'	
	20	9°	14,489'	78°	33,205'		20	9°	15,415'	78°	30,106'	
Expansión máxima	21	9°	10,888'	78°	33,703'		Ex. máxima	21	9°	16,144'	78°	31,457'
	22	9°	10,888'	78°	32,917'			22	9°	16,012'	78°	31,457'
	23	9°	11,449'	78°	32,786'	23		9°	15,283'	78°	30,387'	
	24	9°	11,853'	78°	33,235'	24		9°	15,035'	78°	29,638'	
	25	9°	12,205'	78°	33,156'	25		9°	15,184'	78°	29,579'	
	26	9°	13,056'	78°	33,156'							
	27	9°	14,313'	78°	32,777'							
	28	9°	14,604'	78°	32,967'							
	29	9°	14,604'	78°	33,219'							

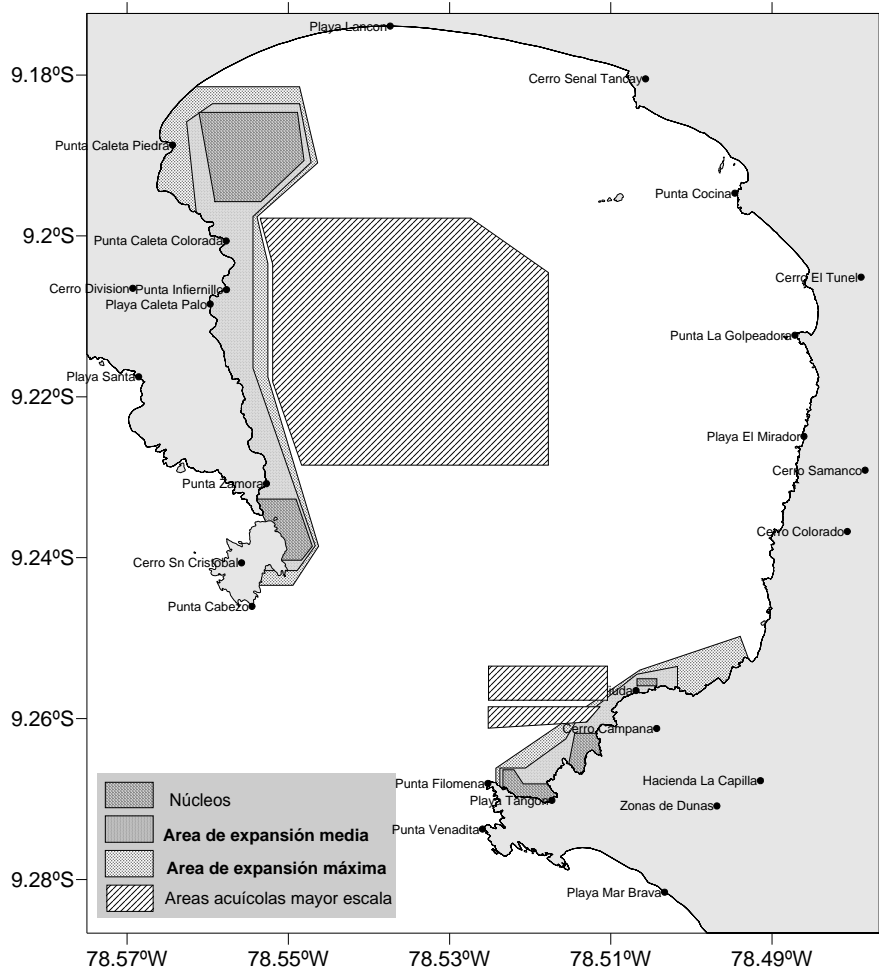


Fig. 62. Delimitación de las áreas de expansión del banco natural de “concha de abanico” en bahía de Samanco. Febrero 2007

3.9.5 Otras especies

Navajuela y pata de mula

Son especies que habitan sustratos arenosos compartiendo parcialmente dicho hábitat y constituyendo parte de la infauna bentónica por vivir enterrados en la arena.

Son especies de importancia económica por constituir recursos regularmente extraídos por los extractores de la zona. Durante el periodo 2004 al 2008 se registró una captura total de 2 113 t de navajuela y 419 t de pata de mula.

El principal banco natural de estos recursos se ubica en el flanco nor oeste de la bahía de Samanco a profundidades menores de 10 m, constituyendo una superficie aproximada de 150 ha

entre las dos especies, quedando delimitado por las coordenadas geográficas redactadas en la Tabla 23 y Fig. 63.

Tabla 23. Vértices geográficos que delimitan el banco de navajuela y pata de mula en bahía de Samanco. Diciembre 2008

Vértice	Latitud	Longitud
1	9° 11' 41,5"	78° 33' 40,7"
2	9° 11' 20,7"	78° 33' 32,6"
3	9° 10' 32,1"	78° 32' 35,1"
4	9° 10' 28,9"	78° 32' 37,7"
5	9° 10' 45,0"	78° 33' 23,0"
6	9° 11' 08,4"	78° 33' 50,8"
7	9° 11' 34,3"	78° 33' 48,8"

Marucha

Es un bivalvo propio del intermareal arenoso de playas de gran exposición, encontrándose distribuido desde Manta en Ecuador hasta Chile (Keen, 1971).

En bahía de Samanco constituye una fuente de trabajo para un grupo de pescadores no embarcados, extrayéndose al norte de la bahía en las playas Vesique, Atahualpa y Anconcillo en una extensión aproximada de 9 km (Fig. 63).

Durante el periodo 2004-2008 se registró una captura total de 2 180 t.

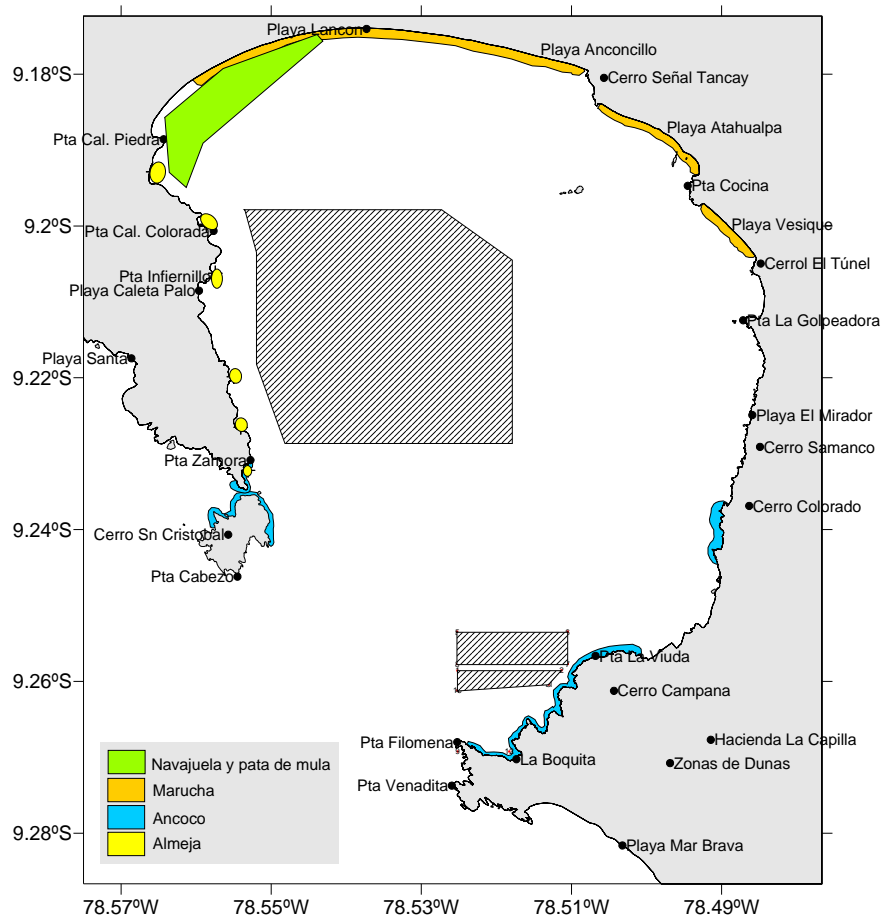


Fig. 63. Distribución otros invertebrados importantes en bahía de Samanco.

Ancoco

Es un equinodermo de la clase Holothuroidea que habita el intermareal rocoso de bahía de Samanco, en donde se distribuyó en los flancos norte y sur de la bocana asociados a sustratos rocosos. En el flanco norte se distribuyó en el borde norte de Isla redonda, mientras que en el sur se localizó en áreas de influencia de La Boquita (Fig. 63).

Es un recurso cuya extracción obedece a requerimientos del mercado externo, por lo que no es habitual registrar sus capturas regularmente a través del tiempo.

Almeja

Es un bivalvo que registra parches más conspicuos y habita áreas con sustrato pedregoso-conchueloso muy cerca al borde costero.

En bahía de Samanco se distribuyó al oeste, en una banda paralela y cercana al borde costero formando parches discretos que permiten una fuente de ingresos a un grupo de pescadores extractores de la zona (Fig. 63).

3.10 ASPECTOS POBLACIONALES

3.10.1 Densidad poblacional

En **concha de abanico** las densidades poblacionales variaron de 0,4 a 24,7 ind./m², incrementándose durante el segundo semestre del 2006 y año 2007, para disminuir luego durante el 2008 con mínimas densidades (Tabla 24).

En **navajuela** las densidades variaron de 137 a 518 ind./m², registrando este recurso una tendencia a disminuir del 2006 hacia el 2008 (Tabla 24).

En **pata de mula** el rango de densidades varió de 1,0 a 2,8 ind./m², registrando una ligera tendencia a incrementar hacia el 2008 (Tabla 24).

En **marucha** la densidad poblacional varió de 111 a 3664 ind/m², registrando una disminución de la densidad durante el 2008 (Tabla 24).

En **almeja** las densidades variaron de 1 a 4 ind./m² con media en 2,7 ind./m²; mientras en **ancoco** se registró una densidad de 4 a 8 ind/m² con media en 6 ind/m² (tabla 24)..

Tabla 24. Densidad (ind./m²) de principales invertebrados comerciales en bahía de Samanco. 2005-2008

Fecha	Concha	Navajuela	Pata de mula	Marucha	Almeja	Ancoco
Ago 05	1,4					
Mar 06	0,4					
Jun 06		492		746		
Set 06	17,3					
Feb 07		518	1,0	3664		
Mar 07	17,4					
Ago 07		395	2,1	570		
Oct 07	24,7					
Mar 08	0,9					
Jun 08		137	2,8			
Jul 08				636		
Oct 08	1,4					
Dic 08		219	2,6	111	2,7	6,0

3.10.2 Estructura de tallas

En concha de abanico el rango varió de 4 a 76 mm de altura valvar, presentando una estructura de tallas polimodal con moda principal en 31 mm. La fracción comercial fue de 1,4% (Tabla 25, Fig. 64).

Las tallas de navajuela variaron de 31 a 91 mm de longitud valvar, presentando una estructura de tallas polimodal con moda principal en 55 mm (Tabla 25, Fig. 64).

En pata de mula las tallas variaron entre 37 y 67 mm de altura valvar, presentando una estructura de tallas polimodal con moda principal en 55 mm (Tabla 25, Fig. 64).

En marucha las tallas variaron de 2 a 34 mm de longitud valvar, presentando una estructura de tallas polimodal con moda principal en 28 mm. La fracción comercial fue de 74,4% (Tabla 25, Fig. 64).

En almeja las tallas variaron de 28 a 95 mm de longitud valvar, presentando una estructura de tallas polimodal con moda principal en 64 mm. La fracción comercial fue de 37,4% (Tabla 25, Fig. 64).

En ancoco las tallas variaron entre 81 y 195 mm de longitud corporal, presentando una estructura de tallas polimodal con moda principal en 130 mm (Tabla 25, Fig. 64).

Tabla 25. Parámetros bioestadísticos en principales invertebrados de bahía de Samanco. Diciembre 2008

Especie	Rango	Media	Moda	% ≥ TME*
Concha de abanico	4-76	35,8	31	1,4
Navajuela	31-91	55,2	55	
Pata de mula	37-67	55,1	55	
Marucha	2-34	23,1	28	74,4
Almeja	28-95	71,6	64	37,4
Ancoco	81-195	127,6	130	

*TME = Talla mínima de extracción

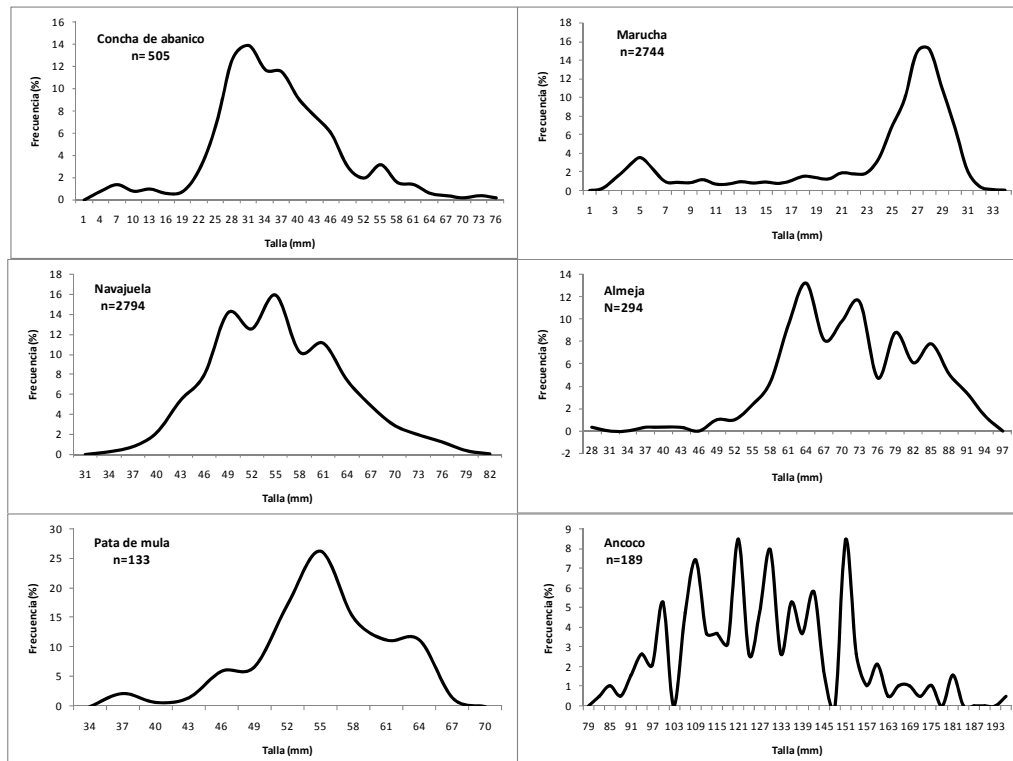


Fig. 64. Estructura de tallas en invertebrados comerciales de bahía de Samanco Diciembre 2008

3.10.3 Relación Longitud-Peso

Las funciones que describen la relación Peso-longitud en concha de abanico, navajuela, pata de mula, marucha y almeja registraron un buen ajuste al modelo potencial, con valores del coeficiente de determinación (r^2) mayores que 0,96 y con un crecimiento de tipo alométrico negativo ($<3,0$) para navajuela, pata de mula y marucha y alométrico positivo ($>3,0$) para las demás especies (Tabla 26, Fig. 65).

Para el recurso ancoco no fue posible determinar estas constantes por cuanto se comprime fuera de su hábitat.

Tabla 26. Constantes de la relación longitud-peso en invertebrados comerciales de bahía de Samanco. Diciembre 2008

Especie	a	b	r^2	n
Concha de abanico	0,000196	3,031585	0,983854	226
Navajuela	0,000070	2,904384	0,982222	165
Pata de mula	0,000409	2,946289	0,968477	112
Marucha	0,000296	2,866346	0,991958	141
Almeja	0,000108	3,169320	0,992136	35

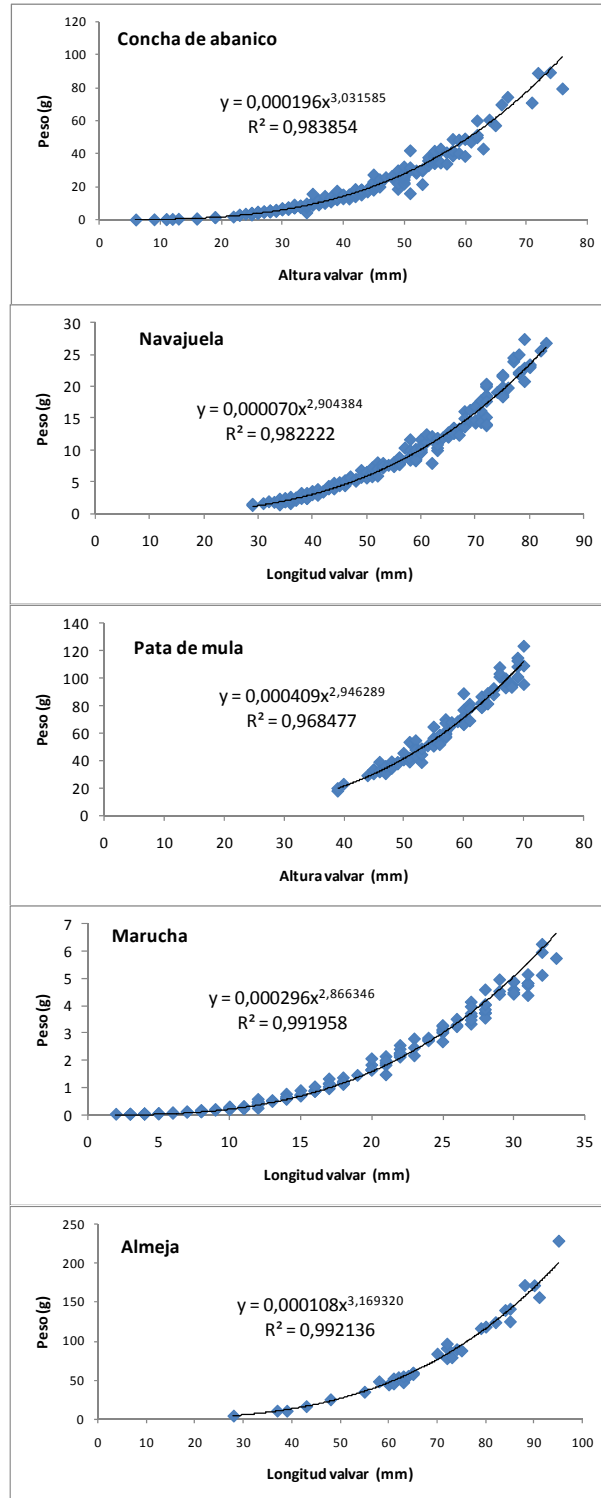


Fig. 65. Relación longitud-peso en invertebrados comerciales de bahía de Samanco. Diciembre 2008

4 CONCLUSIONES

- El área de estudio registra escasas precipitaciones en un año normal, temperaturas del aire dependientes de la TSM y vientos predominantes sur suroeste y velocidad que se incrementa hacia finales de año.
- La Bahía Samanco registró profundidades entre 1 m y 44,8 m, con isobatas que muestran una suave pendiente hasta el veril de los 25 m, a partir del cual la pendiente se incrementa y las isobatas se estrechan hasta el veril de los 40m.
- El fondo marino presentó sedimentos compuestos principalmente por arena y arena limosa (finos).
- Mayores concentraciones de materia orgánica registradas al norte de la bahía podrían tener sus orígenes en la actividades de maricultura y en menor grado por los excedentes de producción fitoplanctónica.
- Mayores concentraciones de materia orgánica registradas en áreas de concesiones podrían ser indicadores del mal manejo de sus residuos sólidos, a tener en cuenta para adoptar medidas de control y vigilancia de las actividades de maricultura.
- Las corrientes de agua en superficie registraron intensidades de débiles a moderadas, describiendo un giro horario, ingresando por el extremo norte y circulando de norte a sur dentro de la bahía; mientras en el fondo las masas de agua ingresan por el extremo sur y dejan la bahía por el extremo norte.
- La concentración de oxígeno disuelto superficial registró valores mayores a 4,50 mL/L, en tanto que en el fondo se encontraron áreas anóxicas localizadas al centro de la bahía.
- La concentración promedio de sólidos suspendidos totales no superó lo permitido por la Ley General de Aguas.
- Los indicadores de contaminación orgánica y microbiana fueron bajos y adecuados a los criterios de calidad acuática, no sobrepasando lo permitido por la LGA para las clases IV, V y VI.
- La concentración de cadmio en organismos eviscerados como: concha de abanico, babosa, almeja, pata de mula, caracol negro, concha navaja y peces (diablo y raya) no superaron lo estipulado por el reglamento de la Comisión Europea.
- Los niveles de plomo total registrados en todos los moluscos (eviscerados y con vísceras) y peces no superaron los 5 µg/g estipulado por la FAO.
- Los niveles de cobre total en caracol negro (eviscerado y con víscera) superaron los 10 µg/g estipulado por la FAO.
- Los niveles de cobre total en todos los organismos analizados mostraron un valor bajo con excepción del caracol negro.
- Los valores de cadmio total en sedimentos superficiales registrados para el periodo 2004 al 2008 superaron lo estipulado en las Tabla de Protección Costera de USA para el Nivel Umbral de 0,67 µg/g.
- El uso de combustibles con presencia de cadmio y plomo en las actividades de maricultura, pesca artesanal e industrial aportarían con la acumulación de cadmio en los sedimentos de la bahía.
- La distribución de la abundancia del macrobentos registró núcleos de concentración frente a Cerro Colorado con valores mayores a 2 500 ind./m²; registrándose además dos núcleos más discretos Frente a Punta Caleta Colorado y Cerro Señal Tancay con valores

- comprendidos entre 1 500 a 2 000 ind./m².
- Los grupos Polychaeta, Mollusca y Echinodermata fueron los de mayor dominancia numérica, mientras que en biomasa estuvo representada principalmente por Mollusca y Echinodermata.
 - Las especies *Magelona phyllisae*, *Parandalia fauveci*, *Nephtys impressa*, *Mulinia sp.*, *Cucumaria duviosa* y *Diopatra rhizoicola* fueron las más abundantes y al mismo tiempo las más frecuentes entre estaciones.
 - El índice de diversidad de Shannon de la fauna bentónica varió de 0 a 3,268 bits/ind, registrando áreas de mayor diversidad al norte y sur de la bahía frente a las áreas acuícolas de mayor escala.
 - Los recursos que sustentan la pesca artesanal en bahía de Samanco son concha de abanico, marucha, navajuela, calamar, pata de mula, pejerrey, machete y lisa.
 - Bahía de Samanco por ser área de reproducción, crecimiento y refugio constituye una gran zona de pesca artesanal de peces e invertebrados marinos.
 - Se delimitaron y georreferenciaron los bancos naturales de concha de abanico, navajuela y pata de mula

5 REFERENCIAS

- ALAMO V y VALDIVIESO V. 1987. Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú. Inst. Mar Perú, Boletín Volumen Extraordinario. 205 pp.
- APHA. 1995. Manual American Public Health: Estándar methods for the examination of water and wastewater. 2da Ed. USA.
- BRACK Y MENDIOLA, 2000. Enciclopedia virtual. "Ecología del Perú". Recuperado el 5 de julio 2007. <http://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>
- BALECH E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Public. Espec. Inst. Español de Oceanog. España. 310 pp.
- BARNARD J. 1954. Amphipoda of the family Ampeliscidae collected in the Eastern Pacific Ocean by the VELERO III and VELERO IV. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 18(10): 1-137.
- BARNES R. 1982. Zoología de Invertebrados. 4ta Edición. Nueva Editorial Interamericana, 1157pp.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2004. Caracterización de áreas de extracción de invertebrados marinos comerciales en Isla Santa, Bahía El Ferrol, Bahía Samanco y Los Chimus-Guaynuna. Setiembre 2004. Informe interno. Inst. Mar Perú. 51p.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2005. Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* "concha de abanico" en Islas Guañape, Isla Chao, Isla Santa, Hueco de la Vela-Agua Fría, El Dorado, La Boquita de Samanco, Las Salinas y Bahía Tortuga. Agosto 2005. Informe interno. Inst. Mar Perú. 46p.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2006. Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* "concha de abanico" en Isla Santa, Bahía El Ferrol, Bahía Samanco, Los Chimus, Las Salinas y Bahía Tortuga. Setiembre 2006. Informe interno. Inst. Mar Perú. 64p.

- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2007(a). Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en Isla Santa, Bahía El Ferrol, Bahía Samanco, Los Chimus, Las Salinas y Bahía Tortuga. Marzo 2007. Informe interno. Inst. Mar Perú. 61p.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2007(b). Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en Isla Santa, Bahía El Ferrol, Bahía Samanco y Bahía Tortuga. Noviembre 2007. Informe interno. Inst. Mar Perú. 67p.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2008(c). Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en Isla Santa, Bahía El Ferrol, Bahía Samanco y Bahía Tortuga. Marzo 2008. Informe interno. Inst. Mar Perú. 63p.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2008(d). Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” en Isla Santa, Bahía El Ferrol, Bahía Samanco y Bahía Tortuga. Octubre 2008. Informe interno. Inst. Mar Perú. 73p.
- BERRU P Y TRESIERRA A. 2007. Bancos naturales, niveles de extracción y parámetros comunitarios de invertebrados marinos de la bahía de Samanco (Chimbote, Perú), del 2001 al 2006. 1er Congreso de Ciencias del Mar del Perú. Lambayeque: 23-25 p.
- CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater; NASCD report. Journal of Marine Research 24, 286-318.
- CEM, 1994. Innovators in Microwave Technology. USA.
- CUPP E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 5:1-237.
- CHIRICHIGNO, N. 1970. Lista de crustáceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda). Inf. Inst. Mar Perú, 35: 1-237.
- DEMEK J. 1972. Manual of detailed geomorphological mapping. International Geographical Union, Commission on Geomorphological Survey and Mapping. Prague, 344 p.
- FAUCHALD K. 1977. The Polychaete worms. Definitions and keys to the order, families and genera. University of Souther California. *Science*, Series 28: 1-188.
- GARCIA. V; G. SÁNCHEZ, A. TRESIERRA Y M. GUZMÁN. 2004. Monitoreo traza de metales en sedimento y organismos marinos en la Bahía de Samanco, Chimbote. Setiembre 2004. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- GARCIA. V; A. TRESIERRA, G. SÁNCHEZ, R. OROZCO, S. SÁNCHEZ Y A. CRISPIN. 2005. Monitoreo del ambiente marino costero en las bahías de Coishco, El Ferrol y Samanco, Chimbote. Febrero 2005. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- GARCIA. V; A. TRESIERRA, G. SÁNCHEZ, R. OROZCO, E. DELGADO Y J. TENORIO 2005. Monitoreo del ambiente marino costero en las bahías de Coishco, El Ferrol y Samanco, Chimbote. Mayo-Junio 2005. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- GARCIA. V; A. TRESIERRA, G. SÁNCHEZ, R. OROZCO, E. DELGADO Y A. CRISPIN. 2006. Monitoreo del ambiente marino costero en las bahías de Coishco, El Ferrol y Samanco, Chimbote. Abril 2006. Informe Interno. Inst. Mar Perú.

- GARCIA. V; A. TRESIERRA, G. SÁNCHEZ, R. OROZCO, A. BERNALES Y M. CAMPOS. 2007. Evaluación de la calidad del ambiente marino y costero en el litoral de la Región Ancash, Chimbote. Marzo 2007. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- GARCIA. V; A. TRESIERRA, G. SÁNCHEZ, R. OROZCO, A. BERNALES Y N. DOMINGUEZ. 2008. Evaluación de la calidad del ambiente marino y costero en el litoral de la Región Ancash, Chimbote. Abril 2008. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- GUTIERREZ, M. 1997. Aplicación de software de interpolación en las evaluaciones hidroacústicas de la biomasa y distribución de recursos pelágicos. En Informe Progresivo Inst. Mar Perú No. 67. Pp 21-30.
- GUTIERREZ M. 2004. Protocolo para la colección y análisis de ecogramas durante prospecciones de evaluación de recursos pesqueros. Documento interno de trabajo de la Unidad de Tecnologías de Detección. Instituto del Mar del Perú. 25 pp.
- HASLE G, SYVERTSEN E. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (ed.). Identifying. Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 1-383 pp.
- HENDEY I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British Coastal waters. Part. V. Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesty's Stationery Office, London: 317 pp.
- HIDRONAV-5023. 2008 Tablas de mareas. Puertos de la costa del Perú. 115 p.
- HOBSON K & BANSE K. 1981. Sedentary and archannelid polychaetes of British Columbia and Washington. *Bull. Fish. Aquat. Sci.*, 209: 1-144.
- HUSTEDT, F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971: 920 pp.
- KEEN M. 1971. Sea shells of tropical west America. Stanford, California, University Press, 1064 pp. (Ed. 2).
- KOEPCKE, H.-W & M. 1951. División ecológica de la costa peruana. Ser. Div. Ci. (Dir. "Pesquería y Caza" del Ministerio de Agricultura). 3. pág. 3-23 (de "Pesca y Caza" Nr. 3); Lima.
- KOEPCKE, H.-W & M. 1952. Sobre el proceso de transformación de la materia orgánica en las playas arenosas marinas del Perú. Publ. Mus. Hist. Natural "Javier Prado", Ser. A, 8, 24 pp.; Lima.
- KOEPCKE, H.-W & M. 1953. Die warmen Feuchtluftwüsten Perus (Eine Einteilung in Lebensstätten unter besonderer Berücksichtigung der Vogel). Bonn. zool. Beitr. 4, 1-2, pág. 79-146; Bonn.
- LEY GENERAL DE AGUAS (D.L. 17752), 1970-1983. Reglamento de los títulos I, II y III del 17752 y sus modificaciones al año 2003 (DSN 003-2003 SA).

LONG, E.R., D.D. McDONALD, S.L. SMITH, and F.D. CALDER. 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management* 19(1):81-97.

MENDOZA R, FUENTES S, IPANAQUE J, PAREDES Y, VASQUEZ R, LOPEZ F, JARA N, OCAMPO C, ABANTO Z, SALVATIERRA V, FLORES G Y GUTIERREZ P. 2006. Estudio de algunos parámetros físicos, químicos y biológicos del área de cultivo de concha de abanico *Argopecten purpuratus* en la Bahía de Samanco (Ancash, Perú) en julio del 2005. *Civa* 2006. <http://www.civa2006.org>: 858-867.

MTC E-107. 2000. Manual de ensayo de materiales: análisis granulométrico de suelos por tamizado (EM 2000).

MTC E-118. 2000. Manual de ensayo de materiales: materia orgánica en suelos (pérdida por ignición) (EM 2000).

OCHOA N, GOMEZ O. 1997. Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. *Bol. Inst. Mar Perú* Vol. 16 N° 2.

PROYECTO PNUMA/GPA-CPPS-IMARPE. 2006. Inventario de la Biodiversidad de la bahía de Samanco, Provincia del Santa y diseño de un sistema de monitoreo. 1ra etapa. Inf. interno. *Inst. Mar Perú*. 29 p.

SANCHEZ J Y ZIMIC E. 1973. *Historia Marítima del Perú, El Mar: Gran Personaje. Tomo I, Vol.2.* 515-518p.

SCHILLER J. 1937. Dinoflagellatae (Peridinidae) in *Monographischer Behandlung. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora* 10(3) parte 2. 589 pp.

SHANNON, C. y M. WEAVER. 1963. *The mathematical theory of communication.* University of Illinois Press Urbana. 125 pp.

SOURNIA, A. 1967. Le genre *Ceratium* (Peridinien Planctonique) dans le Canal de Mozambique. *Contribution a une revision mondiale. Vie et Milieu.* 18 (2A-A): 375-580 pp.

SNEATH P & SOKAL R. 1973. *Numerical taxonomy.* W. H. Freeman, San Francisco. 571pp

STEIDINGER K, TANGEN K. 1997. Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed.). *Identifying Marine Phytoplankton: Chapter 3.* Academic Press, Inc. San Diego. 387-584 pp.

STRICKLAND J. AND T. PARSON. 1972. *Practical Handbook of Seawater Analysis.* Fisheries Board of Canada Ottawa. Bulletin 167.

UNESCO. 1981. Programa de plancton para el Pacífico Oriental. *Informes de la UNESCO sobre ciencias del mar.* Callao 11:25-26.

VASQUEZ L, TENORIO J, CRISPIN M, VELAZCO F, SOLIS J. 2000. Caracterización física, química y geológica en la bahía de Samanco, Chimbote. 19-22 julio 2000. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú.* N° 131. 28p.

WALSH PERÚ S.A. 2006. Evaluación del estudio de impacto ambiental (EIA) y social del proyecto de prospección sísmica 2D y 3D, gravimetría y muestreo de fondo marino en el lote Z-36.

WEBERBAUER, A. 1923. Mapa fitogeográfico de los Andes Peruanos, entre 5 y 17 grados de L.S. Lima. (Übersetzung aus Petermanns Geog. mitt., Gotha 1922).

PARTICIPANTES

Coordinación general	Juan Rubio Rodríguez Pedro Berrú Paz
Geomorfología y ecosistemas	Pedro Berrú Paz
Cartografía	Luis Escudero
Meteorología y climatología	Pedro Berrú Paz
Batimetría	Rafael Gonzáles Bazalar
Sedimentos y materia orgánica	Pedro Berrú Paz
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	
-Temperatura, oxígeno, salinidad	Víctor García Nolzco
-Corrientes marinas	Armando Crispín
-Mareas	Pedro Berrú Paz
-Turbidez, vientos, transparencia, nutrientes	Víctor García Nolzco
Calidad acuática	
-pH, sólidos suspendidos, aceites y grasas	Víctor García Nolzco
-DBO, coliformes	Rita Orozco Moreyra
-Metales pesados en sedimentos	Manuel Guzmán Roca
Plancton marino	Pedro Berrú Paz
Macrobenetos	Luis Quipezcoa Pedro Berrú Paz
Recursos que sustentan la pesca	Pedro Berrú Paz
Bancos naturales	Pedro Berrú Paz
Aspectos poblacionales	Pedro Berrú Paz
Apoyo Logístico	Sede Central del IMARPE

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de sedimentos de bahía de Samanco. Diciembre 2008

ESTACION	FECHA	TIPO DE SUELO ANALIZADO	CANTIDAD DE MAT. ORG (%)	GRANULOMETRIA		
				GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)
E-01	DIC 2008	Arena limosa color Gris verdoso claro 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	5,54	0,00	64,06	35,94
E-02	DIC 2008	Arena Limosa mal graduada color Gris verdoso oscuro 6/10y (gley 1) Presenta restos de algas	6,28	0,00	89,55	10,45
E-03	DIC 2008	Arena limosa Color Gris verdoso oscuro 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	4,09	0,00	84,31	15,69
E-05	DIC 2008	Arena limosa mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcareos y de algas	11,90	0,00	94,20	5,80
E-06	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso claro 7/10y (gley 1) Presenta restos calcareos y de algas	2,03	24,98	72,80	2,22
E-10	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos calcareos y de algas	10,24	3,32	94,94	1,73
E-13	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	3,97	2,18	96,81	1,01
E-15	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	1,61	0,00	98,51	1,49
E-17	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/ 10y (gley 1) Presenta restos de algas	1,27	0,00	98,97	1,03
E-18	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 4/10Y (gley 1) Presenta restos de algas	2,29	0,00	96,65	3,35
E-19	DIC 2008	Arena limosa mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos calcáreos y de algas	7,16	0,00	94,69	5,31
E-20	DIC 2008	Arena limosa mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	4,89	0,00	88,75	11,25
E-22	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcáreos y de algas	14,11	0,00	98,62	1,38
E-25	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcáreos y de algas	2,37	0,00	97,77	2,23
E-27	DIC 2008	Arena Limosa mal graduada Color Gris verdoso 5/ 5GY (gley 1) Presenta restos de algas	4,60	0,00	92,30	7,70
E-28	DIC 2008	Arena limosa mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	2,22	0,00	93,79	6,21
E-30	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	2,12	0,00	96,02	3,98
E-32	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	2,78	0,00	97,13	2,87
E-35	DIC 2008	Arena limosa mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos calcareos y de algas	3,50	0,00	92,46	7,54
E-37	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	1,27	0,00	98,99	1,01
E-38	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos de algas	4,76	0,00	99,28	0,72
E-40	DIC 2008	Arena Limosa Color Gris verdoso claro 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	2,04	0,00	85,68	14,32
E-42	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos de algas	4,12	0,00	98,78	1,22
E-43	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 6/ 5GY (gley 1) Presenta restos de algas	1,19	0,00	97,00	3,00
E-44	DIC 2008	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	1,87	0,00	84,62	15,38
E-45	DIC 2008	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	1,43	0,00	71,30	28,70
E-46	DIC 2008	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	2,09	0,00	74,50	25,50
E-48	DIC 2008	Arena Limosa Color Gris verdoso 6/10y (gley 1) Presenta restos de algas	2,42	0,00	87,66	12,34
E-49	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 6/10y (gley 1) Presenta restos de algas	0,79	0,00	98,61	1,39
E-53	DIC 2008	Arena limosa Color Gris verdoso 4/10y (gley 1) Presenta restos de algas	1,69	0,00	83,78	16,22
E-54	DIC 2008	Arena limosa mal graduada Color Gris verdoso oscuro 4/10y (gley 1) Presenta restos de algas	1,99	0,00	91,12	8,88
E-55	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 6/10y (gley 1) Presenta restos de algas	3,38	0,00	95,27	4,73
E-56	DIC 2008	Arena limosa mal graduada Color Gris verdoso oscuro 7/10y (gley 1) Presenta restos calcáreos y de algas	7,08	0,00	94,47	5,53
E-57	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcáreos y de algas	9,50	0,00	98,52	1,48
E-62	DIC 2008	Arena mal graduada Color Gris verdoso 6/10y (gley 1) Presenta restos de algas	3,15	0,00	95,88	4,12
E-66	DIC 2008	Arena limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	2,33	0,00	83,45	16,55
E-67	DIC 2008	Arena limosa mal graduada Color Gris verdoso 6/10y (gley 1) Presenta restos de algas	1,85	0,00	90,88	9,12
E-68	DIC 2008	Arena limosa mal graduada Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos de algas	1,45	0,00	89,50	10,50

Anexo 4. Algunos indicadores de la calidad del agua marina en Bahía de Samanco. Diciembre 2008

Estación	Latitud			Longitud			Nivel (m)	pH	SST* (mg/L)	Aceites y grasa (mg/L)
	g	mm	ss	g	mm	ss				
1	9°	14'	44,0"	78°	32'	14,4"	0	8,06	22,50	0,60
							31	7,67	37,00	
2	9°	14'	11,0"	78°	31'	51,0"	0	8,18	51,50	0,70
							24	7,76	35,50	
3	9°	13'	49,3"	78°	32'	11,1"	0	8,15	...	...
							23	7,73	...	
4	9°	13'	56,5"	78°	32'	49,2"	0	8,17	48,50	0,70
							26	7,77	47,00	
6	9°	14'	31,9"	78°	32'	59,4"	0	8,18	36,00	0,30
							21	7,77	38,50	
8	9°	13'	54,2"	78°	33'	10,8"	0	8,00	41,50	0,20
							6	7,81	34,00	
9	9°	13'	35,5"	78°	33'	14,6"	0	8,07	...	...
							4	7,97	...	
12	9°	12'	48,7"	78°	33'	28,2"	0	8,07	21,50	0,40
							6	7,75	28,50	
13	9°	12'	36,3"	78°	33'	16,3"	0	8,10	21,50	0,70
							14	7,71	39,00	
14	9°	12'	22,4"	78°	33'	26,8"	0	8,07	22,00	0,30
							3,5	8,04	34,50	
16	9°	11'	59,2"	78°	33'	31,1"	0	8,00	26,00	0,20
							2	8,00	38,00	
18	9°	11'	35,4"	78°	32'	43,5"	0	8,07	34,50	0,50
							12	7,64	37,00	
20	9°	11'	39,4"	78°	31'	34,8"	0	8,07	28,00	0,90
							12	7,64	29,50	
22	9°	11'	01,2"	78°	31'	32,9"	0	8,05	45,00	0,10
							8	7,61	48,00	
25	9°	10'	52,3"	78°	32'	51,9"	0	8,05	25,00	0,60
							7	7,71	26,50	
27	9°	12'	03,3"	78°	31'	02,5"	0	8,07	39,00	0,30
							13	7,63	35,50	
28	9°	12'	24,9"	78°	30'	44,3"	0	8,07	37,00	0,90
							13	7,67	42,50	
30	9°	12'	01,6"	78°	29'	47,8"	0	8,07	35,50	0,50
							10	7,63	37,00	
34	9°	11'	40,5"	78°	30'	29,5"	0	8,04	27,50	0,40
							9	7,63	17,00	
36	9°	12'	43,5"	78°	29'	18,9"	0	8,01	28,00	0,10
							10	7,62	35,50	
38	9°	13'	03,9"	78°	29'	38,8"	0	8,04	36,00	0,60
							12	7,61	32,50	
40	9°	13'	03,6"	78°	30'	56,6"	0	8,03	26,50	0,20
							16	7,65	25,50	
41	9°	13'	38,2"	78°	30'	44,6"	0	8,12	38,00	0,20
							16	7,71	38,00	
42	9°	13'	40,4"	78°	29'	54,4"	0	8,15	24,00	0,40
							13	7,72	30,00	
44	9°	13'	51,7"	78°	31'	29,2"	0	7,99	23,50	0,80
							20	7,63	25,50	
46	9°	14'	04,5"	78°	30'	21,0"	0	7,99	23,50	0,70
							15	7,62	27,00	
47	9°	14'	31,9"	78°	30'	00,8"	0	8,12	20,00	0,80
							8,5	7,78	24,00	
49	9°	14'	06,1"	78°	29'	22,3"	0	8,11	28,00	0,80
							3,5	8,07	30,50	
53	9°	14'	57,6"	78°	31'	05,7"	0	7,95	21,50	0,90
							24	7,63	34,50	
54	9°	14'	39,0"	78°	31'	26,8"	0	7,98	49,00	0,80
							26	7,67	54,00	
58	9°	16'	02,4"	78°	31'	30,0"	0	7,95	26,50	0,30
							13	7,64	39,50	
59	9°	16'	06,9"	78°	31'	22,1"	0	7,96	45,00	0,50
							10	7,68	41,50	
62	9°	15'	41,9"	78°	30'	51,3"	0	7,94	23,00	0,70
							19	7,64	35,00	
64	9°	15'	38,2"	78°	30'	40,3"	0	8,02	37,50	0,90
							11	7,71	39,50	
66	9°	14'	33,6"	78°	30'	43,5"	0	8,02	25,50	0,60
							19	7,66	27,00	
67	9°	14'	58,1"	78°	30'	18,8"	0	8,06	28,50	0,80
							8	7,70	39,50	
Superficie							Promedio	...	31,37	0,54
							Mínimo	7,94	20,00	0,10
							Máximo	8,18	51,50	0,90

Anexo 5. Indicadores de contaminación microbiológica en muestreo por mar en bahía de Samanco. Diciembre 2008

ESTACIÓN	LATITUD			LONGITUD			NIVEL (m)	DBO ₅ (mg/L)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 mL)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100 mL)
	g	mm	ss	g	mm	ss				
1	9°	14'	44,0"	78°	32'	14,4"	0	1,47	< 30,0	< 30,0
2	9°	14'	11,0"	78°	31'	51,0"	0	1,22	< 30,0	< 30,0
4	9°	13'	56,5"	78°	32'	49,2"	0	1,14	< 30,0	< 30,0
6	9°	14'	31,9"	78°	32'	59,4"	0	1,71	< 30,0	< 30,0
8	9°	13'	54,2"	78°	33'	10,8"	0	1,39	< 30,0	< 30,0
9	9°	13'	35,5"	78°	33'	14,6"	0	1,06	< 30,0	< 30,0
12	9°	12'	48,7"	78°	33'	28,2"	0	< 1,00	< 30,0	< 30,0
13	9°	12'	36,3"	78°	33'	16,3"	0	1,39	< 30,0	< 30,0
14	9°	12'	22,4"	78°	33'	26,8"	0	1,22	< 30,0	< 30,0
16	9°	11'	59,2"	78°	33'	31,1"	0	< 1,00	< 30,0	< 30,0
18	9°	11'	35,4"	78°	32'	43,5"	0	1,47	40	40
20	9°	11'	39,4"	78°	31'	34,8"	0	< 1,00	< 30,0	< 30,0
22	9°	11'	01,2"	78°	31'	32,9"	0	1,84	< 30,0	< 30,0
25	9°	10'	52,3"	78°	32'	51,9"	0	1,29	< 30,0	< 30,0
27	9°	12'	03,3"	78°	31'	02,5"	0	< 1,00	< 30,0	< 30,0
28	9°	12'	24,9"	78°	30'	44,3"	0	< 1,00	< 30,0	< 30,0
30	9°	12'	01,6"	78°	29'	47,8"	0	1,63	< 30,0	< 30,0
34	9°	11'	40,5"	78°	30'	29,5"	0	< 1,00	< 30,0	< 30,0
36	9°	12'	43,5"	78°	29'	18,9"	0	1,31	< 30,0	< 30,0
38	9°	13'	03,9"	78°	29'	38,8"	0	1,47	< 30,0	< 30,0
40	9°	13'	03,6"	78°	30'	56,6"	0	1,55	< 30,0	< 30,0
41	9°	13'	38,2"	78°	30'	44,6"	0	< 1,00	< 30,0	< 30,0
42	9°	13'	40,4"	78°	29'	54,4"	0	< 1,00	< 30,0	< 30,0
44	9°	13'	51,7"	78°	31'	29,2"	0	1,47	230	90
46	9°	14'	04,5"	78°	30'	21,0"	0	1,88	40	< 30,0
47	9°	14'	31,9"	78°	30'	00,8"	0	1,96	< 30,0	< 30,0
49	9°	14'	06,1"	78°	29'	22,3"	0	1,80	< 30,0	< 30,0
53	9°	14'	57,6"	78°	31'	05,7"	0	2,69	< 30,0	< 30,0
54	9°	14'	39,0"	78°	31'	26,8"	0	2,04	< 30,0	< 30,0
58	9°	16'	02,4"	78°	31'	30,0"	0	< 1,00	< 30,0	< 30,0
59	9°	16'	06,9"	78°	31'	22,1"	0	3,02	< 30,0	< 30,0
62	9°	15'	41,9"	78°	30'	51,3"	0	2,45	< 30,0	< 30,0
64	9°	15'	38,2"	78°	30'	40,3"	0	1,84	< 30,0	< 30,0
66	9°	14'	33,6"	78°	30'	43,5"	0	1,90	< 30,0	< 30,0
67	9°	14'	58,1"	78°	30'	18,8"	0	1,53	< 30,0	< 30,0
Promedio										

Anexo 11. Análisis nodal para el reordenamiento de especies y muestras obtenidas en bahía de Samanco. Diciembre 2008

	GM1				GM2				GM3				GM4				GM5								GM6		GM7											
	E10	E3	E4	E5	E20	E1	E17	E22	E68	E19	E19	E55	E54	E57	E30	E56	E38	E21	E27	E39	E42	E28	E44	E40	E41	E53	E45	E66	E2	E13	E62	E46	E47	E48	E18	E67	E29	E32
Estación	20	23	27	32	13	31	6	8,8	8	8	12	33	26	37	11	37	13	10	14	15	14	14	21	17	17	25	21	19	24	15	20	16	9,5	9	13	10	13	11
profundidad																																						
Chaetopterus sp.																																						
Renilla sp.																																						
Pilargis maculata																																						
Pinnixa transversalis																																						
Prionospio sp.																																						
Nereidae																																						
Pectinaria sp.																																						
Hemipodus sp.																																						
Caridea																																						
GE1																																						
<i>Aricidea</i> sp.																																						
Ophiuroidea																																						
Serpulidae																																						
Terebellidae																																						
GE2																																						
<i>Cossura chilensis</i>																																						
Nemertinea IV																																						
<i>Magelona phyllisae</i>																																						
<i>Parandalia fauveii</i>																																						
<i>Nephtys impressa</i>																																						
<i>Sigambra bassi</i>																																						
Nemertinea III																																						
Nemertinea I																																						
<i>Leitoscoloplos chilensis</i>																																						
<i>Nassarius gayi</i>																																						
<i>Owenia collaris</i>																																						
<i>Paraprionospio pinnata</i>																																						
<i>Mulinia</i> sp.																																						
<i>Abarenicola</i> sp.																																						
<i>Tharyx</i> sp.																																						
<i>Nephtys ferruginea</i>																																						
<i>Enteropneusta</i>																																						
GE3																																						
Sigalionidae																																						
Oedicerotidae																																						
<i>Glycinde</i> sp.																																						
Cirratulidae <i>Cauleriella</i> ?																																						
<i>Grubeulepis</i> sp.																																						
<i>Onuphis</i> sp.																																						
<i>Notoplana</i> sp.																																						
Sipunculida																																						
<i>Chone</i> sp.																																						
GE4																																						
<i>Diopatra rhizoicola</i>																																						
<i>Cucumaria divivosa</i>																																						
<i>Lumbrineris</i> sp.																																						
<i>Spiothanes bombyx</i>																																						
<i>Mediomastus branchiferus</i>																																						
<i>Glycera</i> sp.																																						
<i>Glycera americana</i>																																						
Brachiura																																						
Harmothoainae																																						
<i>Tellina</i> sp.																																						
<i>Gyptis</i> sp.																																						
<i>Ophelia</i> sp.																																						
<i>Prunum curtum</i>																																						
<i>Pinnixa valdiviensis</i>																																						
GE5																																						
<i>Ancistargis hamata</i>																																						
GM6																																						
<i>Pitar</i> sp.																																						
<i>Phoronis</i> sp.																																						
GM7																																						
<i>Spiochaetopterus</i> sp.																																						
Pilargidae																																						
GM8																																						
Gammaridae																																						
Gasteropoda																																						
<i>Cancellaria</i> sp.																																						

Invertebrados comerciales representativos de bahía Samanco



Argopecten purpuratus “concha de abanico”



Trachycardium procerum “pata de mula”



Tagelus dombeii “navajuela”



Loligo gahi “calamar común”

