



ESTUDIO DE LINEA BASE EN EL AMBITO MARINO
DE LA BAHIA TORTUGAS
24 MAYO – 13 JUNIO 2007



**ESTUDIO DE LINEA BASE
BAHIA TORTUGAS
MAYO 2007**

PARTICIPANTES

Coordinación general	Alvaro Tresierra Aguilar Pedro Berrú Paz
Línea de Meteorología y Climatología	Pedro Berrú Paz
Línea de Geología y sedimento -Cartografía batimétrica -Cartografía materia orgánica	Pedro Berrú Paz Anibal Aliaga Rosales Pedro Berrú Paz
Línea de oceanografía Física -Corrientes y mareas -Temperatura del mar -Turbidez -Sólidos suspendidos	Luis Vásquez Armando Crispín José Tenorio Calderón
Línea de Oceanografía Química -Oxígeno -Salinidad -Transparencia	Victor García Nolzco
Línea de Oceanografía Biológica -Comunidad bentónica -Comunidad fitoplanctónica -Comunidad zooplanctónica	Dimitri Gutierrez Aguilar Willians Yupanqui Cuadros Robert Marquina Pedro Berrú Paz
Línea de Calidad Marina -Microbiológico - DBO5 -Metales pesados -Sulfuro de hidrógeno	Rita Orozco Moreyra Manuel Guzmán Roca Aida Henostroza Rita Cabello Torres
Línea de Actividad Pesquera -Pesquería Artesanal	Alvaro Tresierra Aguilar
Digitalización y georreferenciación de Bahía Tortugas	Luis Escudero
Apoyo Logístico	Sede Central del IMARPE

CONTENIDO

1. Introducción	8
2. Plan general de muestreo	8
3. Descripción general del área de estudio	9
4. Características bioecológicas	10
4.1 Información bioecológica del área de estudio	
4.2 Dominio marino	
4.3 Regiones biogeográficas del ambiente marino	
5. Características climáticas del área de estudio	12
5.1 Ambiente marino	
5.2 Ambiente terrestre	
5.3 Meteorología y climatología	
6. Geomorfología de la costa	18
6.1 Generalidades	
6.2 Fisiográficamente	
6.3 Hidrográficamente	
6.4 Conformación geológica	
6.5 Geología económica	
7. Geomorfología litoral y marina	20
7.1 Fosa marina Perú-Chile	
7.2 Talud continental	
7.3 Plataforma continental	
7.4 Islas	
7.5 Borde costero	
8. Batimetría	22
8.1 Materiales y métodos	
8.2 Construcción de batimetrías	
8.3 Distribución de los recursos	
8.4 Resultados	
8.4.1 Batimetría	
8.4.2 Recursos pesqueros	
9. Sedimentos superficiales y materia orgánica	24
9.1 Materiales y métodos	
9.2 Resultados	
9.2.1 Sedimentos	
9.2.2 Materia orgánica	
10. Características oceanográficas	26
10.1 Generalidades	
10.2 Materiales y métodos	
10.3 Resultados	
10.3.1 Temperatura	
10.3.2 Salinidad	
10.3.3 Corrientes marinas	

10.3.4	Turbidez	
10.3.5	Transparencia	
10.3.6	Oxígeno disuelto	
10.3.7	Nutrientes	
10.3.8	Sección 1: Ingreso de las masas de agua a Bahía Tortugas	
10.3.9	Sección 2: Distribución transversal a Bahía Tortugas	
10.3.10	Mareas	
11.	Calidad del agua marina, metales en sedimentos y organismos	37
11.1	Potencial de iones hidronio (pH)	
11.2	Sólidos suspendidos totales	
11.3	Sulfuro de hidrógeno	
11.4	Material orgánico extractable en Hexano, MOEH-Aceites y Grasas	
11.5	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	
11.6	Indicadores de contaminación microbiológica	
11.7	Metales pesados	
11.7.1	Materiales y métodos	
11.7.2	Resultados	
11.7.3	Trazas de metales en agua	
11.7.4	Trazas de metales en sedimentos superficiales	
11.7.5	Trazas de metales en organismos marinos	
12.	Plancton marino	49
12.1	Metodología de análisis	
12.2	Resultados	
12.2.1	Concentración y composición de fitoplancton	
12.2.2	Concentración y composición de zooplancton	
13.	Mareas rojas o floraciones algales	53
14.	Diversidad del bentos marino	53
14.1	Material y métodos	
14.2	Resultados	
15.	Recursos que sustentan la pesca artesanal e indicadores socioeconómicos	62
14.1	Material y métodos	
14.2	Resultados	
14.2.1	Recursos hidrobiológicos	
14.2.2	Bancos naturales y zonas de pesca artesanal	
14.2.3	Tecnología: Embarcaciones	
14.2.4	Artes y aparejos de pesca	
14.2.5	Facilidades de desembarque	
14.2.6	Desarrollo de la caleta: Organizaciones sociales	
14.2.7	Situación social y económica	
16.	Digitalización y georreferenciación de Bahía Tortugas	73
16.1	Materiales y métodos	
16.2	Resultados	
16.2.1	Recursos hidrobiológicos	
16.2.2	Bancos naturales y zonas de pesca artesanal	

16.2.3 Tecnología: embarcaciones

16.2.4 Artes y aparejos de pesca

16.2.5 Facilidades de desembarque

16.2.6 Desarrollo de la caleta: organizaciones sociales

16.2.7 Situación social y económica

17. Conclusiones generales	76
18. Referencias bibliográficas	78
19. Anexos	86

RESUMEN EJECUTIVO

Se describen los resultados del Estudio de Línea Base (ELBA) realizado por el Instituto del Mar del Perú en la Bahía de Tortugas ubicada en la Provincia de Casma de la Región Ancash.

El estudio se realizó del 24 de mayo al 13 de junio del 2007 y comprendió el procesamiento de antecedentes bibliográficos, toma de información por mar, reconocimiento del borde costero y encuestas dirigidas a los pescadores artesanales.

La toma de información incluyó al ambiente y sus recursos, así como la obtención de indicadores socio económicos de los gremios de pescadores afectados por el estudio y de la comunidad en general.

Los objetivos del presente estudio es contar con un levantamiento integral de información respecto a los componentes físicos, químicos, biológicos, sociales, económicos y culturales a fin de constituir un informe-instrumento de gestión para orientar el buen desempeño de los entes interesados en actividades acuícolas.

Bahía Tortugas presenta características físicas adecuadas para realizar actividades de repoblamiento y recreación.

Variables químicas como oxígeno disuelto, salinidad registraron valores adecuados para actividades de maricultura.

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

La evaluación de los indicadores de la calidad acuática en la Bahía Tortugas no mostró algún tipo de perturbación significativa en el área evaluada.

Los niveles de cobre total en agua de mar se pueden considerar normales para la Bahía Tortugas ya que la data ambiental de la Costa Peruana tiene un promedio de 30 $\mu\text{g/L}$ y la presencia de cobre esta influenciada por la dinámica marina.

Metales pesados en sedimentos superficiales registraron bajas concentraciones en comparación a lo registrado en bahías costeras con similares características.

Los niveles de cadmio y plomo en los organismos marinos fueron bajos respecto a lo establecido por la FAO, mientras la concentración de cobre total más significativos que superaron los 10 $\mu\text{g/g}$ establecido por la FAO, se detectaron en organismos como: caracol negro y cangrejo peludo.

La diversidad de Shannon varió de 0,594 a 3,849 bits/ind, de lo cuales el 71% de las estaciones presentaron valores medios a compatibles (>2) según Protocolo para Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino receptor del Ministerio de la producción.

Los recursos que sustentan la pesca artesanal en Bahía Tortuga son los invertebrados marinos.

Se delimitó el banco natural de concha de abanico y sus áreas de expansión, así como del caladero de calamar y peces.

INTRODUCCION

En la zona litoral marina de la Región Ancash, la maricultura ha 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 por parte de los concesionarios.

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 ELBAS y de esta forma cumplir con parte de los requisitos que exige la norma.

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 ha creído conveniente la realización de dicho estudio en Bahía Tortugas con el objetivo de contar con un levantamiento integral de información respecto al medio ambiente, sus recursos y algunas variables socio económicas.

2. PLAN GENERAL DE MUESTREO

El trabajo de mar se realizó del 24 al 29 de mayo en dos grupos de trabajo; el primero realizó sondeos acústicos a través de barridos batimétricos y el segundo grupo obtuvo información de 41 estaciones de muestreo sobre aspectos oceanográficos, ambientales, biológicos y sedimentos (Fig. 1).

La georreferenciación del borde costero y su descripción geomorfológico se realizó a bordo de una chalana a remo en áreas inaccesibles y caminando en áreas accesibles.

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

La metodología específica para cada una de las variables estudiadas, se detalla en sus capítulos correspondientes.

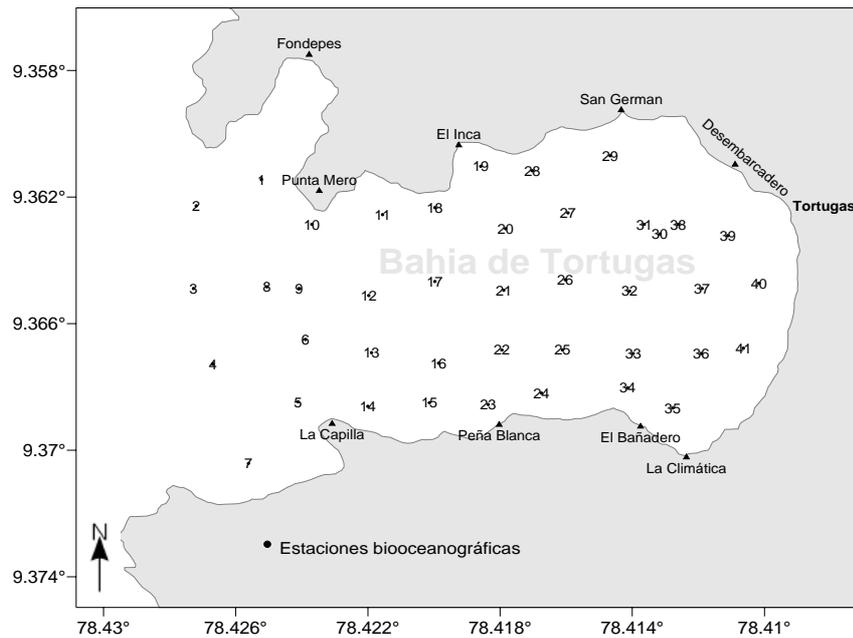


Figura 1. Estaciones de muestreo. Bahía Tortugas

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

La Bahía Tortugas se encuentra ubicada a unos 18 kilómetros al norte de la provincia de Casma y se caracteriza por ser una bahía de pescadores artesanales dedicados a la extracción de concha de abanico y a la pesca de oportunidad (peces, calamar etc). La extracción de concha de abanico se realiza utilizando embarcaciones artesanales acondicionadas con compresora y de eslora entre 18 y 25 pies y la pesca de oportunidad se realiza empleando la pinta, red de enmalle y/o trasmallo. La pesca artesanal es la segunda actividad generadora de trabajo en la zona de Casma luego de la agricultura.

Es una ensenada formada por la prolongación de los cerros Grande, hacia el norte, y Tortuga, hacia el sur. Esta zona sirve como desembarcadero de las embarcaciones artesanales que trabajan en la bahía y en áreas de influencia. En 1999 Tortugas fue declarado balneario turístico por su belleza y tranquilidad, lo que origino el asentamiento en sus márgenes de personas nacionales y extranjeras que vienen realizando actividades de recreación principalmente en periodos estivales (Fig. 2).

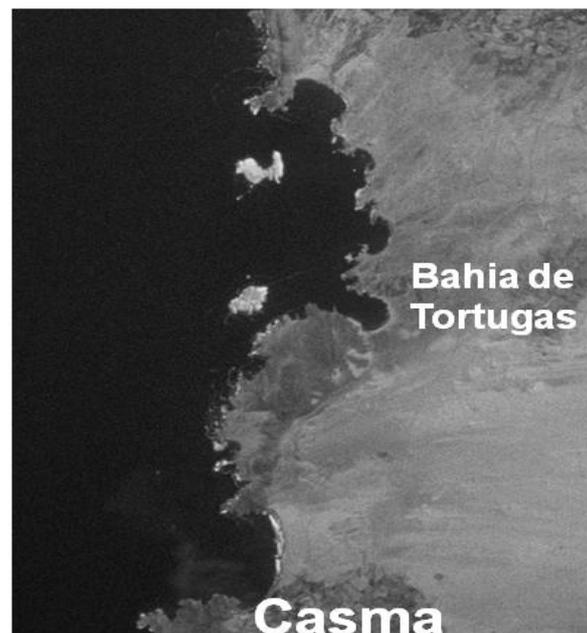


Figura 2. Ubicación geográfica de la Bahía Tortugas

4. CARACTERÍSTICAS BIOECOLÓGICAS

La diversidad de ecosistemas ha sido estudiada generalmente a nivel macros espacial 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.

4.1. Información bioecológica del área de estudio

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) así como 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 su esquema al 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. 3)



Figura 3. Alteración del paisaje por acción antropogénica en Bahía Tortuga. Mayo 2007

Respecto a las formaciones vegetales de la costa peruana están representadas en el “mapa fitogeográfico de los andes peruanos” por Weberbauer (1923) observándose para el área de estudio 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 a manera de dunas aisladas o agrupadas. Su vegetación es escasa y esporádica, dependiendo esencialmente de la humedad atmosférica que procede de la alta nubosidad en las cercanías del mar.

En las cercanías de Puerto Casma se pudo observar gramadales y salares que ocurren frecuentemente en charcos con sedimentos lodosos y capas de agua teñidos de tonos anaranjados y rojo sangre. Esta coloración se debe a la acumulación maciza de diminutos organismos como algas azules y flagelados cuya clorofila se halla cubierta de pigmentos rojos; en otros intervienen bacterias azufrígenas purpúreas que originan tonos salmón y purpúreo. (Petersen y Mujica, 1972)

La fauna característica de la provincia es el zorro costero, lagartija y aves como el gallinazo, garza blanca y las guaneras. En cuanto a la fauna marina existe una diversidad importante de peces, crustáceos, moluscos y mamíferos como la nutria de mar.

5.2 Dominio marino

Puede ser conceptualizado como una unidad desde diferentes puntos de vista. Ecológicamente es parte de un ecosistema mayor: el del Pacífico Sudeste que se halla influenciado por las aguas frías de la Corriente Peruana que corren de sur a norte, en permanente acción con las corrientes cálidas submarinas provenientes del Ecuador, del hemisferio norte y del oeste. Las masas de agua, especialmente las que afloran en el área costera de dicho dominio tienen diversos orígenes lo cual influye directamente en la productividad: la Corriente de Cromwell del área ecuatorial y la Corriente Peruana Sub-Superficial y las aguas templadas Sub-Antárticas provenientes del hemisferio sur. (Flores 1989).

El dominio marítimo presenta también en esta unidad, otros factores físicos como el perfil de la costa, el relieve y extensión variable de la plataforma, viento, talud y una fosa marina profunda y paralela a la costa; los vientos alisios del sureste, altas concentraciones de nutrientes, minerales y otros. Los vientos, los nutrientes, la luz, los procesos de mezcla, el hundimiento de fitoplancton y el pastoreo de zooplancton determinan la productividad de las aguas peruanas permitiendo que sean una de las más ricas del mundo en producción primaria con valores medios de 1-1,5 g C/m²/día y valores puntuales muy altos para ciertas áreas de afloramiento como San Juan con 3,19 g C/m²/día favorecida por el gran aporte de nutrientes. Punta Aguja con 10,5 g C/m²/día; Chimbote conocida por su gran pesquería pelágica y con la mayor amplitud de plataforma continental en dicho frente, tiene alta productividad primaria con 6,99 g C/m²/día.

En síntesis, el dominio marítimo peruano, es un medio excepcional que genera una gran diversidad de organismos vivientes sustentado en el primer nivel de producción primaria, muy abundante y constituido por el fitoplancton flotando como “inmensas praderas marinas”. Sobre este nivel se desarrollan abundantes poblaciones de peces, crustáceos, moluscos, mamíferos, aves, etc. Determinando la importante pesquería peruana. (Flores 1989).

4.3. Regiones biogeográficas del ambiente marino

De acuerdo a la ubicación geográfica, el litoral de la Región Ancash pertenece a la Provincia biogeográfica de la Corriente Costera del Perú (CCP), caracterizada por aguas templadas más frías, de lo que corresponde a la latitud. (Vegas, 1989).

Provincia Panameña

Se distribuye desde la cabeza del Golfo de California, México (aproximadamente 30° 30'N) hasta el Sur de Cabo Blanco en el Norte del Perú (4° 15'S). En esta Región la fauna es esencialmente tropical, aunque lo es menos que la Indo-Pacífica, debido al enfriamiento de las aguas por afloramientos que ocurren en muchos lugares. Las temperaturas varían entre 26,6 y 29,4° C.

Provincia Peruano-Chilena

Se distribuye desde Punta Aguja, Perú (6° S) hasta cerca de la Isla Chiloé, Chile (42° S). La fauna es de aguas templadas, y la temperatura de las aguas esta determinada, en gran parte por la Corriente Peruana y muchos extensos afloramientos de aguas frías y ricas en nutrientes. Temperaturas entre 14,4° y 18,3° C.

5. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1 Ambiente marino

El dominio marítimo peruano generalmente conocido como Mar de Grau, Mar Peruano o Cuarta Región Natural es un medio excepcional que genera una gran diversidad de organismos vivientes, sustentado en la producción primaria generada por el fitoplancton marino. Sobre este nivel se desarrollan poblaciones de peces, crustáceos, moluscos, mamíferos, aves, etc determinando la importante pesquería peruana.

El dominio marítimo presenta también otros factores físicos como el perfil de la costa, el relieve, extensión variable de la plataforma, viento, talud y una fosa marina profunda paralela a la costa.

La zona costera tiene diversas connotaciones según se trate del campo de estudio, de las actividades que se desarrollen en ella y del enfoque conceptual con que se le aborde.

Funcionalmente es un área amplia de interfase entre la tierra, el agua y la atmósfera donde la producción, consumo y procesos de intercambio ocurren a altas tasas de intensidad.

Ecológicamente es un área de dinámica actividad biogeoquímica pero con capacidad limitada para soportar varias formas de utilización humanas.

Geográficamente el límite de la zona costera hacia la tierra usualmente es indefinido, pero de hecho el clima de la costa y aún de tierras interiores están determinadas por el mar.

Para el caso peruano, la zona costera podría ser definida como la región de interfase entre tres dominios: Dominio Continental Pesquero, Dominio Marítimo Costero y Dominio Atmosférico Costero. (Flores, 1989).

El sistema de corrientes determina varias provincias biogeográficas. En primer lugar la zona dominada por la Corriente Costera Peruana (CCP), caracterizada por aguas templadas, más frías de las que corresponde a la latitud y donde predominan peces pelágicos como anchoveta, caballa, sardina, pejerrey, machete, bonito y organismos bentónicos como tollo, lenguado, cabrilla, pintadilla, chita, mejillón, concha de abanico y diversos cangrejos. En segundo lugar una zona típicamente tropical, entre la frontera con el Ecuador y los 3° 35' S, donde se presenta un bosque de manglares, especies de langostinos y varios organismos bentónicos como la concha negra, ostra, cangrejos y caracoles. Una tercera provincia entre las dos anteriores denominada intermedia que va desde la latitud anterior hasta aproximadamente los 7° S y donde hay una gran variedad de especies por estar influenciada de aguas templadas del sur y de aguas cálidas del norte, en estas zonas se citan especies como lenguado, liza, cabrilla, congrio, merluza, mero, perico. La cuarta zona o provincia biogeográfica estaría denominada por la Corriente Oceánica Peruana (COP) donde se encuentran especies frecuentes como atunes, peces voladores, perico y algunos tiburones. (Vegas, 1989)

5.2 Ambiente terrestre

El departamento de Ancash está ubicado en el sector septentrional de los andes occidentales del Perú, tiene como límite oriental el cañón del río Marañón, al océano Pacífico por el lado occidental, por el norte y sur con los departamentos de la Libertad, Huanuco y Lima respectivamente.

Presenta una morfología marcada por la presencia de dos relieves determinados por la cordillera de los andes, que adquiere una especial característica geológica ramificándose en dos brazos conformando por un lado la cordillera blanca con presencia de nevados y otro por la cordillera negra sin presencia de nieve. Ambas cordilleras corren paralelas y forman el callejón de Huaylas, que divide a la región en dos unidades geográficas, costa y sierra. (Plan estratégico regional exportador Región Ancash, 2004)

Ancash posee una variedad de climas y de zonas ecológicas que en su conjunto definen las características bio-físicas y ambientales, así como los modos de vida de sus pobladores. El clima varía desde templado-cálido subtropical en el litoral costero hasta el polar en las áreas de nevados y glaciares. Posee una temperatura promedio de 24°C en la costa y entre 9 a 16°C en la sierra. Se han identificado aproximadamente 24 zonas de vida natural que se encuentran entre dos pisos latitudinales, el subtropical en la franja de la costa pegada al litoral y el tropical en todo el resto de la superficie departamental. La humedad en la costa es de casi 100% y variable en la sierra con valores de 60 a 70%.

El suelo de la región presenta un relieve accidentado, con faja costera de 15 a 25 km de ancho, de clima cálido y con precipitación prácticamente nula, que representa el 23% del territorio regional (las partes bajas de los valles agrícolas de Santa, Lacramarca, Nepeña, Casma, Huarmey y Fortaleza con una superficie cultivada de 34 000 ha). El 77% restante del territorio regional está constituido por la “Cordillera Negra”, “El Callejón de Huaylas”, “La cordillera Blanca” y “La Zona de los Conchucos”.

Según altitud, se ubica desde los 6 798 m.s.n.m. (Nevado Huascarán) y los 0 m.s.n.m., delimitando diferentes pisos ecológicos de características propias y donde se ubican poblaciones dispersas de vocación mayormente agropecuaria. (Plan estratégico regional exportador Región Ancash, 2004)

5.3 Meteorología y climatología

Metodología

Se procesó la información correspondiente a la data proporcionada por el Departamento de Medio Ambiente de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina, obtenidos de la estación automática SUTRON ubicada en el área de Chimbote en las coordenadas 09°04'22''S-78°36'38''W. La información analizada correspondió al año 2006.

Así mismo, se dispuso de información adicional presentada por la Fuente 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.

La célula de alta presión (Anticiclón del Pacífico Sur) está bien definida sobre el Océano Pacífico Sureste debido, en parte, a la presencia y orientación meridional de la cordillera de los Andes que boquea los vientos oeste de latitudes medias, desviándolos hacia el norte, donde el valor promedio en su centro fluctúa entre 1021 hPa en abril a 1026 hPa en octubre. La divergencia del viento superficial asociada a esta célula tiene influencia principalmente al norte de Chile y en todo el litoral peruano. Este proceso no es intenso en el área de interés durante todo el año, el cual se manifiesta con una menor frecuencia de días soleados en relación a la costa de Lambayeque y la Libertad, dado que la magnitud de la divergencia superficial horizontal asociada a movimientos verticales descendentes es menor en relación a localidades más hacia el norte, causa principal de la mayor nubosidad en esta zona de bastante humedad por la presencia del océano.

Presión atmosférica

Definida como el peso de una columna de aire desde la superficie hasta el tope de la atmósfera no varía sustancialmente en las regiones ecuatoriales; en la zona el rango promedio anual es de 3,5 hPa, ocurriendo los valores medios más bajos de 1012 hPa en febrero y marzo; y los más altos de 1015 hPa en setiembre. El rango diario alcanza valores de 3 hPa; mientras que el comportamiento horario (en 24 horas) 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 1).

En los meses de verano, especialmente en el mes de marzo, ocurre el debilitamiento de los vientos Alisios ocasionados por el debilitamiento y desplazamiento hacia el sur del núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur, motivos por el cual 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 los meses de invierno, coincidiendo con los meses en que la temperatura del mar tiene las temperaturas más bajas; 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 territorial peruano, en Chimbote los valores de presión superan los 1018 hPa; en estas situaciones el centro del anticiclón alcanza valores de 1035 hPa o más, y es cuando el tiempo atmosférico desmejora, es decir, hay neblina 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.

Tabla 1. Presión atmosférica promedio mensual (hPa) para Chimbote. Año 2006

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2006	1012,2	1011,6	1011,8	1012,7	1014,4	1014,8	1014,7	1014,2	1015,1	1014,8	1013,6	1014,1

Fuente: HIDRONAV

Temperatura

La temperatura del aire sobre la superficie del mar incrementa desde la línea de costa hacia el oeste y presenta oscilaciones diurnas, mensuales y anuales mucho más pequeñas que en 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 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 20° a 90°W. (Esto es 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 incidente sobre la superficie. Es así que en febrero y marzo ocurren las temperaturas más altas, alcanzando valores medios de 22,6°C. 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 17,6°C en agosto (Fig. 4).

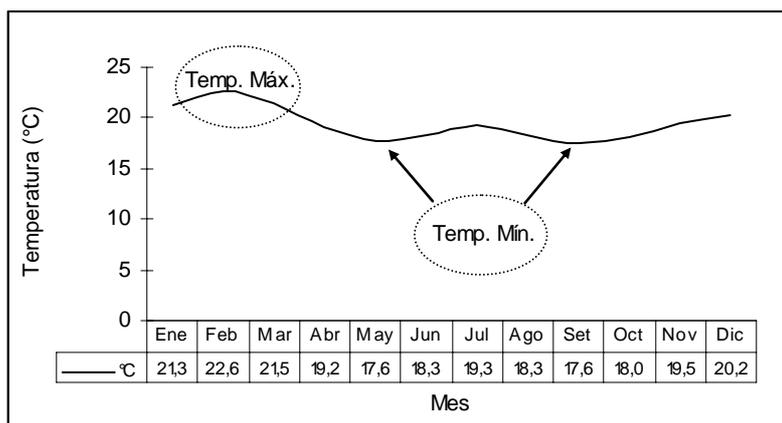


Figura 4. Temperatura (°C) del aire para el área de Chimbote. Año 2006
Fuente: HIDRONAV

La temperatura del aire en Bahía Tortugas registrada sobre la superficie del mar, los días del 24 al 29 de mayo del 2007, varió de 14,5 a 21,1°C, mostrando una tendencia ascendente conforme suceden las horas de la mañana, con valores medios de 17,4°C en el rango de 07:00 a 10:00 horas; 18,7°C de 11:00 a 12:00 horas y de 19,9°C a las 13:00 horas.

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 a 88%, presentando valores mensuales más altos en la estación de otoño; mientras que en primavera, los valores mensuales promedio fueron más bajos llegando a valores de 82%. 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. 5).

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% durante todo el año, mientras que el centro del anticiclón puede llegar a 70% o menos cuando el aire está en absoluta calma.

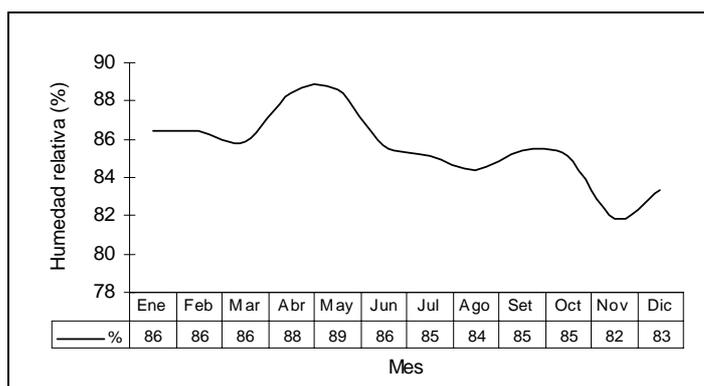


Figura 5. Humedad relativa (%) registrada en Chimbote. Año 2006.
Fuente HIDRONAV

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 solo 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 2).

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

Tabla 2. 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 del departamento de Ancash se caracteriza por ser un desierto estrecho con relieve mayormente rugoso. Los valores medios mensuales varían de 3 a 6 nudos.

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 ocurren en los meses de enero a mayo con valores de 3,1 y 3,7 nudos en febrero y marzo. La velocidad media del viento incrementa desde inicios de año hasta finales del mismo, encontrándose mayores valores en setiembre con 6,2 nudos (Tabla 3).

Tabla 3. Velocidad (nudos) y dirección (°) media del viento para Chimbote. Año 2006

2006	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Veloc.	4,0	3,1	3,7	4,8	4,3	5,5	5,1	5,9	6,2	5,9	5,4	5,2
Direcc.	175	177	198	174	170	173	193	180	179	183	173	173

Fuente: HIDRONAV

En Bahía Tortugas, para los días del 24 a 29 de mayo del 2007, la velocidad del viento varió de 0 nudos en la calma total a 17,5 nudos, con un valor medio de 7,7 m/s en el rango de 07:00 a 13:00 horas. La velocidad del viento mostró una tendencia a incrementar conforme suceden las horas de la mañana, con valores medios de 4,9 nudos de 07:00 a 10:00 horas; 10,7 nudos de 11:00 a 12:00 horas y 14,6 nudos para las 13:00 horas.

6. GEOMORFOLOGÍA DE LA COSTA

6.1 Generalidades

El departamento de Ancash esta ubicado en el sector septentrional de los andes occidentales del Perú, tiene como limite oriental el cañón del río Marañón, al océano Pacifico por el lado occidental, por el norte y sur con los departamentos de la Libertad, Huanuco y Lima respectivamente.

La columna geológica de la Región Ancash, se encuentra constituida por unidades litoestratigráficas cuyo rango vertical de acumulación se encuentra comprendido entre el cretáceo inferior y el cuaternario reciente; siendo necesario destacar que las unidades cretácicas que afloran el área de estudio corresponden al grupo Casma, secuencia geológica volcánico-sedimentaria de gran extensión en esta región del país. (Fisiografía del Perú, 2007).

6.2 Fisiográficamente

Consiste en una faja costanera de topografía ondulada, de dos elevadas cadenas montañosas emplazándose entre ellas, una de estas es la Cordillera Negra con altura promedio de 4500 msnm y la otra es la cordillera Blanca con una elevación que sobrepasa los 6000 msnm, cuyas cumbres están pobladas de glaciales casi perennes que muestran un franco proceso de retroceso en todos los lugares, hacia el este se extiende una altiplanicie que lentamente comienza a disectarse por los pequeños valles que bajan al Marañón .

6.3 Hidrográficamente

Sus aguas drenan a las cuencas del Pacífico y Amazónico (Atlántico). La primera por intermedio del río Santa, Chuquicara y de todos que se emplazan perpendicularmente a la joya costanera. La segunda a través del río Marañón con todas sus afluentes como los ríos Sihuas, Pornabamba, Puccha, etc.

6.4 Conformación geológica

El departamento de Ancash tiene una conformación geológica constituida mayormente por sedimentos del Mesozoico bastante plegados encima una cobertura volcánica Cenozoica ondulada a lo largo de la cordillera Negra, intruidos en el lado occidental por el Batolito de la costa y en la parte central por el Batolito de la cordillera Blanca. En la parte noreste del departamento afloran rocas Paleozoicas y Precambrianas, constituidas las primeras por una delgada faja de un granito Nesificado y un pequeño afloramiento de Clásticos Prémianos, las segundas por diferentes afloramientos de Filitas y Esquistos grises. En la costa un delgado manto de material aluvial y eólico cubren extensas áreas y en el callejón de Huaylas un tajo blanquecino y materiales fluvioglaciares cubren otro tanto.

6.5 Geología económica

El departamento de Ancash, se caracteriza por que presenta fajas definidamente mineralizadas, susceptibles a una intensa exploración por depósitos metálicos y no metálicos.

Las fajas o zonas mineralizadas se presentan a lo largo de la Cordillera Negra y en el flanco oriental del batolito de la cordillera Blanca en donde existen desde labores antiguas y prospectos, hasta minas en actual explotación.

La mineralización de la faja de la Cordillera Negra generalmente consiste en plomo, zinc, plata y subsidiariamente cobre y oro y antimonio, en ganga de cuarzo.

Las estructuras mineralizadas son vetas del tipo de relleno de fracturas en rocas encajonantes volcánicas y sedimentarias relacionados casi siempre con pequeños stocks intrusivos de monzonitas, porfidos, etc. probablemente también con chimeneas volcánicas de la formación Calipuy.

El flanco oriental del batolito de la cordillera es otra faja definitivamente mineralizada, relacionada generalmente con este batolito y con intrusiones menores que suelen ser pórfidos granodioríticos, cuaríferos y monzoníticos, etc. exclusivamente la roca encajonante son las lutitas de la formación Chiacama intuidas por estos cuerpos.

Los principales minerales son el plomo, zinc, plata, cobre, presentándose el tungsteno y molibdeno como metales que lo diferencia de la mineralización de la cordillera Negra.

En cuanto a los depósitos no metálicos se han encontrado una gran variedad tales como los mantos de carbón antracítico que contienen la formación de Chimú. En muchos lugares el manto de yeso intercalados con las lutitas y areniscas de la formación de Carhuaz, los afloramientos de caliza para la industria del cemento, las vetas de calcitas, a las canteras de intrusitas, areniscas y volcánicas que pueden ser utilizados

como rocas ornamentales en la industria de la construcción, a la selección de arenas y hormigones.

7. GEOMORFOLOGÍA LITORAL Y MARINA

Los rasgos geomorfológicos que caracterizan el área de estudio, son consecuencia de un activo proceso morfotectónico desarrollado durante el cenozoico, donde los elementos estructurales dominantes que han dado lugar al modelado geomorfológico de la región, fueron resultado de la acción combinada del tectonismo y magmatismo (Walsh Perú, 2006).

Sobre estos rasgos fisiográficos se han generado procesos erosivos y geodinámicos que han dado origen a diversas unidades geomorfológicas marinas y litorales; además de la acción eólica que ha formado el relieve natural dando lugar a su configuración actual.

A continuación, se describen las principales geoformas marinas y litorales que caracterizan la región:

7.1 Fosa Marina Perú-Chile

Esta fosa señala de norte a sur el límite de contacto entre la placa oceánica y la placa continental; estimándose en N80°E la dirección del movimiento relativo de la placa oceánica. Esta fosa esta conformada por sedimentos que han sido depositados sobre rocas magmáticas pre-existentes. En la región en estudio, la traza de la fosa se ubica a unos 200 km de la línea litoral.

7.2 Talud continental

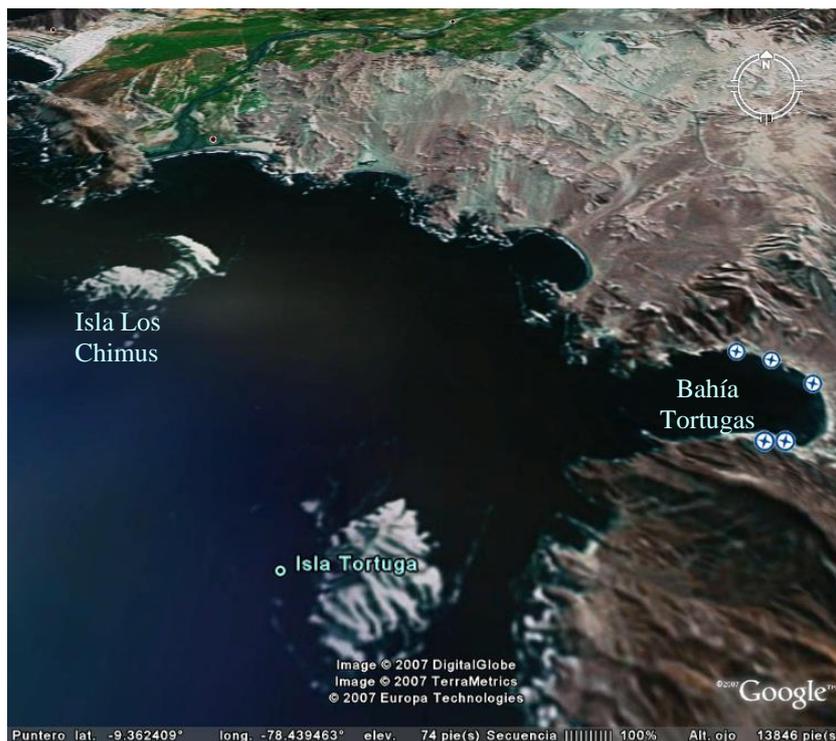
Constituye la zona a partir de la cual la plataforma continental presenta una pendiente brusca a partir de la isobata de 200 m hasta el eje de las fosas abisales.

7.3 Plataforma continental

Es la superficie ligeramente inclinada adyacente a la costa que se extiende aproximadamente hasta la isobata de 200 m, ubicada en promedio a más de 200 km mar adentro frente al litoral estudiado; presenta unos cambios locales de relieve y morfológicamente constituye una prolongación de la costa.

7.4 Islas

El área de estudio se encuentra flanqueada por la Isla Tortuga y se trata de una porción de territorio separada del continente y se caracteriza por una topografía de pequeña colina rocosa bordeada por playas angostas, puntas y acantilados. Esta isla está situada a 2 millas al SE de la Isla Los Chimus y separada 750 m de la costa: Su parte más alta está a 162 msnm y aflora por el NE a unos 300 m un pequeño islote llamado bajo Ahogado (Fig 6).



Fuente: Google earth, año 2006

Figura 6. Geografía de Bahía Tortugas y áreas de influencia

7.5 Borde costero

Comprende el tramo de tierra firme adyacente a la línea litoral, expuesto a la acción de las olas marinas en forma de una faja delgada cuyo ancho comprende la línea de alta y baja marea hasta el borde de los acantilados costeros.

Esta configurado por bahías, ensenadas, puntas y cordones litorales; habiéndose formado playas arenosas cuyo ancho y longitud varían desde pocos metros hasta centenares de metros.

Por socavamiento y erosión marina se han formado acantilados en su mayoría subverticales, cuyo retroceso se debe a la acción erosiva de las olas. En algunos casos presentan cavernas y otras formas típicas de abrasión marina.

La Bahía Tortugas, se caracteriza por presentar bordes rocosos subverticales en sus flancos norte y sur, donde se ubican construcciones para fines de veraneo en la época estival. Al margen este de la bahía, se presenta una playa continua de poca pendiente conformada por arena fina y canto rodado.

8. BATIMETRIA

8.1 Materiales y métodos

Durante el rastreo acústico se obtuvieron 612 Unidades Básicas de Muestreo (UBM) distantes entre sí cada 40m. En cada muestreo se registró la profundidad del lecho marino con una ecosonda comercial FURUNO modelo FCV 667 con transductor externo de 200 Khz de frecuencia y la posición geográfica con un GPS GARMIN. Datos adicionales como hora, el número correlativo del perfil y presencia de recursos fueron registrados (Fig. 7).

8.2 Construcción de batimetrías

La construcción de batimetrías requiere en muchos casos la utilización de interpolaciones, para lo cual existen diversos métodos. El método de *Potencia Inversa a la Distancia* es un interpolador en función de promedios ponderados, donde la influencia de la profundidad en un punto declina en relación con la distancia hasta los nodos más cercanos.

La ponderación se realiza midiendo la distancia a la cual el factor de ponderación disminuye en tanto la distancia a los nodos se incrementa. En factor se incrementa cuando se alcanza el valor del punto más cercano cediendo la influencia del punto de origen. El valor Z_j corresponde al atributo medido, es decir, la profundidad determinada para cada uno de los nodos:

$$Z_j = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Z_i}{h_{ij}^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{h_{ij}^\beta}}$$

$$h_{ij} = \sqrt{d_{ij}^2 + \delta^2}$$

Donde: h_{ij} es la separación efectiva entre el nodo j y el punto vecino i ; d_{ij} es la distancia entre el nodo j y el punto i ; β es la potencia de ponderación; y δ es el factor de alisamiento (valor cero en el caso presente). En este método, la suma de todos los factores de ponderación es igual a la unidad. Si un punto coincide en posición con la de un nodo de la grilla entonces su factor de ponderación es igual a la unidad, y en este caso el valor del nodo es el valor del punto. No se utilizaron factores de alisamiento.

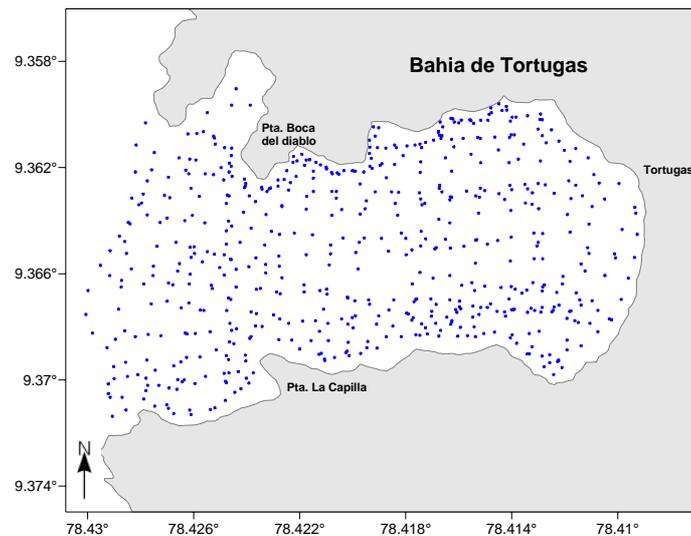


Figura 7. Estaciones geográficas para descripción batimétrica en Bahía Tortugas

8.3 Distribución de los recursos

Para determinar la distribución de los recursos se estableció una categoría visual de valores relativos del 0 al 3 (Tabla 4).

Tabla 4. Escala Relativa usada en la detección de cardúmenes

Categoría	Característica	Descripción
0	Ningún cardúmen	Nulo
1	De 1 a 2 cardúmenes	Muy disperso
2	De 3 a 4 cardúmenes	Disperso
3	Mayor de 5 cardúmenes	Denso

El método de interpolación usado fue el Kriging el cual utiliza un modelo de variograma para la obtención de datos. Kriging calcula los pesos que se darán a cada punto de referencias usado en la valoración.

8.4 Resultados

8.4.1 Batimetría

Con los datos del rastreo acústico se realizó el levantamiento batimétrico para la bahía de Tortugas, se determinaron isobatas desde un metro a 20m de profundidad como máximo. Se observa una suave tendencia en la profundización de las isobatas, dentro de la Bahía predominan fondos de 1 a 10m de profundidad, por afuera de la línea imaginaria entre Pta. *La Capilla* y Pta. *Boca del Diablo*, las isobatas aumentan a partir de 10 hasta 20m de profundidad (Figs. 8 y 9).

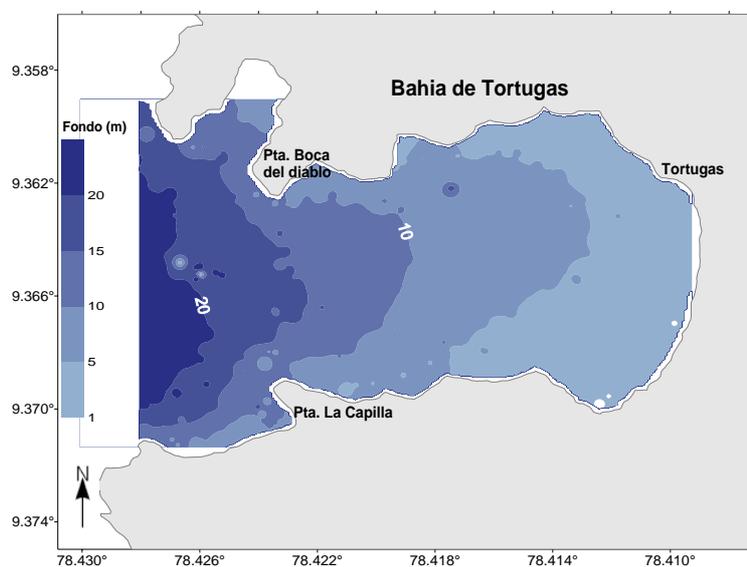


Figura 8. Batimetría de la Bahía Tortugas

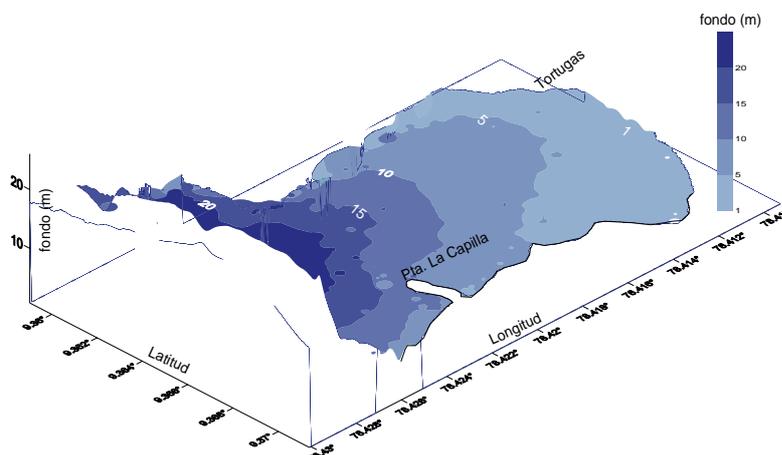


Figura 9. Batimetría tridimensional de la Bahía Tortugas

8.4.2 Recursos pesqueros

Respecto a la distribución de los recursos se observa dos grandes concentraciones, el primero y el más grande frente a Pta. Boca del Diablo con densidades medias y un núcleo denso (amarillo) a la entrada de la bahía; la segunda concentración detectada al oeste de Pta. La Capilla con densidades medias. Ambas concentraciones detectadas corresponden a *Loligo gahi* (calamar común) los cuales fueron corroborados por la intensa actividad extractiva de la flota artesanal del lugar. Al este, dentro de la bahía se presentan pequeñas concentraciones dispersas y un pequeño núcleo denso correspondiente a trazos de pequeños peces (Fig. 10).

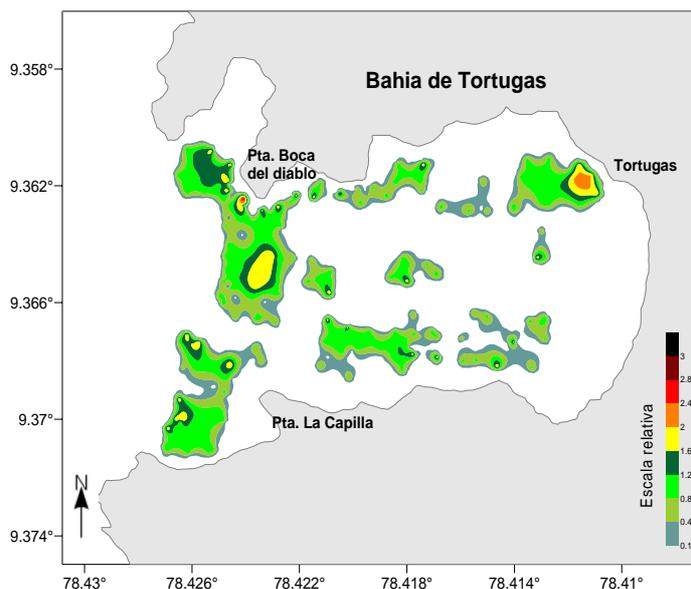


Figura 10. Distribución de los recursos pesqueros

9. SEDIMENTOS SUPERFICIALES Y MATERIA ORGANICA

El estudio del fondo marino es importante en la ecología de las especies bentónicas y gran parte de especies demersales, pues es el factor limitante en la distribución de estos organismos adaptados a determinados tipos de sustrato, con características físicas y químicas que le permiten realizar actividades fundamentales, entre las que destacan la alimentación, refugio, reproducción y otras.

Determinar los diferentes tipos de fondo, sus características físicas y químicas, y conocer en detalle su morfología es, por lo tanto de gran importancia para la ubicación de zonas de pesca potenciales, para actividades como la acuicultura, programas de repoblamiento de especies, etc. (Velazco y Sarmiento, 2007)

9.1 Materiales y métodos

El análisis granulométrico de suelos por tamizado esta basado en las normas ASTM D422 y AASHTO T 88, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este modo operativo esta sujeto a revisión y actualización continúa.

Se colectó y analizó 22 muestras de sedimentos superficiales empleando una draga Van Veen. Las muestras rotuladas a bordo fueron mantenidas en congelación para su posterior análisis.

Las muestras de sedimentos superficiales fueron analizadas en el Laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa, 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 suelos (pérdida por ignición) esta basado en las norma AASHTO T 267, las misma que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este modo operativo esta sujeto a revisión y actualización continúa. Las muestras fueron analizadas siguiendo los procedimientos descritos el Manual de Ensayos de Materiales (EM 2000) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC E 106-118-2000).

9.2 Resultados

9.2.1 Sedimentos

La calidad textural del sedimento en Bahía Tortugas se encontró representado por grava, arena y finos (limo y arcilla) (anexo1).

La composición de **“grava”** tuvo poca representación y varió de 0 a 24,42% con un valor medio de 2,08%, encontrándose en un pequeño núcleo al noreste de la bahía, en el área conocida como San Germán (Anexo 1, Fig. 11).

La tipología **“arena”** fue la más predominante en toda el área evaluada, con valores de 34,44 a 99,52% y un valor medio de 76,96%; siendo representada en menor ocurrencia por arena propiamente dicha y arena gravillosa, mayor predominancia presentó la arena limosa., que se distribuyó en casi toda la superficie del fondo marino de Bahía Tortugas. (Anexo 1, Fig. 11).

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 se encontró muy poco representado, formando pequeños núcleos ubicados al centro y oeste de la bahía. (Anexo 1, Fig. 11).

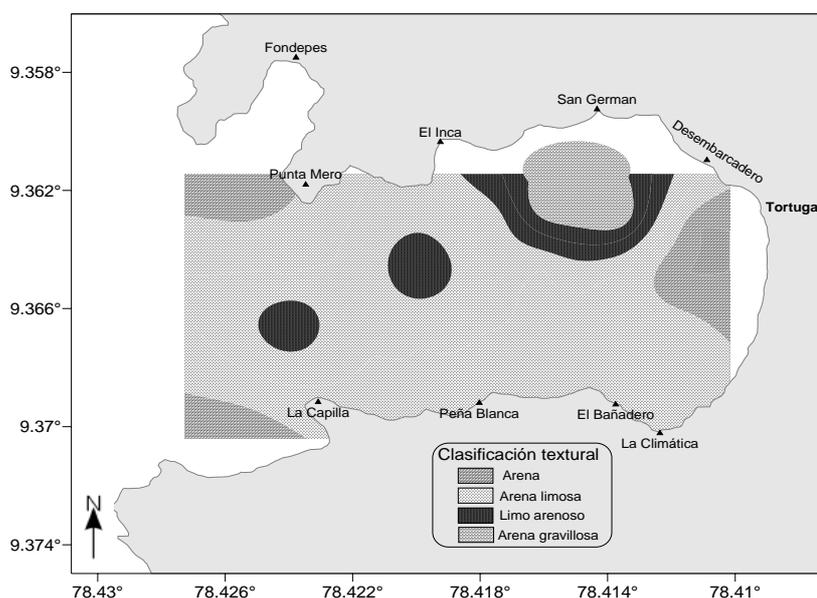


Figura 11. Tipología de sedimentos en Bahía

9.2.2 Materia orgánica

La fracción de materia orgánica en sedimentos superficiales varió de 0,92 a 9,80 %, con un valor medio de 2,86 % (Anexo 1)

Valores mínimos (< 3,00 %) fueron encontrados en el margen sureste de la bahía y teniendo como línea imaginaria el Desembarcadero y Peña Blanca; y en el área comprendida entre Punta Mero y El Inca con dirección hacia el borde costero.

Valores mayores (>3,50 %) se encontraron conformando pequeños núcleos frente a La Capilla, Peña Blanca y San Germán, los mismos que estarían asociados a actividades antropogénicas como la maricultura (La Capilla) y fondeo de embarcaciones (Desembarcadero) (Fig. 12).

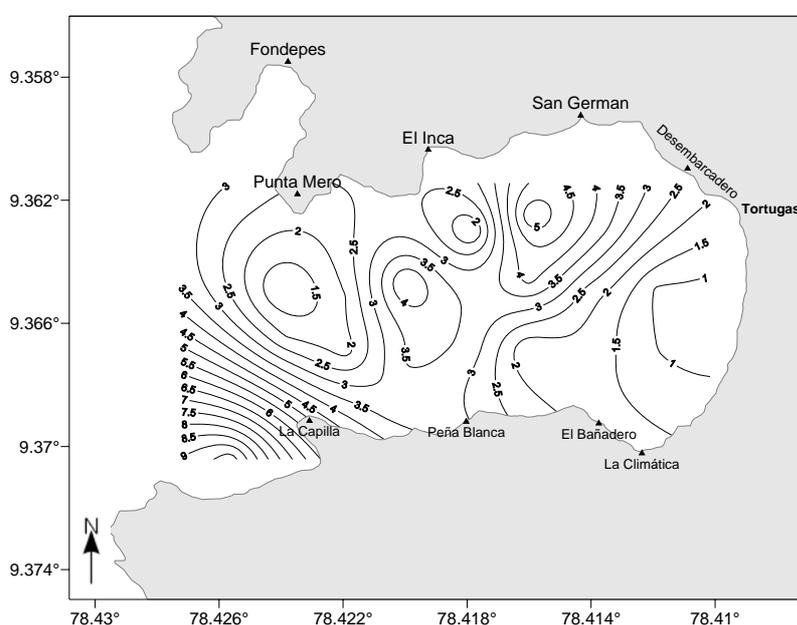


Figura 12. Materia orgánica en sedimentos superficiales en Bahía Tortuga

10. CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS

10.1 Generalidades

Las aguas del Mar Territorial del Perú están consideradas entre las más ricas del mundo por la variedad, calidad y cantidad de recursos hidrobiológicos que contiene. El valioso potencial hidrobiológico debido a la Corriente Peruana y a los afloramientos costeros, se sustenta en una productividad que en promedio alcanza los 330 gC/m³/año, condición que ha permitido catalogar al ecosistema marino peruano como uno de los de mayor productividad en el planeta. (Brack y Mendiola, 2000).

Particularmente, la pesquería marina es una de las más abundantes debido a las características bioecológicas de la corriente peruana y en especial a la presencia de zonas de afloramiento de mayor intensidad en Paita, Pimentel, Puerto Malabrigo,

Chimbote y San Juan. En estos ambientes, la diversidad y abundancia de especies, ha permitido el asentamiento de industrias destinadas a la elaboración de productos hidrobiológicos en condiciones tecnológicas diferentes. (Tresierra y Culquichicon, 1993).

El mayor impacto que genera las actividades pesqueras industriales es el vertido de efluentes líquidos al ecosistema marino, como el agua de bombeo, agua de cola y sanguaza, que se producen como resultado del procesamiento de la harina, aceites y conservas de pescado, estas condiciones perjudican el desarrollo de la vida marina, debido a su alto contenido de carga orgánica.

García, et al. (2006 a y b), evaluaron la contaminación y calidad microbiológica del agua de mar en la Bahía Tortugas, determinándose valores de 0,91 a 4,79 mg/L de oxígeno disuelto, muy por debajo de lo permitido por la Ley General de Aguas; así mismo los indicadores de contaminación microbiana de coliformes totales y termotolerantes presentaron valores permitidos para aguas de zonas de recreativas de contacto primario (baños y similares), aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos y aguas de zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial según la Ley General de Aguas vigentes para el Perú.

La Bahía Tortugas presenta una calidad aceptable de su ecosistema marino donde el equilibrio del medio acuático no ha sido mayormente impactado por las actividades marinas de los pescadores artesanales dedicados en su mayoría a la captura de calamar y en menor medida a la pesca con redes y bolichito.

10.2 Materiales y métodos

Muestreo por mar

En la Bahía de Tortugas se evaluaron 41 estaciones hidrográficas con muestreos a 0 y 5 m de la superficie y a un metro del fondo.

Se registró la temperatura, con un termómetro y la transparencia se midió con un disco Secchi. Para la colecta de muestras de agua de mar a nivel superficial se empleó un balde de plástico de 10 litros y a otros niveles una botella Niskin de 5 litros de capacidad con portatermómetro. Se determinó el oxígeno disuelto y pH in situ y se colectó muestras para salinidad, nutrientes, sólidos suspendidos totales, aceites y grasa, pH, demanda bioquímica de oxígeno, indicadores de contaminación microbiológica. La circulación marina (velocidad y dirección de los flujos), así como la turbidez se registraron mediante un correntómetro tipo doopler.

Se colectó muestras de sedimentos la cual se hizo con una draga Van Veen para determinar metales pesados; así mismo se capturaron especies marinas mediante buceo para análisis de metales pesados. Todas las muestras fueron preservadas a bordo con hielo a excepción de las muestras para determinación de oxígeno, sulfuro de hidrógeno y salinidad.

Metodología analítica.

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

- Método titulométrico de WINKLER modificado por CARRIT y CARPENTER (1966) para la determinación de oxígeno disuelto.
- Método colorimétrico de FONSELIUS para la determinación de sulfuro de hidrógeno. (Grasshoff, 1976).
- 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 inducción usando el Portasal Guildline 8410A, para la determinación de salinidad.
- 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).
- La temperatura superficial se registró con un termómetro superficial y la de fondo con un termómetro de inversión kahlisico.
- La dirección y velocidad de la circulación marina se registró con un correntómetro Aanderaa RCM-9.

10.3. Resultados. (Anexo 2).

10.3.1 Temperatura (°C)

La temperatura en la **superficie** registró 15,9 a 18,2 °C, con un promedio de 16,9 °C (Tabla 5). La distribución presentó un gradiente térmico ascendente hacia el interior de la bahía. Las masas de agua con temperaturas próximas a 16,0 °C en su desplazamiento hacia el borde costero incrementan su temperatura gradualmente. Frente a la zona La Bañadera se localizó un núcleo de 18,1 °C. (Fig. 13a).

A **5 m de profundidad** la temperatura fluctuó entre 15,3 a 16,6 °C con un promedio de 15,9 °C. Por Punta La Capilla hacen su ingreso las masas de agua frías localizándose a la isoterma de 15,5 °C. Frente a la zona El Inca se presentaron valores próximos a 16,5 °C encontrándose un núcleo de 16,5 °C. (Fig. 13b).

En el **fondo** la temperatura varió de 14,8 a 18,1 °C con un promedio de 15,8 °C. En este nivel la distribución térmica presentó un mayor gradiente térmico que la registrada en superficie y a 5 m de profundidad, se observó el ingreso subsuperficial de las aguas frías por la bocana y su proyección por la zona central de la bahía, las cuales incrementan su temperatura hacia el borde costero. (Fig. 13c).

Tabla 5. Parámetros oceanográficos físicos-químicos de la Bahía de Tortuga. Mayo 2007

Nivel	Valor	Temperatura (°C)	Salinidad (ups)	Corrientes marinas vel (cm/s)	Corrientes marinas dir (°)	Turbidez (NTU)	Transparencia (m)	Oxígeno (mL/L)
Superficie	Promedio	16,9	35,098	2,8	143	1,82	3,5	4,92
	Mínimo	15,9	35,067	0,2	1	0,54	0,7	4,17
	Máximo	18,2	35,131	10,0	344	11,24	5,8	5,47
a 5m	Promedio	15,9	35,083	2,6	153	0,86	...	3,89
	Mínimo	15,3	35,066	0,3	17	0,36	...	2,9
	Máximo	16,6	35,097	10,0	327	4,03	...	4,54
Fondo	Promedio	15,8	35,086	2,4	223	1,68	...	2,58
	Mínimo	14,8	35,064	0,2	17	0,49	...	0,46
	Máximo	18,1	35,113	5,3	331	5,75	...	4,98

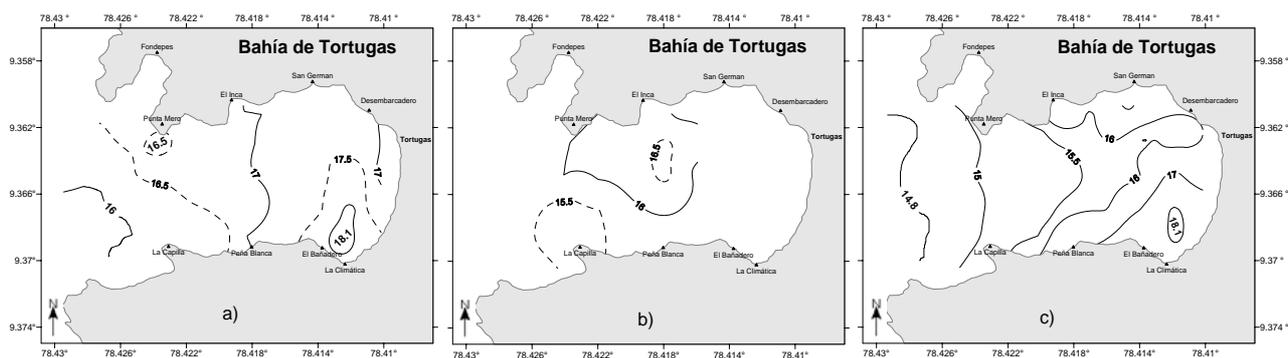


Figura 13. Distribución de temperatura ($^{\circ}\text{C}$): a) superficie, b) a 5 m de profundidad y c) en el fondo

10.3.2 Salinidad (ups)

A nivel **superficial** la salinidad fue de 35,067 y 35,131 ups con un promedio de 35,098 ups (Tabla 5). Al igual que la temperatura la distribución halina se incrementa hacia el borde costero. Se localizaron condiciones de Aguas Costeras Frías (ACF) (Fig. 14a).

A **5 m de profundidad** la salinidad varió de 35,066 a 35,097 ups con un promedio de 35,083 ups, en este nivel la distribución halina fue más homogénea, sin perturbación del agua de mar y presentando un núcleo de 35,060 al centro de la bahía (Fig. 14b).

En el **fondo** la salinidad presentó concentraciones de 35,064 a 35,113 ups con un promedio de 35,086 ups, al extremo sur de la bahía se localizaron los valores próximos a 35,100 ups (Fig. 14c).

La salinidad al igual que la temperatura presentó similar distribución en superficie y a 5 m de profundidad, localizándose las concentraciones halinas más bajas por la bocana y las más altas en el interior de la bahía y próximos a las playas El Bañadero, La Climática y el Desembarcadero.

En general la Bahía de Tortugas presentó concentraciones halinas similares en los tres niveles con predominio de Aguas Costeras Frías.

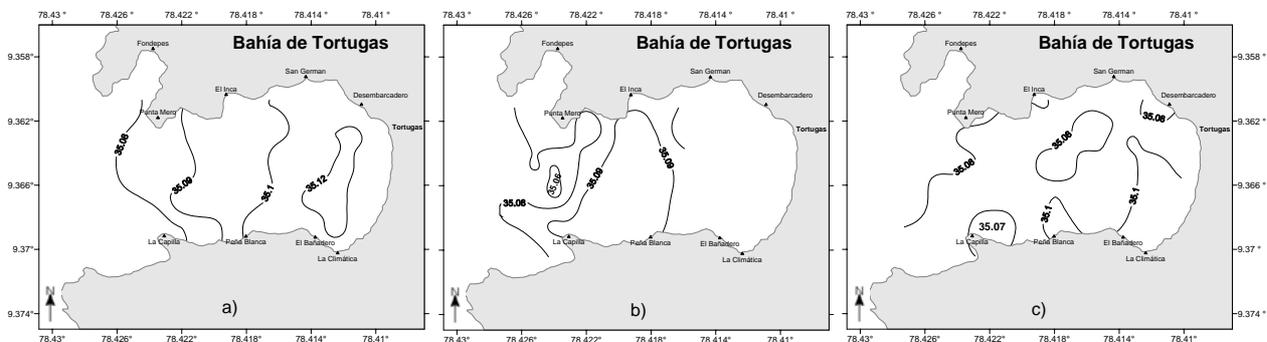


Figura 14. Distribución de salinidad (ups): a) superficie, b) a 5 m de profundidad y c) en el fondo

10.3.3 Corrientes marinas (cm/s)

La velocidad y dirección de la circulación marina en la superficie fluctuó entre 0,2 y 10,0 cm/s con un promedio de 2,8 cm/s (Tabla 5), la circulación presentó flujos predominantes hacía el interior de la bahía (con dirección norte y noreste) de la zona central hacía fuera de la bahía, en cambio en la zona mas interna de la bahía los flujos no presentan una dirección dominante, apreciándose sí un giro horario.

Los flujos con intensidades $< 3,0$ cm/s se localizaron por la bocana, los cuales incrementan sus intensidades con valores $> 7,0$ cm/s hacía la zona central de la bahía, para luego debilitarse con intensidades $< 2,0$ cm/s próxima a la línea de costa dando origen a la formación de un remolino en sentido horario (Fig. 15a).

La circulación marina a 5 m de profundidad varió de 0,3 y 10,0 cm/s con un promedio de 2,6 cm/s. Estos flujos se presentaron opuestos a los de superficie (flujos del suroeste) y en general con menores intensidades.

En este nivel los flujos tienden a dejar la bahía por el extremo sur de la bocana (Punta La Capilla) con intensidades moderadas a débiles, a excepción del extremo norte (cerca a Punta Mero) donde los flujos tienden a ingresar a la bahía, mientras que en el interior de la bahía los flujos predominantes fueron débiles con intensidades < 3 cm/s y con movimiento antihorario (Fig. 15b).

En el fondo la circulación marina fue de 0,2 a 5,3 cm/s con un promedio de 2,4 cm/s. En este nivel se presentaron intensidades débiles con dirección predominante hacia el oeste y suroeste, al igual que en la capa de 5 m los flujos tienden a salir de la bahía, sin presentarse los remolinos que se observaron en las capas superficiales (Fig. 15c).

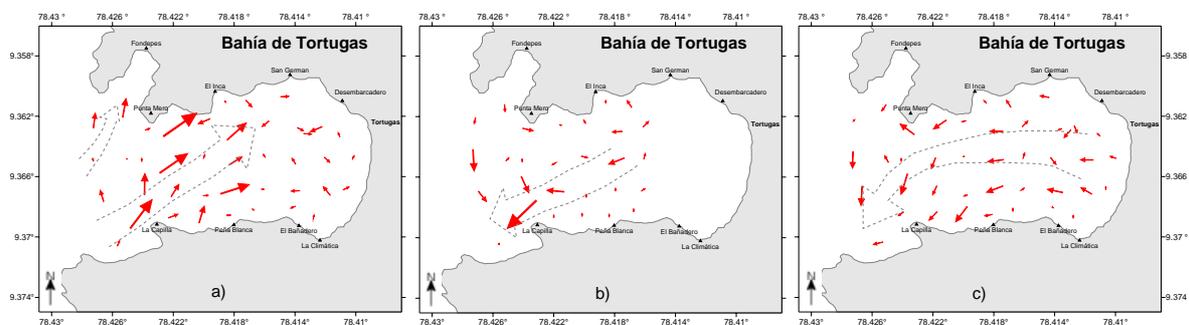


Figura 15. Distribución de la circulación marina (cm/s): a) superficie, b) a 5 m de profundidad y c) en el fondo

10.3.4 Turbidez (NTU)

En la superficie la turbidez registró 0,54 a 11,24 NTU con un promedio de 1,82 NTU (Tabla 5). Las masas de agua en su desplazamiento horizontal hacía el interior de las bahía incrementa la concentración de turbidez, por la bocana se presentaron valores próximos a 1,00 NTU en tanto que en el interior de la bahía frente a la zona comprendida entre La Climática a El Bañadero se encontró el valor más alto localizándose un núcleo de 11,00 NTU (Fig. 16a).

A 5 m de profundidad la concentración fluctuó entre 0,36 a 4,03 NTU con un promedio de 0,86 NTU. De la zona El Bañadero hacía el Desembarcadero se localizaron los valores mayores a 3,00 NTU (Fig. 16b).

En el fondo se presentaron valores de 0,49 a 5,75 NTU con un promedio de 1,68 NTU. Los valores próximos a 1,00 NTU se localizaron por la bocana en tanto los mayores a 3,00 NTU se presentaron en el interior de la bahía (Fig. 16c).

La turbidez presentó una distribución similar en los tres niveles, con los mayores valores en la zona costera desde El Desembarcadero a Peña Blanca, en cambio los menores valores se localizaron en las zonas adyacentes a la Bocana. Los valores altos estarían asociados al aporte de material sólido de la parte continental (terrágeno), en tanto en la zona de la Bocana no hay mucho material en suspensión por tener menos contacto con la zona continental.

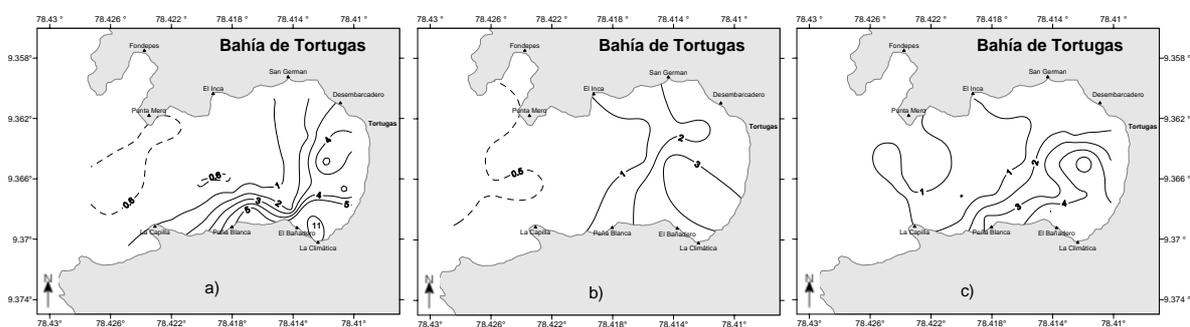


Figura 16. Distribución de turbidez (NTU): a) superficie, b) a 5 m de profundidad y c) en el fondo

10.3.5 Transparencia (m)

En la columna de agua la penetración de la luz medida como transparencia fluctuó entre 0,7 y 5,8 m de transparencia con un promedio de 3,5 m (Tabla 5). Los valores mayores a 5,00 m se presentaron por la bocana, la mayor claridad se localizó al norte de la bahía donde se encontró un núcleo de 5,8 m, cerca al borde costero del margen este de la bahía se presentaron valores próximos a 1,00 m (Fig. 17).

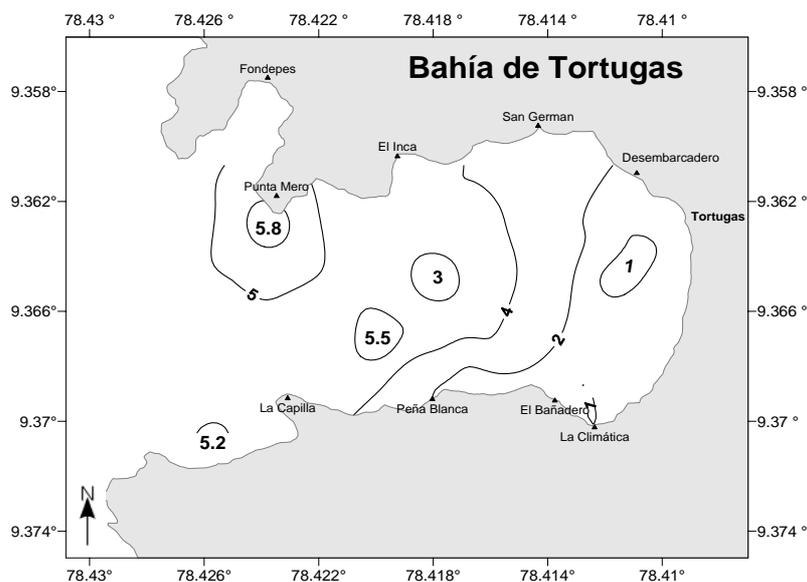


Figura 17. Distribución de transparencia del mar en Bahía Tortuga

10.3.6 Oxígeno disuelto (mL/L)

En la superficie la concentración de oxígeno varió de 4,17 a 5,47 mL/L con un promedio de 4,92 mL/L (Tabla 5); los valores mayores a 5,00 mL/L se localizaron desde la parte central hacia la entrada de la bahía, mientras que dentro de la bahía y cerca del borde costero se presentaron valores próximos a 4,50 mL/L (Fig. 18a).

A profundidad de 5 m de la superficie la concentración fue de 2,90 a 4,54 mL/L con un promedio de 3,89 mL/L, la concentración más alta se localizó en el centro de la bahía y la más baja frente a Punta La Capilla (Fig. 18b).

En el fondo el oxígeno fluctuó de 0,46 a 4,98 mL/L con un promedio de 2,58 mL/L, los valores próximos a la mínima de oxígeno de 0,50 mL/L se localizaron fuera de la bahía en zonas de mayor profundidad en tanto que del centro hacia la zona sur de la bahía se encontraron valores mayores a 4,00 mL/L asociados a menores profundidades (Fig. 18c).

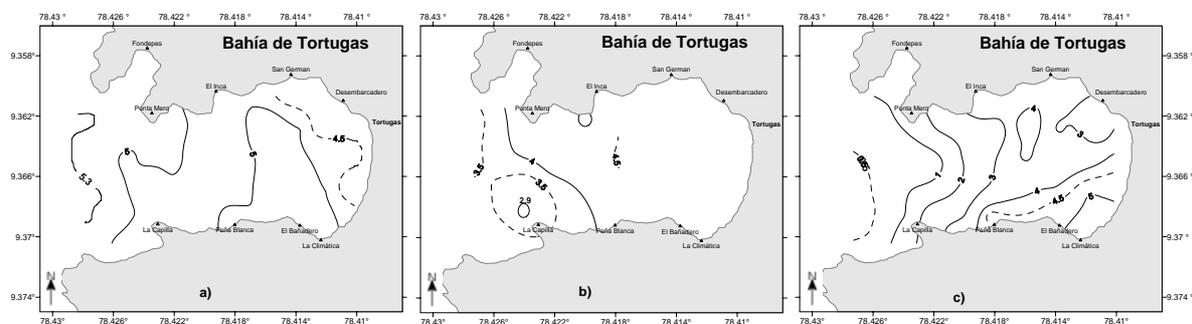


Figura 18. Distribución de oxígeno disuelto (mL/L): a) superficie, b) a 5 m de profundidad y c) en el fondo

10.3.7 Nutrientes

Fosfatos ($\mu\text{g-at/L}$)

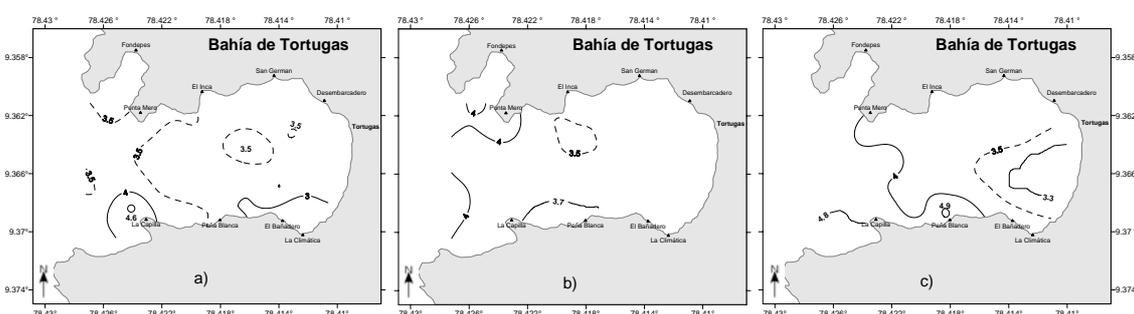
A nivel superficial los fosfatos variaron de 2,59 a 4,60 $\mu\text{g-at/L}$ con un promedio de 3,42 $\mu\text{g-at/L}$ (Tabla 6); localizándose frente a La Capilla un núcleo de 4,60 $\mu\text{g-at/L}$ y por el Bañadero se presentaron valores menores a 3,00 $\mu\text{g-at/L}$. En general en la bahía predominó la isolínea de 3,50 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 19a).

A profundidad de 5 m de la superficie los fosfatos fluctuaron entre 3,47 a 4,35 mL/L con un promedio de 3,75 $\mu\text{g-at/L}$, los valores próximos a 4,00 $\mu\text{g-at/L}$ se localizaron a la entrada de la bahía (Fig. 19b).

En el fondo la concentración fue de 3,22 a 4,94 $\mu\text{g-at/L}$ con un promedio de 3,91 $\mu\text{g-at/L}$, los valores menores a 4,00 $\mu\text{g-at/L}$ se presentaron del centro de la bahía hacia playa Tortugas, en tanto que por el área de La Capilla y Peña Blanca se localizaron valores mayores de 4,80 $\mu\text{g-at/L}$. (Fig. 19c).

Tabla 6. Nutrientes en estudio de línea de base ambiental de la Bahía de Tortugas

Nivel	Valor	Fosfatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Silicatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitratos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitritos ($\mu\text{g-at/L}$)
Superficie	Promedio	3,42	6,82	5,21	2,01
	Mínimo	2,59	3,33	1,48	0,75
	Máximo	4,60	17,66	16,35	5,52
a 5m	Promedio	3,75	10,11	8,33	3,08
	Mínimo	3,47	4,18	2,35	2,30
	Máximo	4,35	20,56	17,61	4,39
Fondo	Promedio	3,91	10,80	7,11	3,37
	Mínimo	3,22	4,44	1,73	1,94
	Máximo	4,94	22,35	17,45	5,54

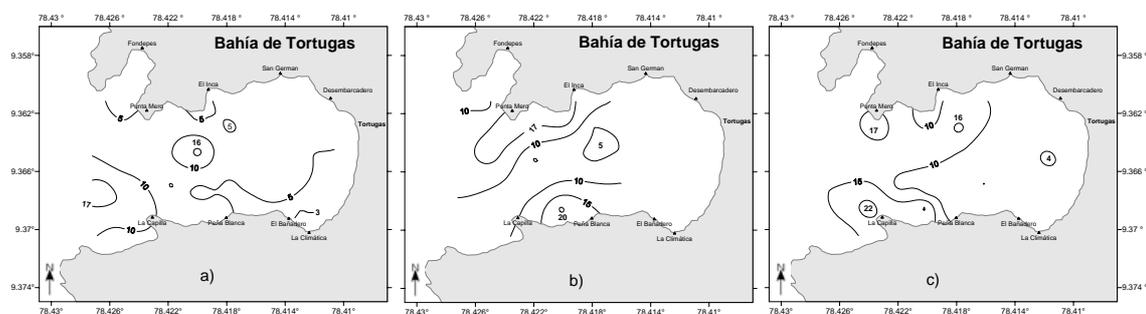
Figura 19. Distribución de fosfatos ($\mu\text{g-at/L}$): a) superficie, b) a 5 m de profundidad y c) en el fondo

Silicatos ($\mu\text{g-at/L}$)

En la superficie la concentración fluctuó entre 3,33 a 17,66 $\mu\text{g-at/L}$ con un promedio de 6,82 $\mu\text{g-at/L}$ (Tabla 6); encontrándose valores menores a 3,00 $\mu\text{g-at/L}$ frente a El Bañadero y por la entrada de la bahía valores próximos a 17,00 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 20a).

A profundidad de 5 m de la superficie los silicatos fueron de 4,18 a 20,56 $\mu\text{g-at/L}$ con un promedio de 10,11 $\mu\text{g-at/L}$, por el centro de la bahía se encontró un núcleo de 5,00 $\mu\text{g-at/L}$ y por inmediaciones de Peña Blanca un núcleo de 20,00 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 20b).

En el fondo los silicatos variaron de 4,44 a 22,35 $\mu\text{g-at/L}$ con un promedio de 10,80 $\mu\text{g-at/L}$, localizándose frente a playa Tortugas un núcleo de 4,00 $\mu\text{g-at/L}$ y frente a La Capilla un núcleo de 22,00 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 20c).

Figura 20. Distribución de silicatos ($\mu\text{g-at/L}$): a) superficie, b) a 5 m de profundidad y c) en el fondo

Nitratos ($\mu\text{g-at/L}$)

En la superficie los nitratos fluctuaron entre 1,48 a 16,35 $\mu\text{g-at/L}$ con un promedio de 5,21 $\mu\text{g-at/L}$ (Tabla 6); valores menores a 2,50 $\mu\text{g-at/L}$ se localizaron de Peña Blanca a el Desembarcadero y por el centro de la bahía se encontró un pequeño núcleo de 16,00 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 21a).

A profundidad de 5 m de la superficie la concentración fue de 2,35 a 17,61 $\mu\text{g-at/L}$ con un promedio de 8,33 $\mu\text{g-at/L}$, en los extremos de la parte central de la bahía se localizaron los valores próximos a 17,00 $\mu\text{g-at/L}$, mientras que del centro hacía playa Tortugas se encontraron los valores menores a 5,00 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 21b).

En el fondo los nitratos variaron de 1,73 a 17,45 $\mu\text{g-at/L}$ con un promedio de 7,11 $\mu\text{g-at/L}$, por inmediaciones de Punta Mero y Peña Blanca se localizaron los valores mayores a 17,00 $\mu\text{g-at/L}$ y los menores a 2,50 $\mu\text{g-at/L}$ por El Bañadero (Fig. 21c).

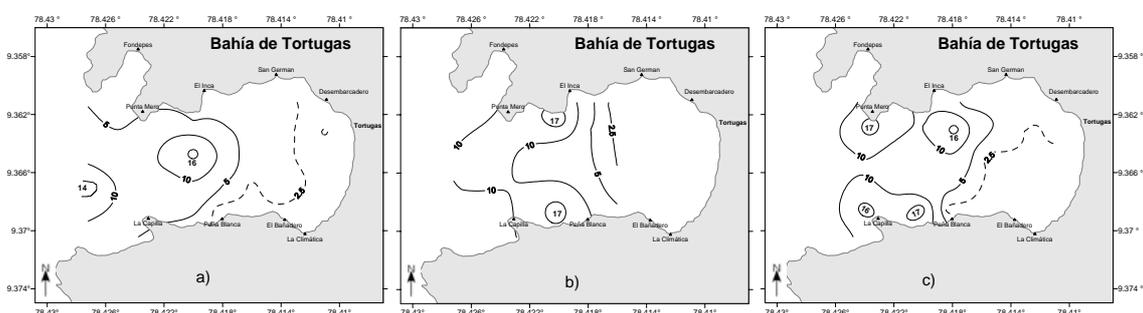


Figura 21. Distribución de nitratos ($\mu\text{g-at/L}$): a) superficie, b) a 5 m de profundidad y c) en el fondo

Nitritos. ($\mu\text{g-at/L}$)

A nivel superficial la concentración varió de 0,75 a 5,52 $\mu\text{g-at/L}$ con un promedio de 2,01 $\mu\text{g-at/L}$ (Tabla 6); entre El Bañadero y La Climática se localizó un núcleo de 0,75 $\mu\text{g-at/L}$ y frente a La Capilla un núcleo de 5,00 $\mu\text{g-at/L}$. En general en la bahía predominó la isolínea de 2,00 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 22a).

A profundidad de 5 m de la superficie los nitritos fluctuaron entre 2,30 a 4,39 $\mu\text{g-at/L}$ con un promedio de 3,08 $\mu\text{g-at/L}$, en el centro de la bahía se encontró un núcleo de 2,50 $\mu\text{g-at/L}$ y frente a Punta Mero un núcleo de 4,00 $\mu\text{g-at/L}$ (Fig. 22b).

En el fondo los nitritos fueron de 1,94 a 5,54 $\mu\text{g-at/L}$ con un promedio de 3,37 $\mu\text{g-at/L}$, disminuyendo su concentración en su desplazamiento hacía el borde costero (Fig. 22c).

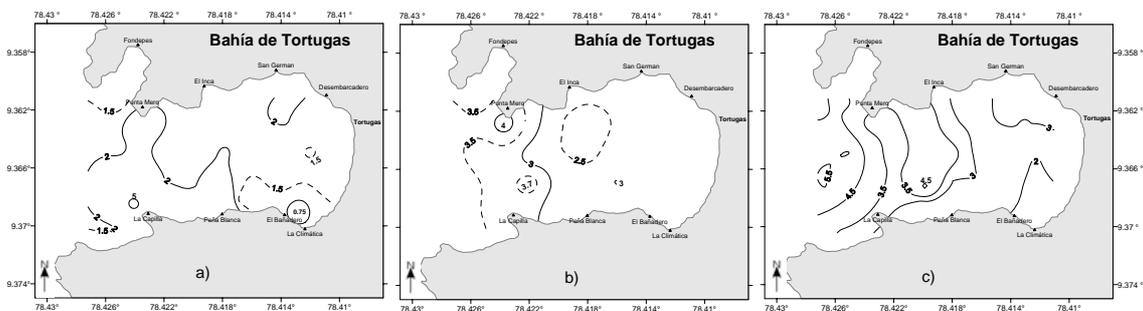


Figura 22. Distribución de nitritos ($\mu\text{g-at/L}$): a) superficie, b) a 5 m de profundidad y c) en el fondo

10.3.8 Sección 1. Ingreso de las masas de agua a la Bahía Tortugas.

La temperatura en la columna de agua (estaciones 2, 3, 4 y 7), presentó una débil estratificación en toda la columna de agua, principalmente sobre los 10 m de profundidad, manteniéndose homogénea por debajo de la misma, con temperatura menores a 15°C (Fig. 23a).

El oxígeno disuelto en la columna de agua presentó valores de 0,46 a 5,37 ml/L, la mínima de oxígeno se encontró en el estrato de 10 a 20 m de profundidad, en tanto los valores mayores de 4,00 mL/L se localizaron en las capas de superficie y a 5 m de profundidad. (Fig. 23b).

La salinidad vertical presentó distribución halina homogénea en toda la columna, variando sus valores entre 35,068 a 35,088 ups (Fig. 23c). En general los valores termohalinos estuvieron asociados a las ACF.

La circulación marina en esta sección, muestra intensidades débiles (promedio de 2,6 cm/s), presentando tendencia dominante hacia el suroeste (SW), principalmente en la zona central, donde se presentan las mayores intensidades (> 5,0 cm/s), mientras que los extremos sur y norte, las intensidades son muy débiles (<1,5 cm/s). (Fig. 23d).

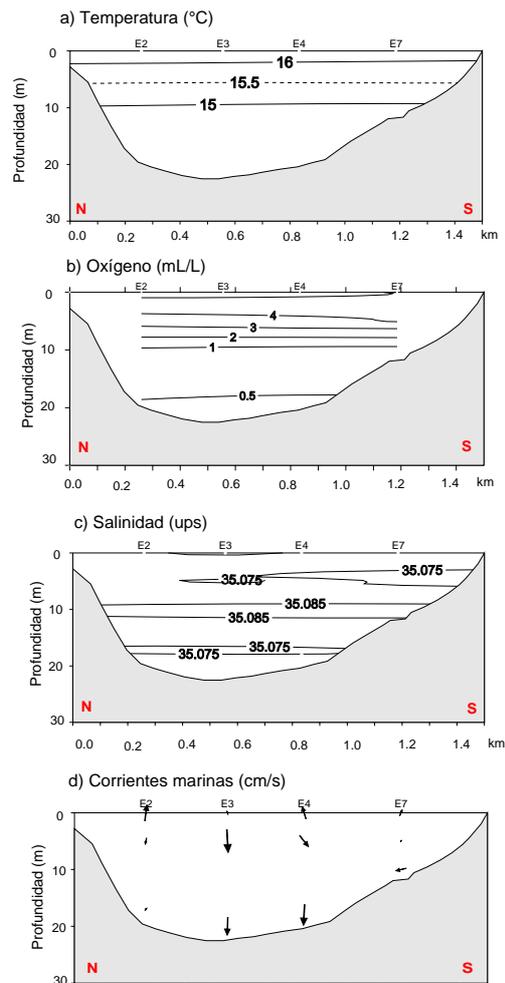


Figura 23. Sección vertical de las variables oceanográficas en Bahía de Tortuga. Mayo 2007

10.3.9 Sección 2. Distribución transversal a la Bahía Tortuga.

La temperatura presentó una distribución ascendente hacia el interior de la bahía, fluctuando sus valores térmicos entre 14,9°C (a 20 m de profundidad) a 17,9°C (en el interior de la bahía) (Fig. 24a).

El oxígeno en esta sección presentó valores de 0,46 a 5,26 mL/L, la concentración incrementa su valor a medida que las masas de agua se desplazan hacia las zonas de menor profundidad (Fig. 24b).

Mientras que la salinidad mostró distribución homogénea, con valor halino promedio de 35,087 ups, características termohalinos propias de las ACF y (Fig. 24c).

La circulación marina se mostró muy variante, presentando flujos con intensidades menores a 5,6 cm/s orientados hacia el sur y sureste (en la zona mas alejada de la costa); mientras que en el interior de la bahía los flujos fueron de menor intensidad (< 3,0 cm/s) y con dirección predominante hacia el oeste. En general se muestra en este perfil el ingresos de los flujos a la bahía por la capa superficial, para realizar un movimiento ciclónico en la zona menos profunda y dejar la bahía por la capa subsuperficial (Fig. 24d).

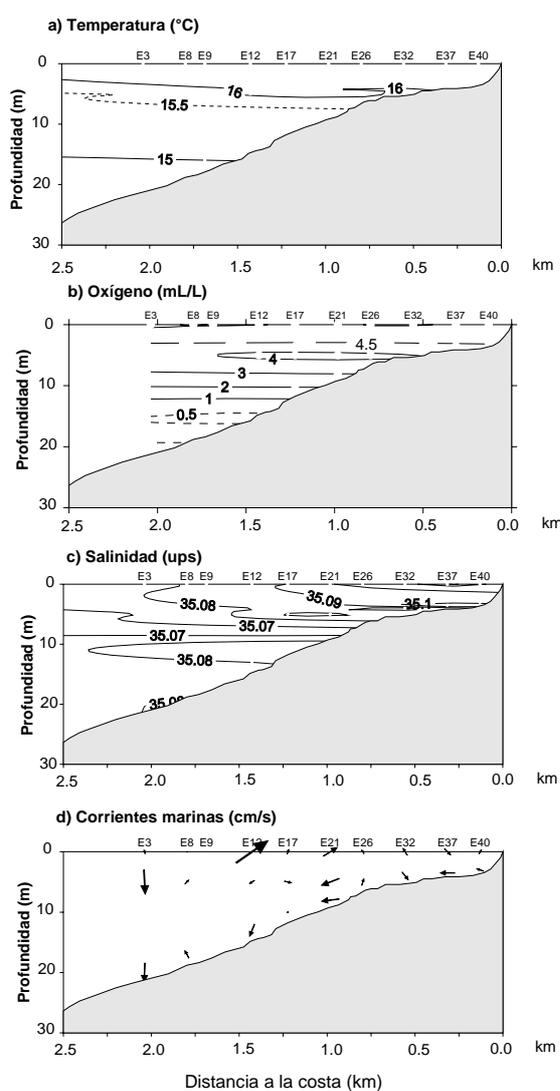


Figura 24. Sección transversal de las variables oceanográficas en Bahía Tortugas

10.3.10 Mareas

Las mareas son una forma de olas marinas de periodo grande, que juegan un papel importante en los procesos costeros y en las playas. Se presentan levantamientos y descensos rítmicos del agua costera, y estos movimientos verticales van acompañados de movimientos horizontales del agua, denominados corrientes de marea.

Las mareas tienen un periodo de 12 horas 25 minutos y una longitud de onda de la mitad de la circunferencia de la tierra. Comúnmente a la cresta se le denomina pleamar o marea alta (MA), y al valle, bajamar o marea baja (MB).

Las mareas son causadas por la atracción gravitacional de la luna y del sol, y principalmente por la primera. La diferencia en la atracción de las partículas de agua de los diferentes puntos de la superficie terrestre es mucho más importante que la atracción total; de aquí que la luna sea la causa principal, a pesar que la atracción gravitacional del sol es 150 veces mayor que la de la luna. La tierra gira sobre su eje una vez por día, y esto da lugar a que gran parte de la tierra este sujeta a dos pleamares y dos bajamares por día. La luna gira alrededor de la tierra, a razón de una orbita por mes, lo que da lugar a que un día lunar tenga una duración de 24 horas 50 minutos, es decir, 50 minutos más que el día solar. (Zuta y Guillen, 1970).

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, 2007) (Tabla 7).

La información de mareas proviene de la Tabla de Mareas 2007, producida por la Dirección de Hidrografía y Navegación del Perú.

Tabla 7. 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'	79° 26,4'	1,31	0,87	-0,30	0,10	0,82	1,07
Salavery	08° 13,5'	78° 58,9'	1,34	0,90	-0,24	0,16	0,76	1,01
Chimbote	09° 04,4'	78° 36,6'	1,37	0,93	-0,12	0,72	0,72	1,17
Huarmey	10° 05,6'	78° 10,3'	1,16	0,73	-0,30	0,09	0,67	0,88
Huacho	11° 07,1'	77° 36,9'	1,06	0,64	-0,33	0,06	0,61	0,79

Fuente: Hidronav, 2007.

* 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.

11. CALIDAD DEL AGUA MARINA, METALES EN SEDIMENTOS Y ORGANISMOS. (Anexo 3).

11.1. Potencial de iones hidronio (pH)

En la superficie la concentración de iones hidronio fluctuó entre 7,71 a 8,02 (Tabla 8), en la parte central de la bahía se encontraron valores próximos a 7,75, en tanto que por el extremo sur de la bahía y frente a la zona La Climática se localizó un núcleo de 8,00 (Fig. 25a).

En el fondo el pH varió de 7,68 a 8,00; en este nivel la distribución presentó similar tendencia que en superficie con valores próximos a 8,00 cerca de Playa Tortugas (Fig. 25b).

Tabla 8. Parámetros físicos y contaminantes químicos de la Bahía Tortugas

Nivel	Valor	pH	Sulfuros ($\mu\text{g-at/L}$)	SST * (mg/L)	Aceites y grasa (mg/L)
Superficie	Promedio	...	...	19,8	0,92
	Mínimo	7,71		5,5	0,50
	Máximo	8,02		41,0	1,40
Fondo	Promedio	...	0,153	15,5	...
	Mínimo	7,68	0,050	6,0	
	Máximo	8,00	0,879	29,5	

* SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

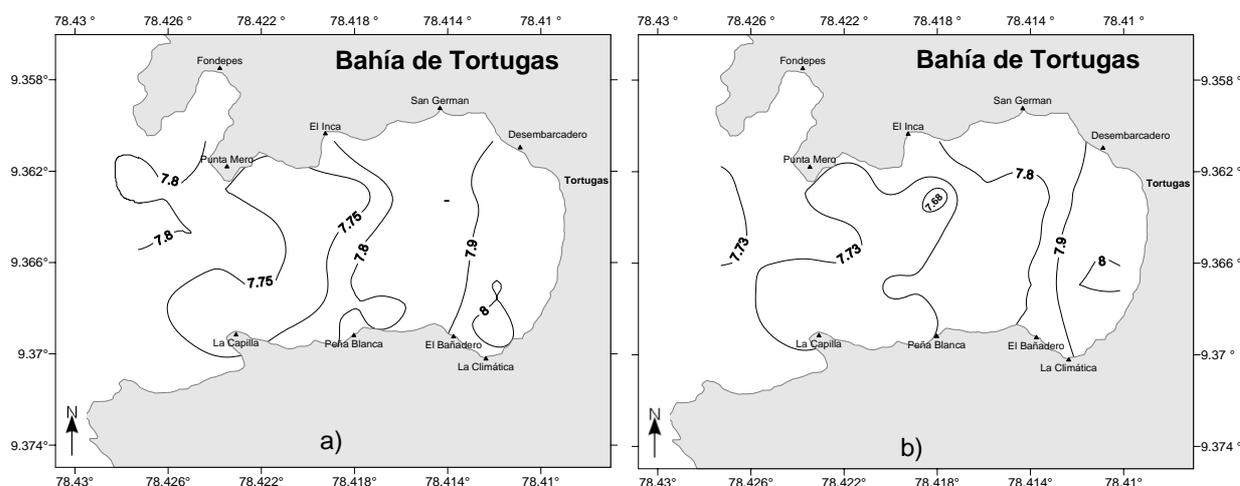


Figura 25. Distribución de potencial de iones hidronio: a) superficie y b) en el fondo

11.2. Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)

La concentración superficial de sólidos suspendidos totales fue de 5,5 a 41,0 mg/L con un promedio de 19,8 mg/L. (Tabla 8), frente a la zona de Peña Blanca y El Bañadero se localizaron los valores próximos a 40,0 mg/L; en tanto que la isolínea de 20,0 mg/L se encontró por el centro de la bahía (Fig. 26a).

A nivel de fondo las concentraciones de sólidos suspendidos totales variaron de 6,0 a 29,5 mg/L con un promedio de 15,5 mg/L, al centro de la bahía se localizó un núcleo de 28,0 mg/L. En tanto que frente a El Bañadero se presentó un núcleo de 25,0 mg/L (Fig. 26b).

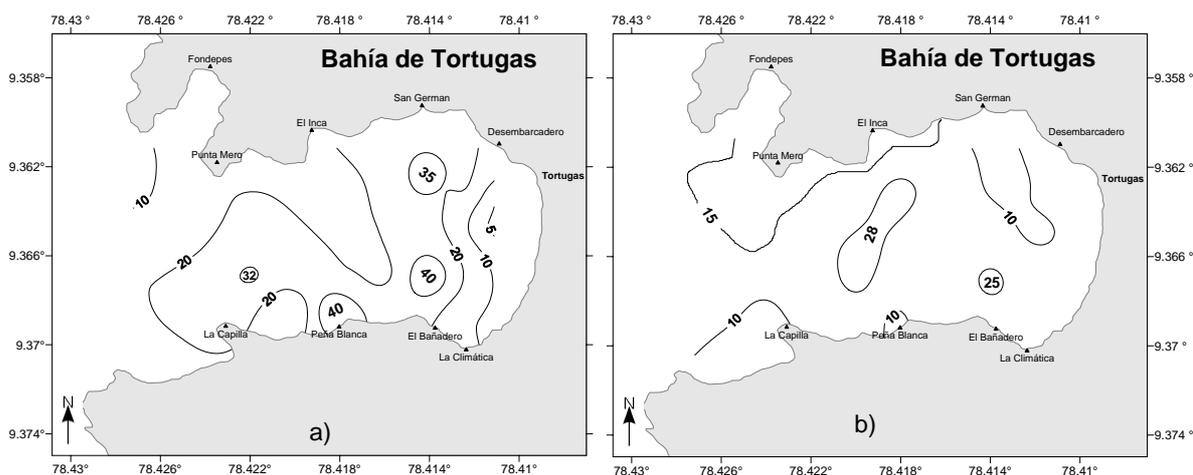


Figura 26. Distribución de sólidos suspendidos totales (mg/L): a) superficie y b) en el fondo

11.3. Sulfuro de hidrógeno ($\mu\text{g-at/L}$)

En el fondo la concentración fluctuó entre 0,050 a 0,879 $\mu\text{g-atH}_2\text{S-S/L}$ con un promedio de 0,153 $\mu\text{g-atH}_2\text{S-S/L}$ (Tabla 8). En la parte norte de la bocana se localizó el valor más alto en tanto que en el interior de la bahía se presentaron valores próximos a 0,100 $\mu\text{g-atH}_2\text{S-S/L}$ (Fig. 27).

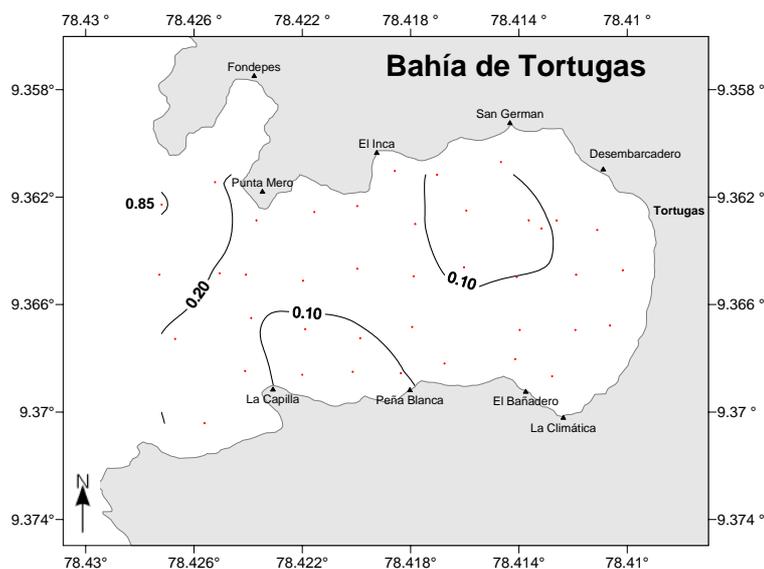


Figura 27. Distribución de sulfuro de hidrógeno en el fondo.
Bahía Tortugas

11.4. Material Orgánico Extractable en Hexano, MOEH-Aceites y Grasas (mg/L)

La concentración superficial de aceites y grasa varió de 0,50 a 1,40 mg/L con un promedio de 0,92 mg/L (Tabla 8), al interior de la bahía se localizó un núcleo de 1,40 mg/L, mientras que en la mayor parte del área evaluada se presentaron valores próximos a 1,00 mg/L. (Fig. 28).

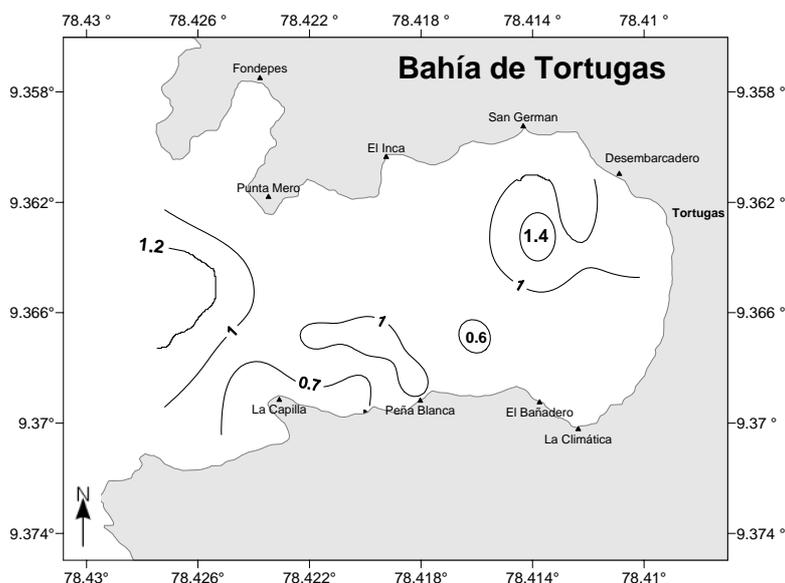


Figura 28. Distribución de aceites y grasa (mg/L) en superficie.

11.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO₅ (mg/L)

Las concentraciones superficiales de DBO₅ variaron de 1,14 a 2,94 mg/L con un promedio de 1,70 mg/L (Tabla 9), al frente de Punta La Capilla se localizó un núcleo de 2,90 mg/L; en la mayor parte del área evaluada predominó la isolínea de 1,50 mg/L. Estos valores encontrados son propios de áreas que no presentan intervención de actividades antropogénicas y además cumplieron con el límite permisible de 10 mg/L establecido en la Ley General de Aguas para las clases IV, V y VI (Fig. 29).

Tabla 9. Resumen de parámetros microbiológicos de la Bahía Tortugas

Nivel	Valor	Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L)	Coliformes totales (NMP/100 mL)	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)
Superficie	Promedio	1,70	...	...
	Mínimo	1,14	< 30,0	< 30,0
	Máximo	2,94	$2,3 \times 10^2$	$9,0 \times 10$

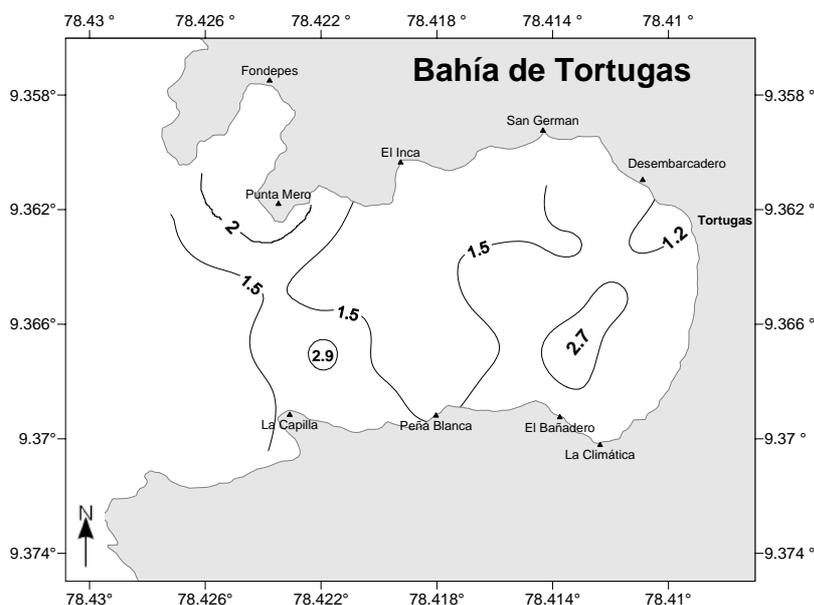


Figura 29. Distribución de la demanda bioquímica de oxígeno (mg/L) en superficie.

11.6. Indicadores de contaminación microbiológica por mar en la Bahía de Tortugas. (Anexo 4).

A nivel superficial los coliformes totales variaron desde $< 30,0$ a $2,3 \times 10^2$ NMP/100mL (Tabla 9). Los valores encontrados en el área evaluada no sobrepasaron los límites permisibles por la Ley General de Aguas para las clases IV, V y VI (Fig. 30a).

La concentración superficial de coliformes termotolerantes fluctuó desde $< 30,0$ a $9,0 \times 10$ NMP/100mL (Tabla 8), estos valores al igual que los coliformes totales cumplieron con los requisitos de calidad acuática (Fig. 30b).

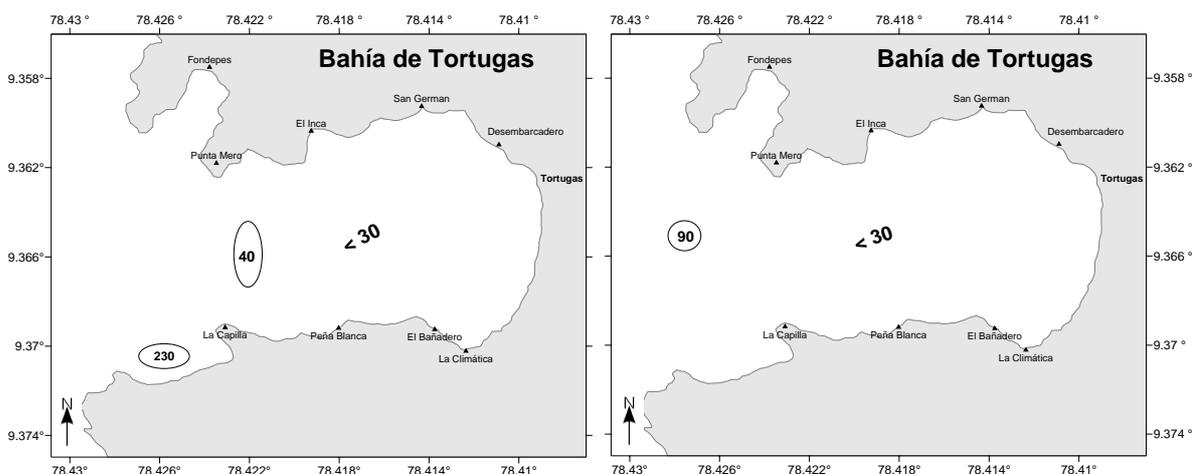


Figura 30. Distribución de: a) coliformes totales (NMP/100mL) y b) coliformes termotolerantes (NMP/100mL) en superficie. Bahía Tortugas

11.7 Metales pesados

Los metales pesados generalmente forman parte de los elementos constituyentes del agua de mar y se originan por los procesos de vulcanización e hidrotermalismo y de la erosión de las rocas, que durante el ciclo biogeoquímico natural se interrelacionan con el ambiente a través de los desechos y material sedimentario proveniente de las actividades industriales (Gutiérrez *et al.*, 1999). Según Garrels *et al.* (1975), en muchos casos esta movilización antropogénica excede a la movilización natural.

La acumulación de metales pesados por organismos marinos es un proceso complejo donde intervienen una serie de mecanismos internos y externos que juegan un papel determinante, tales como: la talla de los organismos (Cossa *et al.*, 1979), la composición bioquímica y factores genéticos (Frazier *et al.*, 1985), los ciclos de desove que afectan la condición y peso (Lobel y Wright, 1982), la biodisponibilidad del metal, la temperatura y la salinidad. Además, es conocido que los moluscos bivalvos, especialmente los mejillones, son utilizados como organismos indicadores o centinelas de la contaminación del ambiente marino.

El presente informe tiene como objetivo mostrar el estado actual de la bahía Tortugas a fin de establecer y reforzar la línea de base ambiental.

11.7.1 Material y Métodos

Muestreo

El muestreo se realizó según las estaciones programadas. La figura 26, presenta las 41 estaciones en las que se colectaron muestras para análisis de trazas de metales pesados en sedimento marino superficial y organismo marino para el estudio de línea de base de la Bahía Tortugas.

Se colectaron muestras para analizar metales en agua (superficie y fondo) y en sedimento superficial. Para el sedimento se usó una draga Van Veen de aproximadamente 0,05 m² (0 a 5 cm de profundidad), se etiquetaron adecuadamente y fueron preservadas en congelación hasta su análisis.

Metodología analítica

Liofilizado

Al sedimento aparte de la liofilización (secado en frío) se le tamizó haciéndolo pasar por malla Nital 100 (149 micras).

Digestión ácida por sistema microondas

El tratamiento químico de **sedimentos** y **organismos** se siguió empleando el Sistema de Digestión por Microondas MSP-1000.

El procedimiento para el tratamiento químico en **sedimentos** marinos es el siguiente:

Se pesa aproximadamente 0,1 g de muestra liofilizada en los tubos ACV (Advanced Composite Vessel). Enseguida se adicionan 10 ml de agua bidestilada, 5 ml de ácido nítrico, 2 ml de ácido fluorhídrico y 1 ml de ácido clorhídrico todos concentrados, luego se cierran los tubos herméticamente, y se programa en el sistema de digestión por microondas.

En el caso de **organismos**, se pesa aproximadamente 0,1 g de muestra liofilizada en los tubos ACV. 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 primer programa de digestión.

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

Con respecto al análisis de metales en **agua de mar** se empleó la metodología de quelación-extracción con APDC y MIBK.

11.7.2 Resultados

Se establecieron 41 estaciones para colección de muestras para análisis de trazas de metales pesados en agua de mar, sedimento marino superficial y organismos marinos para el estudio de línea de base de la bahía Tortugas (Figura 31).

Las tablas 10, 11 y 12, muestran los valores registrados de cobre total en agua de mar, metales en sedimento superficial y organismos colectados en la Bahía Tortugas luego del análisis realizado por Espectrofotometría de Absorción Atómica en sus dos sistemas: flama y horno de grafito en las muestras colectadas. Estos resultados permitirán realizar un estudio ambiental.

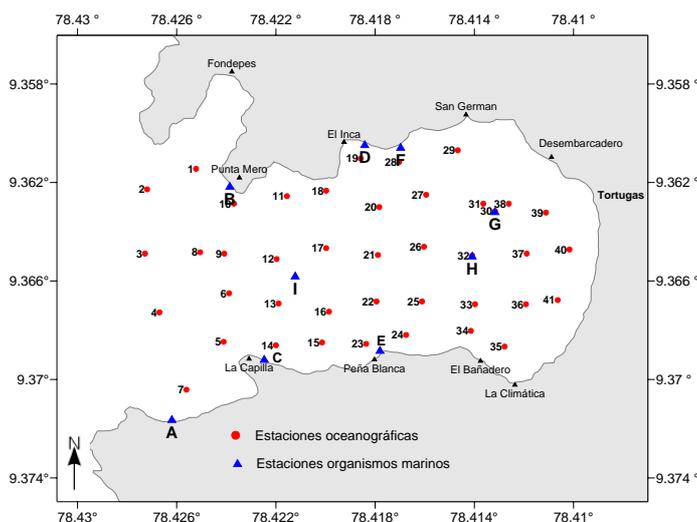


Figura 31. Estaciones de muestreo para estudio de metales pesados en Bahía Tortugas. Año 2007

11.7.3 Trazas de metales en agua

En superficie, las concentraciones de cobre total en agua de mar variaron de 5,29 a 22,64 $\mu\text{g/L}$, registrándose la mayor concentración en la estación 12 (Tabla 10).

Se encontró que el 64% de los valores en superficie superaron lo estipulado en la Ley General de Aguas (L.G.A.) en su clase V de 10 $\mu\text{g/L}$.

A nivel de fondo, el 46% de los valores registrados superaron los 10 $\mu\text{g/L}$ estipulado en la Ley General de Aguas, encontrándose una variación de 3,28 a 18,02 $\mu\text{g/L}$, registrándose la mayor concentración en la estación 26 (Tabla 10)

Tabla 10. Niveles de cobre total en agua de mar de Bahía Tortugas. 2007

ESTACIÓN	LATITUD			LONGITUD			NIVEL (m)	TEMPERATURA. (°C)	SALINIDAD (ups)	COBRE (µg/L)	
	g	mm	ss	g	mm	ss					
1	9°	21'	41,2"	78°	25'	30,8"	0	17,0	35,076	19,73	
							12	14,9	35,069	13,13	
2	9°	21'	44,2"	78°	25'	37,9"	0	16,4	35,076	6,00	
							17	14,8	35,074	9,33	
4	9°	22'	02,2"	78°	25'	36,1"	0	16,0	35,076	7,40	
							18	14,8	35,075	15,32	
5	9°	22'	06,5"	78°	25'	26,8"	0	16,2	35,067	8,88	
							10	14,9	35,088	8,81	
7	9°	22'	13,5"	78°	25'	32,2"	0	16,2	35,081	21,03	
							10	14,9	35,088	11,38	
8	9°	21'	53,4"	78°	25'	30,2"	0	16,5	35,087	11,32	
							17	14,9	35,079	5,80	
10	9°	21'	46,3"	78°	25'	25,3"	0	16,3	35,088	5,34	
							11	15,0	35,082	3,28	
12	9°	21'	54,4"	78°	25'	19,1"	0	16,8	35,078	22,64	
							13	15,2	35,080	9,13	
13	9°	22'	00,9"	78°	25'	18,8"	0	16,4	35,101	6,17	
							13	15,3	35,088	5,22	
15	9°	22'	06,6"	78°	25'	12,5"	0	16,1	35,085	14,47	
							5	15,5	35,082	10,24	
16	9°	22'	02,1"	78°	25'	11,5"	0	16,6	35,099	11,75	
							8	15,2	35,086	8,57	
18	9°	21'	44,4"	78°	25'	11,9"	0	16,8	35,102	16,38	
							8	15,4	35,085	6,86	
20	9°	21'	46,8"	78°	25'	04,2"	0	17,0	35,096	13,17	
							8	15,6	35,088	10,54	
22	9°	22'	00,6"	78°	25'	04,6"	0	16,7	35,091	11,43	
							7	15,8	35,102	6,24	
23	9°	22'	06,8"	78°	25'	06,1"	0	17,0	35,099	17,85	
							2,5	16,9	35,104	11,42	
25	9°	22'	00,6"	78°	24'	58,0"	0	17,2	35,101	12,67	
							5	15,9	35,087	13,41	
26	9°	21'	52,6"	78°	24'	57,7"	0	17,2	35,107	14,79	
							5	15,9	35,086	18,02	
28	9°	21'	40,2"	78°	25'	01,3"	0	17,0	35,100	10,37	
							5	15,9	35,086	8,95	
30	9°	21'	47,4"	78°	24'	47,4"	0	17,5	35,107	5,34	
							4	16,9	35,112	14,41	
31	9°	21'	46,3"	78°	24'	49,1"	0	17,2	35,108	10,93	
							4	15,4	35,086	17,18	
33	9°	22'	01,0"	78°	24'	50,3"	0	17,4	35,131	12,83	
							2,5	17,0	35,093	5,99	
35	9°	22'	07,2"	78°	24'	46,0"	0	18,2	35,123	17,41	
37	9°	21'	53,6"	78°	24'	42,8"	0	18,0	35,126	12,01	
							3	17,2	35,113	6,84	
38	9°	21'	46,3"	78°	24'	45,4"	0	17,1	35,120	14,34	
							4	15,6	35,081	11,02	
39	9°	21'	47,6"	78°	24'	40,0"	0	17,2	35,122	5,29	
							3	16,0	35,085	6,98	
							Promedio	16,9	35,098	12,38	
							Superficie	Mínimo	16,0	35,067	5,29
								Máximo	18,2	35,131	22,64
							Promedio	15,6	35,087	9,92	
							Fondo	Mínimo	14,8	35,069	3,28
								Máximo	17,2	35,113	18,02

11.7.4 Trazas de metales en sedimentos superficiales

Cadmio

Los valores de cadmio variaron de 0,25 a 7,60 µg/g. El valor más elevado se registró en la E-4 un valor puntual alto en la entrada a la bahía Tortugas (Tabla 11, Fig. 32).

En general, las demás estaciones especialmente las que se encuentran ubicadas dentro de la bahía presentan valores menores a lo estipulado en la tabla de protección costera de los USA en su nivel de Probable Nivel de Efecto (4,21 µg/g).

La distribución espacial de cadmio en sedimentos superficiales y las mayores concentraciones de cadmio total se registraron en la entrada de la bahía. El cadmio se caracteriza por adsorberse en el sedimento cuya textura sea fangosa y fango arenosa en general con un contenido alto de materia orgánica; esto significa que el sedimento en la mayoría de estaciones no presenta esta textura (Fig. 33a).

Tabla 11. Niveles de metales pesados en sedimentos superficiales en Bahía Tortugas. 2007

ESTACIÓN	LATITUD			LONGITUD			PROF. (m)	Cd ($\mu\text{g/g}$)*	Pb ($\mu\text{g/g}$)*	Mn ($\mu\text{g/g}$)*	Cu ($\mu\text{g/g}$)*	Zn ($\mu\text{g/g}$)*	Fe (%)*
	g	mm	ss	g	mm	ss							
1	9°	21'	41,2"	78°	25'	30,8"	13,0	0,68	1,30	106,28	11,27	4,43	0,99
4	9°	22'	2,2"	78°	25'	36,1"	19,0	7,60	3,17	91,41	10,31	8,35	0,98
7	9°	22'	13,5"	78°	25'	32,2"	11,0	0,27	1,88	104,49	12,15	10,30	1,22
8	9°	21'	53,4"	78°	25'	30,2"	18,0	4,07	1,65	104,11	10,45	11,31	0,89
12	9°	21'	54,4"	78°	25'	19,1"	14,0	2,44	1,06	112,37	10,16	10,70	0,92
13	9°	22'	0,9"	78°	25'	18,8"	14,0	3,36	1,36	125,35	9,87	8,44	0,96
15	9°	22'	6,6"	78°	25'	12,5"	6,0	0,65	1,06	100,53	9,66	6,98	0,81
16	9°	22'	2,1"	78°	25'	11,5"	9,0	3,05	2,03	125,29	10,99	10,20	0,92
18	9°	21'	44,4"	78°	25'	11,9"	9,0	2,40	1,73	110,12	14,25	9,57	0,98
20	9°	21'	46,8"	78°	25'	4,2"	6,0	1,69	1,69	1,49	90,48	13,26	-
22	9°	22'	0,6"	78°	25'	4,6"	8,0	0,99	1,35	98,51	11,83	7,06	0,92
23	9°	22'	6,8"	78°	25'	6,1"	3,5	0,62	1,50	85,24	14,42	6,77	0,83
25	9°	22'	0,6"	78°	24'	58"	6,0	0,87	3,99	106,19	11,06	9,19	1,06
26	9°	21'	52,6"	78°	24'	57,7"	6,0	0,61	1,87	82,63	9,27	6,48	0,86
28	9°	21'	40,2"	78°	25'	1,3"	6,0	0,85	2,38	102,23	11,91	10,10	1,09
30	9°	21'	47,4"	78°	24'	47,4"	5,0	0,36	0,76	88,54	11,61	7,91	0,93
31	9°	21'	46,3"	78°	24'	49,1"	5,0	0,50	1,28	106,37	12,22	6,07	0,98
33	9°	22'	1"	78°	24'	50,3"	3,5	0,52	1,24	105,72	11,32	8,18	0,93
37	9°	21'	53,6"	78°	24'	42,8"	4,0	0,26	0,72	106,84	10,53	9,59	0,99
39	9°	21'	47,6"	78°	24'	40"	4,0	0,25	1,50	100,26	14,41	11,20	0,98
Promedio							8,5	1,60	1,68	98,20	15,41	8,80	0,96
Mínimo							3,5	0,25	0,72	1,49	9,27	4,43	0,81
Máximo							19,0	7,60	3,99	125,35	90,48	13,26	1,22

* Referido a muestra seca

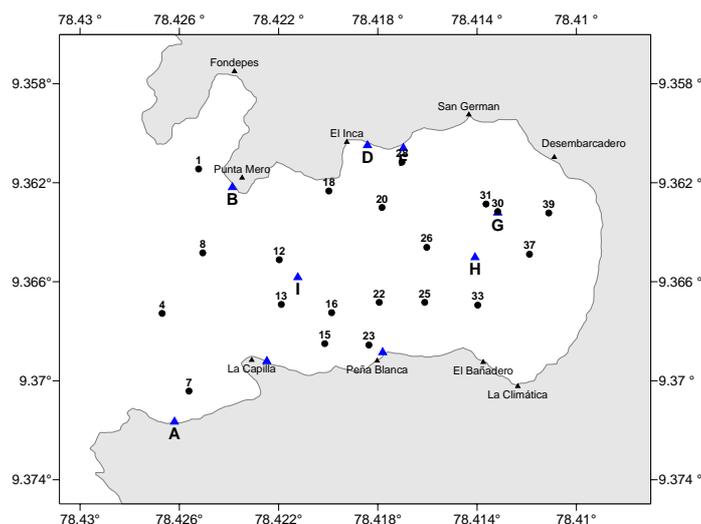


Figura 32. Estaciones metales en sedimentos superficiales en Bahía Tortugas. 2007

Plomo

Los valores de plomo variaron de 0,72 a 3,99 $\mu\text{g/g}$ con un valor medio de 1,68 $\mu\text{g/g}$. El valor más elevado se registró en la E-25 el cual no superó lo estipulado en la tabla de protección costera de los USA (Long et al, 1995) en su valor umbral de 30,24 $\mu\text{g/g}$. La distribución de plomo en sedimento mostró una tendencia homogénea en toda la bahía Tortugas, siendo su concentración no significativa (Tabla 11, Fig. 33b).

En sedimentos, el plomo se ve afectado por procesos que frecuentemente conducen a la formación de complejos órganometálicos relativamente estables. La

mayor parte del plomo se mantiene retenido fuertemente y muy poco se transporta hacia aguas superficiales o subterráneas. Sin embargo, el reingreso a aguas superficiales como resultado de erosión de las partículas de sedimento que contienen plomo, o mediante la conversión a un sulfato relativamente soluble en la superficie del sedimento, puede ocurrir (USPHS 1997, Sadiq 1992, Alloway 1990).

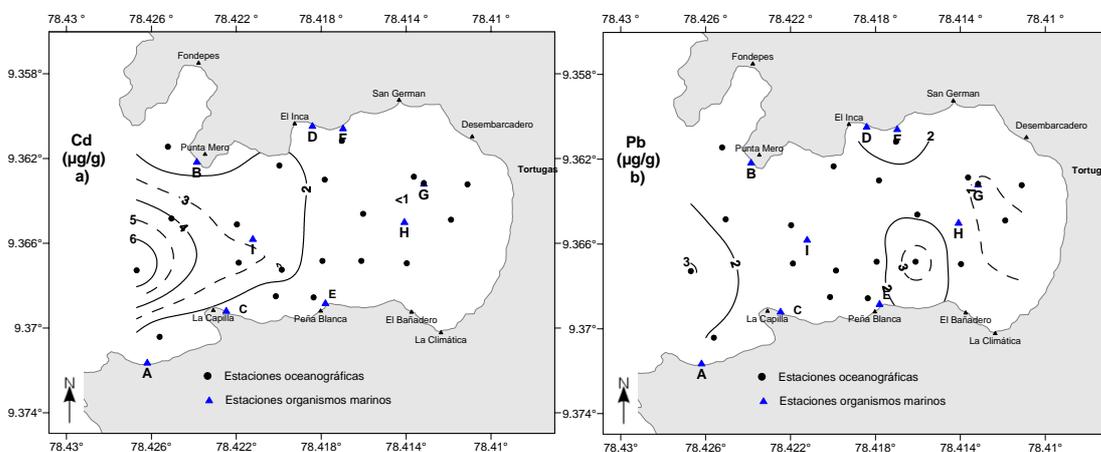


Figura 33. Distribución de cadmio (a) y plomo (b) en sedimentos superficiales de Bahía Tortugas. Mayo 2007

Manganeso

Los valores de manganeso variaron de 1,49 a 125,35 $\mu\text{g/g}$ con un valor medio de 98,20 $\mu\text{g/g}$. El valor más elevado se registró en la E-13, presentando una distribución uniforme en toda la bahía (Tabla 11, Fig. 34a).

El Manganeso es un compuesto muy común que puede ser encontrado en todas partes en la tierra. El manganeso es uno de los tres elementos trazas tóxicos esenciales, lo cual significa que no es sólo necesario para la supervivencia de los humanos, pero que es también tóxico cuando está presente en elevadas concentraciones en los humanos.

Cobre

Los valores de cobre variaron de 9,27 a 90,48 $\mu\text{g/g}$ con un valor medio de 15,41 $\mu\text{g/g}$. El valor más elevado se registró E-20 (Tabla 10, Fig. 29b). En general el 100% de los valores registrados no superaron el Probable Nivel de Efecto estipulado en la tabla de protección costera de los USA (123,00 $\mu\text{g/g}$).

Se registraron núcleos de concentración de cobre total asociado al cinc y hierro frente a playa El Inca (Fig. 34b).

El Cobre puede ser liberado en el medioambiente tanto por actividades humanas como por procesos naturales. Ejemplo de fuentes naturales son las tormentas de polvo, descomposición de la vegetación, incendios forestales y aerosoles marinos. Otros ejemplos son la minería, la producción de metal, la producción de madera y la producción de fertilizantes fosfatados.

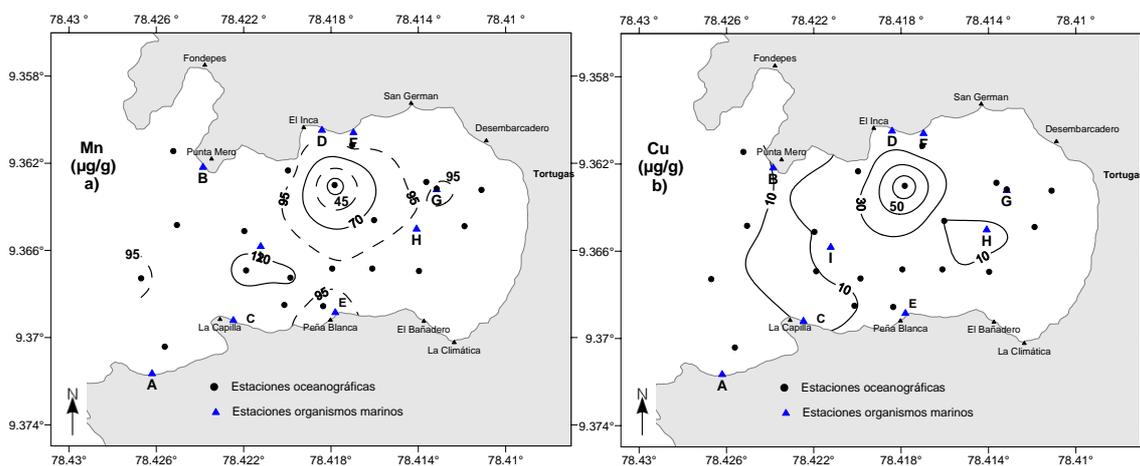


Figura 34. Distribución de manganeso (a) y cobre (b) en sedimentos superficiales de Bahía Tortugas. Mayo 2007

Cinc

El rango de cinc varió de 4,43 a 13,26 $\mu\text{g/g}$ con una media de 8,80 $\mu\text{g/g}$. La mayor concentración de cinc total se detectó en la estación 20 a una profundidad de 6,0 m asociada a la más alta concentración de cobre y hierro (Tabla 11).

El rango de valores de cinc no superó el Nivel Umbral (124 $\mu\text{g/g}$) estipulado en la tabla de protección costera de los USA (Long et al, 1995).

La distribución de cinc total mostró una tendencia homogénea en toda la bahía, en forma similar a la de cobre total (Fig. 35a).

Hierro

Los valores de hierro total variaron de 0,81 a 1,22 % con un valor medio representativo del área evaluada de 0,96 % (Tabla 11).

Se encontró una distribución horizontal de hierro total en los sedimentos superficiales y la presencia de dos núcleos de 0,9% en la entrada y centro de la bahía (Fig. 35b).

El hierro (III)-O-arsenito, pentahidratado puede ser peligroso para el medio ambiente. La literatura recomienda que no se permita el ingreso de éste producto al medio ambiente porque es persistente.

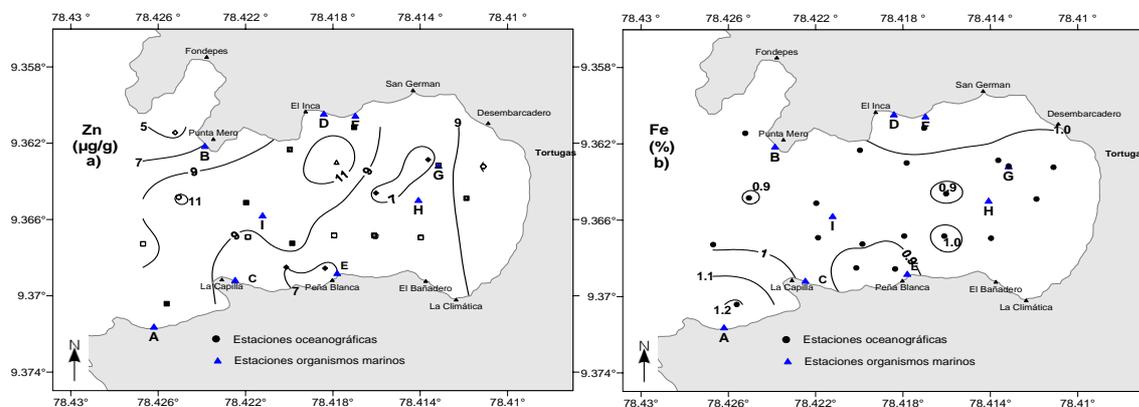


Figura 35. Distribución de cinc (a) y Hierro (b) en sedimentos superficiales de Bahía Tortugas Mayo 2007

11.7.5 Trazas de metales en organismos marinos

Se presentan los niveles de concentración de metales trazas en diferentes partes de los organismos marinos colectados en la evaluación realizada en la bahía Tortugas (Tabla 12).

Tabla 12. Niveles de metales pesados en organismos de Bahía Tortugas. Mayo

Estación	Especie	Nº Ejemplares	Longitud Rango (mm)	Organo Analizado	Cd ($\mu\text{g/g}$)*	Pb ($\mu\text{g/g}$)*	Cu ($\mu\text{g/g}$)*
A	Cangrejo peludo (Hembra)	3	72,5-86,0	Quelras	0.40	0.02	73.17
A	Brachidonte	20	32,5-41,2	Cuerpo total	2.17	<0.02	14.15
B	Brachidonte	20	33,8-40,8	Cuerpo total	4.31	<0.02	2.12
B	Pintadilla	3	23,5-24,6 cm.	Musculo dorsal	0.04	0.04	0.61
B	Pintadilla	3	21,0-23,0 cm.	Musculo dorsal	0.08	0.10	1.59
C	Chorito	20	36,2-48,4	Cuerpo total	4.03	0.30	2.41
C	Ancoco	5	77,0-80,0	Cuerpo eviscerado	0.06	<0.02	4.58
C	Ancoco	5	49,0-65,0	Cuerpo eviscerado	0.06	0.09	0.73
D	Caracol negro	3	78,6-82,4	Cuerpo eviscerado	0.44	<0.02	265.57
D	Caracol negro	3	67,0-69,0	Cuerpo eviscerado	0.39	<0.02	26.98
E	Chorito	20	35,5-43,8	Cuerpo total	3.97	0.24	4.45
E	Cangrejo peludo (Hembra)	4	66,0-78,0	Quelras	0.31	0.38	46.26
F	Concha de abanico	10	59,5-67,8	Talo	0.46	0.06	0.55
F	Concha de abanico	10	59,5-67,9	Manto	1.90	0.04	1.09
F	Concha de abanico	10	59,5-67,10	Gónada	1.33	0.10	4.56
G	Raya	1	46,0 cm.	Musculo dorsal	0.03	0.04	0.88
I	Calamar	4	14,2-16.5 cm.	Manto	0.11	<0.02	4.85
I	Calamar	4	14,2-16.5 cm.	Tentaculos	0.33	0.40	11.46
I	Calamar	2	12,8-13.0 cm.	Manto	0.09	0.06	3.81
I	Calamar	2	12,8-13.1 cm.	Tentaculos	0.18	<0.02	7.45

* Referido a muestra seca.

Cadmio

Se registraron niveles ligeramente altos de cadmio en cuerpo total (análisis donde se a incluido las vísceras) de moluscos como chorito y Brachidonte (fig. 32) que superaron lo estipulado por la Comisión Europea (2002) cuyo valor estricto es de (1,0 $\mu\text{g/g}$ peso fresco=3,5 $\mu\text{g/g}$ peso seco) (Tabla 12).

Organismos como peces y cefalópodos presentaron bajos niveles de cadmio, los que se encuentran dentro de la normatividad internacional (Figs. 36a y 36b).

En general, la bioacumulación de cadmio total se da en los moluscos de baja locomoción y filtradores cuando en el análisis se incluye las vísceras.

Plomo

La bioacumulación de plomo total en los diversos organismos colectados como peces, crustáceos, moluscos y cefalópodos es poco significativa, considerándose el área evaluada limpia (Tabla 12, Figs. 36, 37a y 37b).

Cobre

La presencia de cobre total en las especies como cangrejo peludo y caracol negro extraídas de las estaciones A, E y D (figs. 26 y 27) indican valores ligeramente elevados y significativos. Estos valores superaron los 10 µg/g estipulado por la FAO (1983) en forma estricta (Tabla 12).

Los peces, moluscos bivalvos y cefalópodos reportaron valores normales con respecto a la normatividad internacional.

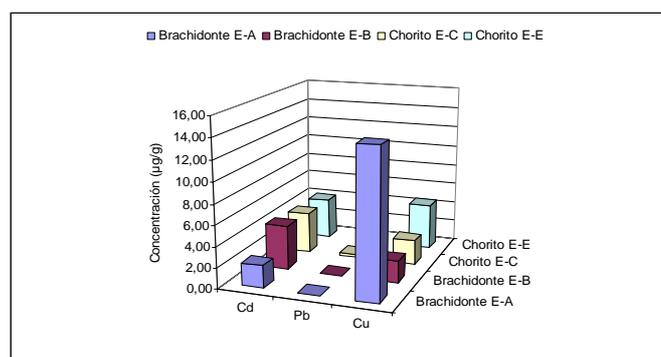


Figura 36. Concentración de metales pesados en organismos Colectados en Bahía Tortugas. Mayo 2007

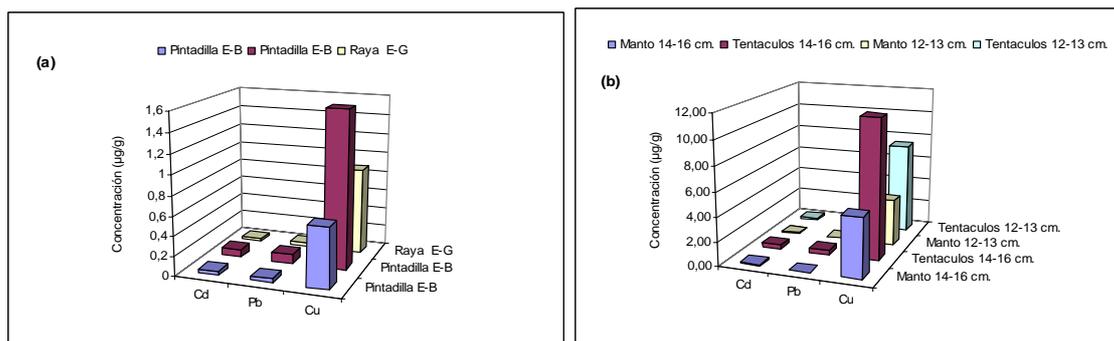


Figura 37. Concentración de metales pesados en músculo de peces (a) y calamar (b) colectados en Bahía Tortugas. Mayo 2007

12. PLANCTON MARINO

12.1. Metodología de análisis

Se obtuvieron muestras de plancton en superficie en 21 estaciones, 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).

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) Y STEIDINGER & TANGEN (1996).

Para la estimación de la abundancia larval de moluscos, se colectaron 21 muestras de agua mediante arrastres verticales con una red de 100 μ de abertura de malla, cubriendo 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 formula:

$$V_f = Ah$$

Donde V_f = volumen de agua filtrada

A = área de la boca de la red

h = profundidad en la estación de muestreo

12.2 Resultados

12.2.1 Concentración y composición del fitoplancton

Los volúmenes de plancton variaron de 0,2 a 3,4 mL/m³ y un valor medio de 1,5 mL/m³ (Anexo 5).

La concentración de plancton presentó una tendencia a disminuir en la medida que se ingresa a la bahía, hacía el este, encontrándose menores registros en la primera mitad de la bahía con dirección al este con valores inferiores a 1,4 mL/m³. Valores mayores a 1,4 mL/m³, se encontraron en la segunda mitad oeste asociada a un mayor recambio de agua y mayores profundidades (Fig. 38).

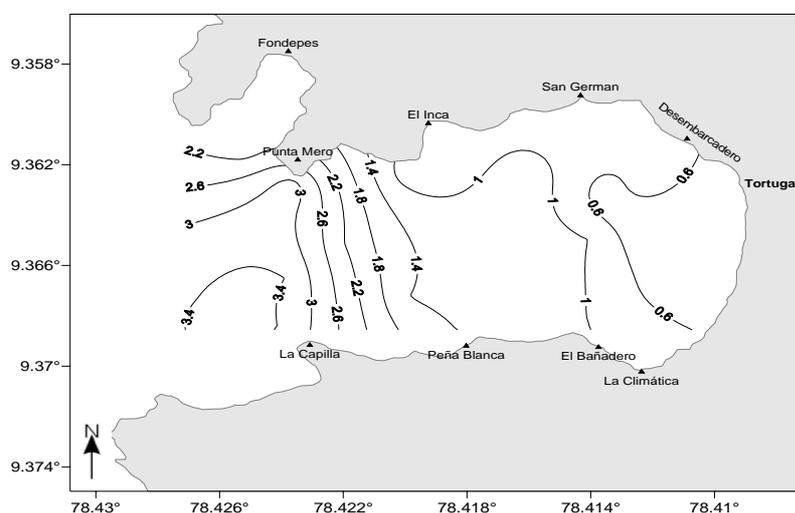


Figura 38. Concentración de plancton marino en Bahía Tortuga

Evaluaciones poblacionales realizadas en Bahía Tortugas, reportan volúmenes medios de plancton de 0,45 mL/m³ (diciembre 2005), 0,73 mL/m³ (marzo 2006), 0,90 mL/m³ (setiembre 2006) y 0,55 mL/m³ (marzo 2007), inferiores a los encontrados en el presente estudio.

La biomasa planctónica en la costa peruana normalmente es alta, presentando volúmenes promedios mayores de 3 mL/m³ dentro de las 60 millas de la costa y 0,5 mL/m³ fuera de 60 mn (Rojas de Mendiola et al. 1985).

La composición fitoplanctónica estuvo conformada por 28 especies, correspondiendo a 21 diatomeas y 7 dinoflagelados (Anexo 5), destacando por su abundancia diatomeas de afloramiento con alta tasa de crecimiento típicas de las primeras fases de sucesión como *Asterionella japonica*, *Chaetocerus affinis*, *Ch. curvisetus*, *Ch. sociale*, *Ch. decipiens* y *Skeletonema costatum* con niveles de abundancia mayormente de tipo “muy abundante”. Así mismo, se obtuvo registros de diatomeas neríticas en fases avanzadas de sucesión como *Coscinodiscus granii*, *Lithodesmiun undulatum*, *Pseudonitzschia c.f. pungens* y *Thalassionema nitzchioides* registrados en casi todas las estaciones en forma “muy abundante”.

La riqueza específica de los dinoflagelados estuvo representada por *Prorocentrum gracile*, *Protopeperidinium oceanicum* y *P. pellucidum*, con niveles de abundancia de tipo “muy abundante”.

La riqueza fitoplanctónica se vio disminuida de 38 especies en setiembre del 2006 a 28 especies en el presente estudio, lo mismo que estaría relacionado con los afloramientos fitoplanctónicos que se presentan en primavera, debido al mayor aporte de nutrientes por una mayor intensidad de los afloramientos como consecuencia del fortalecimiento de los vientos alisios.

12.2.2 Concentración y composición del zooplancton

La concentración zooplanctónica varió de 195 a 5264 ind./m³ con un valor medio de 1680 ind./m³ (Tabla 12). La concentración presentó una tendencia a disminuir en la medida que se ingresa a la bahía de oeste a este, encontrándose registros menores a 1000 ind./m³ en la primera mitad este de la bahía y mayores a 1000 ind./m³ en la segunda mitad oeste de la misma. Se encontró un pequeño núcleo de concentración de zooplanctones frente a Punta la Capilla, con valores de 3500 a 5000 ind./m³.

Menor densidad zooplanctónica estaría relacionada con menores volúmenes de plancton encontrados en la primera mitad este de la bahía y viceversa para la segunda mitad oeste de la misma (Fig. 39).

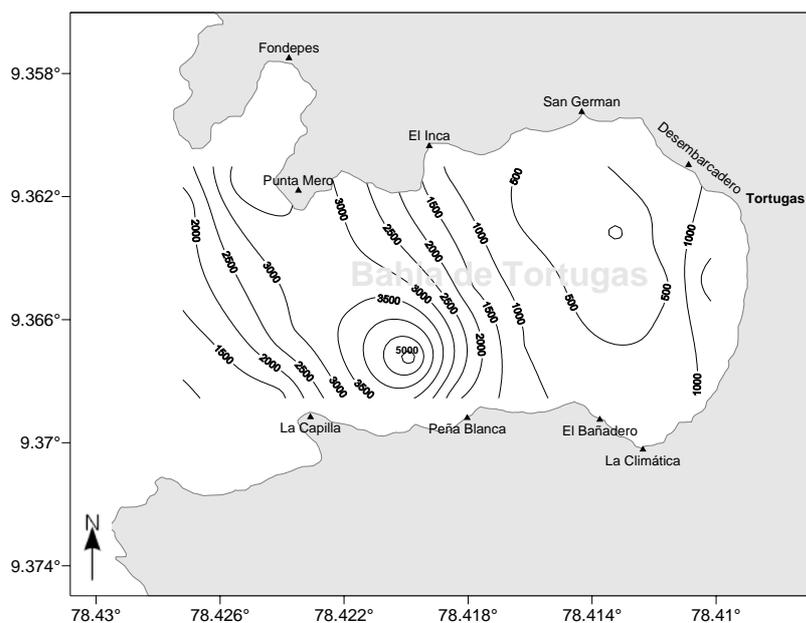


Figura 39. Concentración de zooplancton marino en Bahía Tortuga

La composición zooplanctónica estuvo representada por larvas de bivalvos, de concha de abanico, gasterópodos, crustáceos, copépodos, balanus, poliquetos y huevos de peces.

Los grupos mayormente representados fueron los copépodos, crustáceos, gastrópodos y balanus. Menor ocurrencia presentaron los poliquetos, bivalvos y huevos de peces (Tabla 13).

Dentro de los huevos de peces, las familias Sciaenidae y Engraulidae estuvieron representadas, mientras que en los bivalvos destaca la concha de abanico

Tabla 13. Concentración de zooplanctones (N°/m^3) por grupos taxonómicos en Bahía Tortuga

Estación	LUB	LCA	HP	LG	LCR	LCO	LBA	LPOL	
1	40		1	170		3614	97	29	
2	0			76	27	1489	48	2	
4	4		2	14	9	1100	23	4	
5	13	3	17	138	15	1051	80	3	
6	8		3	63	2	2684	122	1	
10	7			27	230	3080	45	75	
12	6	1			62	3140	34	8	
16	17		8	178	273	4646	121	20	
18	9		2	418		1298	234	8	
19	3			91		563	229		
21	3			305		1039	176		
23	19			108	52	1603	193	80	
25	8			342	23	365	218		
27	8			79		176	53	18	
30	17			54	45	419	17	3	
32	0		6	99		257	37		
34	9			99		571	52	9	
36	28			38	9	415	108		
37	7			35	21	0	127	4	
38	3		6	28		239	53	9	
40	9			35	955	716	84	9	
LUB	Larvas umbonadas de bivalvos				LCO	Larvas de copépodos			
LCA	Larvas de concha de abanico				LBA	Larvas de balanus			
LG	Larvas de gasterópodos				LPOL	Larvas de poliquetos			
LCR	Larvas de crustáceos				HP	Huevos de peces			

13. MAREAS ROJAS O FLORACIONES ALGALES

Son eventos recurrentes que generalmente se presentan en los meses de primavera y verano, o durante eventos cálidos como El Niño. El 02 de marzo del 2006 se dio este evento en forma de grandes parches de tonalidades que van de rojizo a un chocolate intenso, ocasionando una gran mortalidad de organismos bentónicos especialmente de concha de abanico.

Los resultados de los análisis evidenciaron la presencia del dinoflagelado *Prorocentrum micans*, dinoflagelado tecado causante de floraciones algales inocuas, especie que alcanzó concentraciones entre 720×10^3 y 240×10^3 cel/L. Las mayores concentraciones se localizaron dentro de la bahía, disminuyendo conforme se alejaban de la costa. Entre las especies acompañantes se identificó a *Prorocentrum cf. minimum*, *Protoberidinium minutum*, *Thalassiosira* sp. *Dictyocha fibula* y *Coscinodiscus perforatus*.

El muestreo “in situ” del recurso afectado (concha de abanico), permitió encontrar un 46% de mortalidad en tallas comprendidas de 22 a 72 mm de altura valvar. Si bien este organismo es considerado como inocuo, la presencia de estructuras finas (espinas) en la teca, podría ocasionar ciertos artefactos físicos en las especies fitófagas, llegando a ocasionar la muerte por asfixia o desgarros a nivel del aparato filtrador. Los análisis de contenido intestinal reflejaron que en el 20% de ellos se encontró a *P. micans*, lo que hace suponer de su ingesta, sin embargo también fue observado que en el 80% de los organismos restantes, los intestinos estuvieron vacíos. (Sánchez, 2006).

14. DIVERSIDAD DEL BENTOS MARINO

La diversidad biológica del mar peruano ha sido muy poco estudiada de forma integral en localidades de interés ecológico, estando la información restringida sólo a un cierto grupo taxonómico o a una zona ecológica particular del ecosistema. La evaluación de la diversidad biológica de todo el ecosistema de una localidad, permite la mejor interpretación de su funcionamiento, además de comprender la interacción entre las comunidades que lo conforman. (IMARPE, 2006).

La importancia del bentos se fundamenta en que es un componente esencial en la estructura, producción y dinámica del ambiente marino. Participa en la deposición, descomposición, incorporación y recambio de materia orgánica, contribuyendo al reciclaje de nutrientes en la columna de agua.

Desde el punto de vista de balance energético, el bentos constituye una fuente de alimento para muchos recursos hidrobiológicos de importancia económica. Además es de utilidad en la evaluación de la calidad de ambientes marinos por su sensibilidad.

14.1. Material y métodos

Las muestras de sedimento fueron colectadas con una draga tipo van Veen de 0,05 m² de superficie de colecta y con un cuadrado metálico de un metro de lado, tomándose una replica por estación. Luego el contenido fue tamizado a través de una malla de 500 µm y preservado en frascos con formol al 10% neutralizado con boráx.

El análisis biológico consistió en determinar la composición de la comunidad macrozoobentónica hasta el menor nivel taxonómico posible, con ayuda de bibliografía especializada. La densidad (número de individuos. $0,05 \text{ m}^{-2}$) y la biomasa (peso húmedo en $g \text{ } 0,05 \text{ m}^{-2}$) 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 Wiener (H') y el índice de equidad (J') de Pielou, calculados usando Log en base 2 y el índice de dominancia de Simpson.

Para determinar el grado de similitudes 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.

La caracterización macrobentónica del sustrato blando de la Bahía Tortuga se basó en la colección de 26 muestras con draga y 25 muestras con la técnica del cuadrado.

14.2 Resultados

El rango de las densidades varió de 5 ind.m^{-2} (E-40, 3,2 m) a 25780 ind.m^{-2} (E-26, 6,3m) (Tabla 3). La mayor densidad se debió al aporte de la familia Gammaridae y al poliqueto *Caulleriella magna-oculata* (Anexo 6, Fig. 40).

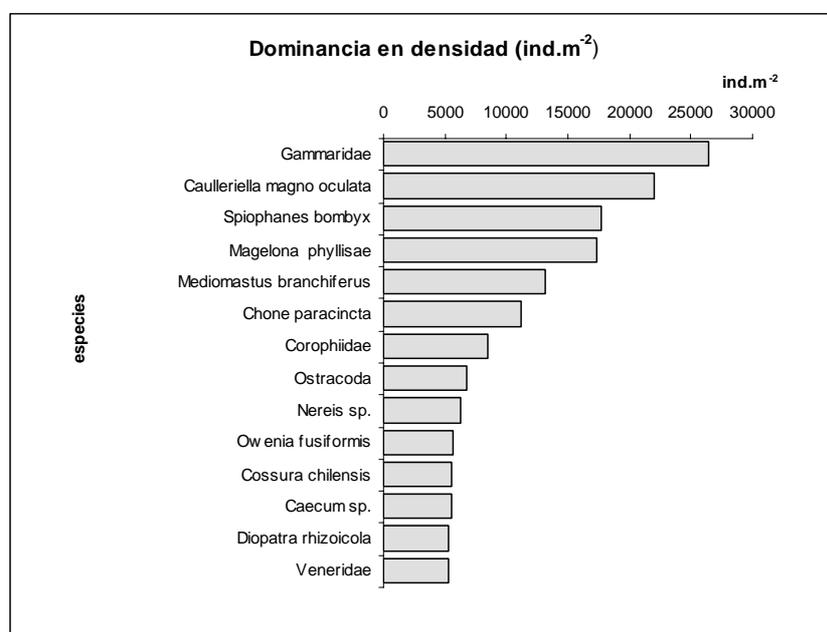


Figura 40. Dominancia numérica de las principales especies en Bahía Tortuga. Mayo 2007

En tanto que la biomasa varió de $1,91 \text{ g.m}^{-2}$ (E-24, 1,9 m) y $4 \text{ } 733,76 \text{ g.m}^{-2}$ (E-41, 2,0m) (Tabla 14). Las mayores biomásas se debieron a la macroalga *Caulerpa filiforme*. (Anexo 7).

El procesamiento de la información permitió estimar una riqueza de Margalef de 0,656 a 4,430; diversidad de Shannon de 0,594 a 3,849 bits/ind y dominancia de Simpson de 0,142 a 0,815 (Tabla 14).

Tabla 14. Parámetros comunitarios de la macrofauna bentónica en Bahía Tortugas

Estación	Profundidad m	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	Especies N°	Riqueza Margalef	Equidad Pielou	Diversidad Shannon	Dominancia Simpson
1	13,0	5840	125,674	30	3,344	0,614	3,012	0,386
2	18,0	80	625,240	1				
3	20,0	3980	7,298	15	1,689	0,686	2,682	0,314
4	19,0	8600	45,202	18	1,876	0,509	2,120	0,491
6	15,0	14060	68,770	17	1,675	0,435	1,777	0,565
7	11,0	7420	43,820	25	2,693	0,370	1,719	0,630
9	16,5	3700	241,840	24	2,799	0,728	3,336	0,272
10	12,0	1640	5,820	13	1,621	0,698	2,581	0,302
12	14,0	2620	23,794	25	3,049	0,829	3,849	0,171
13	14,0	4020	7,112	19	2,169	0,805	3,419	0,195
14	6,5	22	60,720	6	1,618	0,865	2,237	0,256
15	6,5	820	106,420	13	1,789	0,853	3,158	0,147
16	8,8	4200	125,822	25	2,877	0,827	3,839	0,173
17	11,0	7480	175,066	37	4,036	0,589	3,067	0,411
20	9,0	5280	86,564	30	3,383	0,764	3,748	0,236
21	9,2	6740	98,368	24	2,609	0,739	3,389	0,261
22	8,0	15260	307,868	31	3,114	0,676	3,349	0,324
25	5,0	13600	139,188	23	2,311	0,589	2,665	0,411
26	6,3	25780	562,530	46	4,430	0,630	3,480	0,370
27	6,6	13180	1563,894	41	4,217	0,712	3,817	0,288
31	5,2	19620	3435,546	42	4,148	0,660	3,558	0,340
32	5,2	19080	330,664	31	3,044	0,681	3,374	0,319
33	3,5	11620	71,390	19	1,923	0,607	2,578	0,393
36	3,2	4820	45,308	14	1,533	0,636	2,423	0,364
37	3,7	5100	195,020	18	1,991	0,675	2,815	0,325
39	4,0	5720	136,432	16	1,734	0,714	2,856	0,286
11*	10,0	25	15,700	7	1,864	0,809	2,272	0,258
18*	9,0	265	407,130	14	2,330	0,470	1,791	0,444
19*	4,6	32	696,290	6	1,443	0,795	2,054	0,314
23*	3,0	39	5,520	5	1,092	0,435	1,010	0,683
24*	1,9	8	1,910	6	2,404	0,967	2,500	0,188
28*	6,0	67	522,240	10	2,140	0,801	2,661	0,209
29*	4,0	445	839,680	5	0,656	0,293	0,680	0,793
30*	4,8	60	25,930	4	0,733	0,297	0,594	0,815
34*	3,0	12	2,120	4	1,207	0,865	1,730	0,347
35*	1,2	44	2690,090	5	1,057	0,622	1,444	0,442
38*	4,5	90	77,100	14	2,889	0,830	3,161	0,142
40*	3,2	5	45,980	5	0,935	0,750	1,742	0,372
41*	2,0	15	4733,760	15	2,332	0,675	2,636	0,204

* cuadrado

La curva de tendencia de la biodiversidad de Shannon mostró núcleos de mayor diversidad (3,5) frente a áreas como el Inca-San Germán y La Capilla-Peña Blanca, con tendencia hacia el centro de la bahía, asociado a una mayor tipología de sedimentos y a la presencia de macroalgas como *Caulerpa* por servir de sustrato, refugio y alimentación de diferentes organismos epibiontes (Fig. 41).

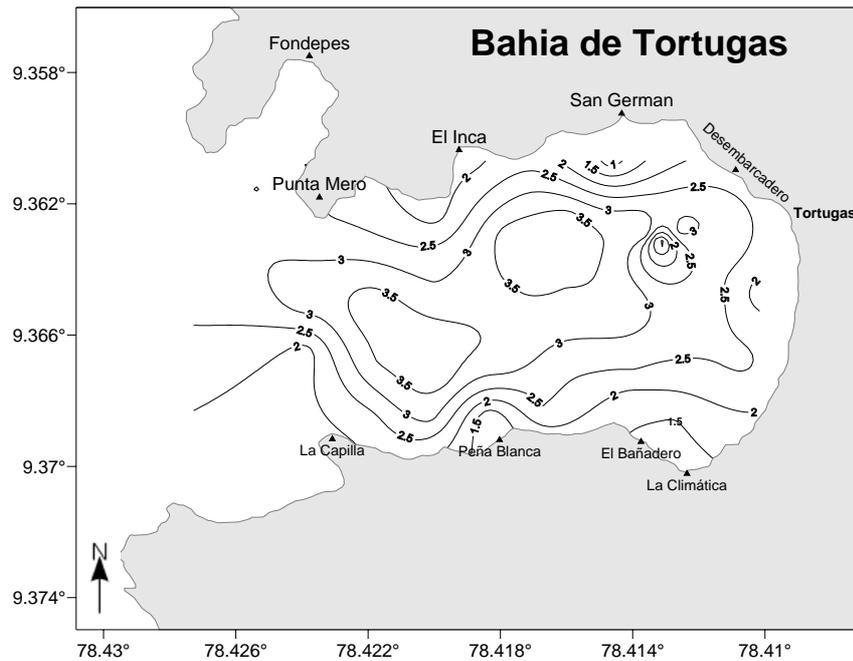


Figura 41. Isolíneas de diversidad de Shannon en Bahía Tortugas
Mayo 2007

En el análisis de muestras obtenidas por draga, el grupo Polychaeta ha sido el de mayor dominancia numérica entre las estaciones analizadas con un 39 al 96%, excepto en las E-7 y E-32 en que dominaron los Mollusca (Tabla 14) y con un 64 % en toda la bahía. Asimismo obtuvieron un 42 % en biomasa seguidos de los Mollusca con un 39% (Figs. 42 y 43).

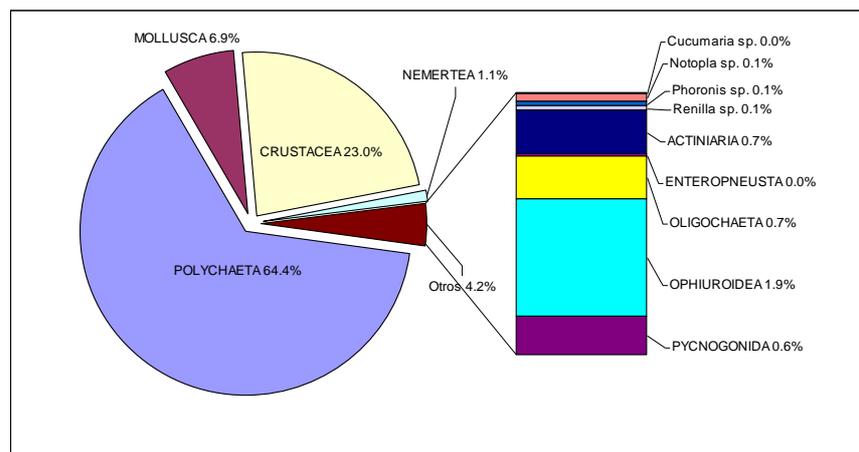


Figura 42. Distribución porcentual de la abundancia de las taxas encontradas en Bahía Tortuga. Mayo 2007

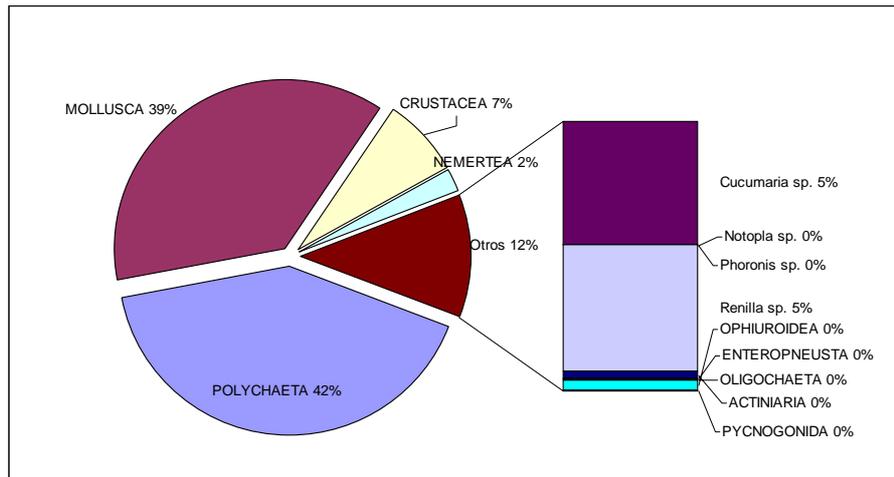


Figura 43. Distribución porcentual de la biomasa de las taxas encontradas en Bahía Tortuga. Mayo 2007

Particularmente importante han sido especies que alcanzaron mayores densidades por encima de los $8\ 000\ \text{ind.m}^{-2}$, como *Caulleriella magna-oculata*, *Spiophanes bombyx*, *Magelona phyllisae*, *Mediomastus branchiferus*, *Chone paracincta* y el orden Gammarida (Fig. 42).

El comportamiento del índice de dominancia de Simpson, presentó un comportamiento antagónico a los valores de diversidad de Shannon; encontrándose pequeños núcleos con mayores valores frente a San Germán (E₂₉), Desembarcadero (E₃₀), Peña Blanca (E₂₃) y Capilla (E₇). Las especies dominantes en estas estaciones fueron *Balanus lavéis*, *Prunum curtum* y *Chone paracincta*, asociados a sedimentos de tipo graviloso y arena fina con fango. (Anexo 6 y Fig. 44).

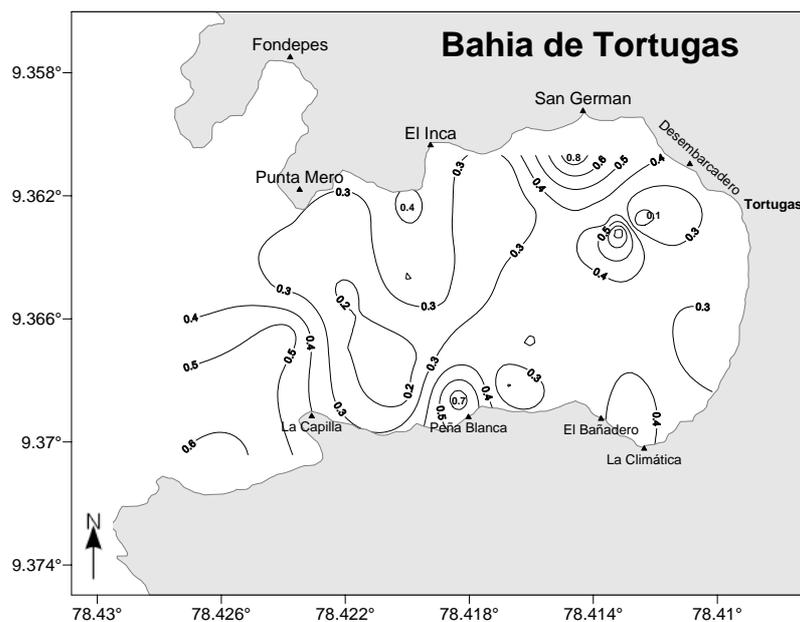


Figura 44. Isolíneas de dominancia de Simpson en Bahía Tortugas

Fueron registradas un total de 123 taxa de la macrofauna (103 con draga y 20 con cuadrado y 5 macroalgas). El análisis con la técnica del la draga permitió encontrar 5 grandes grupos: 56 pertenecientes a la Clase Polychaeta (Phyllum Annelida), 15 Mollusca, 19 a la Clase Crustacea (Phyllum Arthropoda), 04 Nemertinea y 09 clasificados como 'Otros', el cual agrupa a diferentes phyla como, Phoronida, Actiniaria, Echinodermata, Holothuroidea, Enteropneusta, Oligochaeta, Pycnogonida, Plathyelminte. Así como a Nematoda y a *Thioploca* spp. presentes (anexo 8).

La distribución de la abundancia, biomasa y número de especies (Fig. 45a, b, c) muestra los mayores valores en la parte central de la bahía, representados principalmente por el aporte poliquetos crustáceos; mientras que los moluscos se encontraron en mayor número en la boca de la bahía (Tabla 15 y Fig. 46).

Tabla 15. Densidad (ind./m²) por grupos de la macrofauna bentónica. Mayo 2007

Estación	Polychaeta		Mollusca		Crustácea		Nemertinea		Otros		Total	Nemátoda
	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%	Ind./m ²	%		
1	4800	82,2	600	10,3	20	0,3	120	2,1	300	5,1	5840	100
2	0	0,0	80	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	80	0
3	3820	96,0	0	0,0	60	1,5	40	1,0	60	1,5	3980	0
4	8220	95,6	40	0,5	320	3,7	0	0,0	20	0,2	8600	0
6	13560	96,4	20	0,1	40	0,3	20	0,1	420	3,0	14060	0
7	1820	24,5	5540	74,7	0	0,0	20	0,3	40	0,5	7420	940
9	3300	89,2	20	0,5	220	5,9	60	1,6	100	2,7	3700	0
10	1120	68,3	0	0,0	260	15,9	20	1,2	240	14,6	1640	0
11*	3	12,0	9	36,0	4	16,0	0	0,0	9	36,0	25	0
12	2000	76,3	160	6,1	300	11,5	80	3,1	80	3,1	2620	100
13	2460	61,2	0	0,0	620	15,4	120	3,0	820	20,4	4020	0
14*	1	4,5	14	63,6	5	22,7	0	0,0	2	9,1	22	0,0
15	540	65,9	20	2,4	200	24,4	0	0,0	60	7,3	820	820
16	3020	71,9	520	12,4	560	13,3	20	0,5	80	1,9	4200	60
17	6520	87,2	120	1,6	640	8,6	80	1,1	120	1,6	7480	1140
18*	169	63,8	30	11,3	65	24,5	1	0,4	0	0,0	265	0
19*	10	31,3	16	50,0	0	0,0	0	0,0	6	18,8	32	0
20	4020	76,1	240	4,5	820	15,5	60	1,1	140	2,7	5280	220
21	4620	68,5	1140	16,9	880	13,1	20	0,3	80	1,2	6740	120
22	8960	58,7	1880	12,3	4240	27,8	40	0,3	140	0,9	15260	0
23*	37	94,9	2	5,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	39	0
24*	1	12,5	4	50,0	2	25,0	0	0,0	1	12,5	8	0
25	10200	75,0	1260	9,3	2100	15,4	20	0,1	20	0,1	13600	400
26	15700	60,9	500	1,9	7600	29,5	520	2,0	1460	5,7	25780	200
27	8520	64,6	180	1,4	3620	27,5	420	3,2	440	3,3	13180	80
28*	5	7,5	24	35,8	13	19,4	0	0,0	25	37,3	67	0
29*	6	1,3	2	0,4	437	98,2	0	0,0	0	0,0	445	0
30*	0	0,0	54	90,0	0	0,0	1	1,7	5	8,3	60	0
31	9220	47,0	640	3,3	8160	41,6	480	2,4	1120	5,7	19620	0
32	5540	29,0	240	1,3	11440	60,0	160	0,8	1700	8,9	19080	0
33	9240	79,5	400	3,4	1900	16,4	60	0,5	20	0,2	11620	0
34*	8	66,7	0	0,0	0	0,0	1	8,3	3	25,0	12	0
35*	0	0,0	29	65,9	0	0,0	0	0,0	15	34,1	44	0
36	3780	78,4	60	1,2	860	17,8	40	0,8	80	1,7	4820	40
37	2220	43,5	600	11,8	2220	43,5	0	0,0	60	1,2	5100	0
38*	18	20,0	9	10,0	56	62,2	0	0,0	7	7,8	90	0
39	2240	39,2	200	3,5	2040	35,7	0	0,0	1240	21,7	5720	0
40*	17	23,6	4	5,6	49	68,1	0	0,0	2	2,8	72	0
41*	33	8,1	211	52,1	127	31,4	0	0,0	34	8,4	405	0

* cuadrado

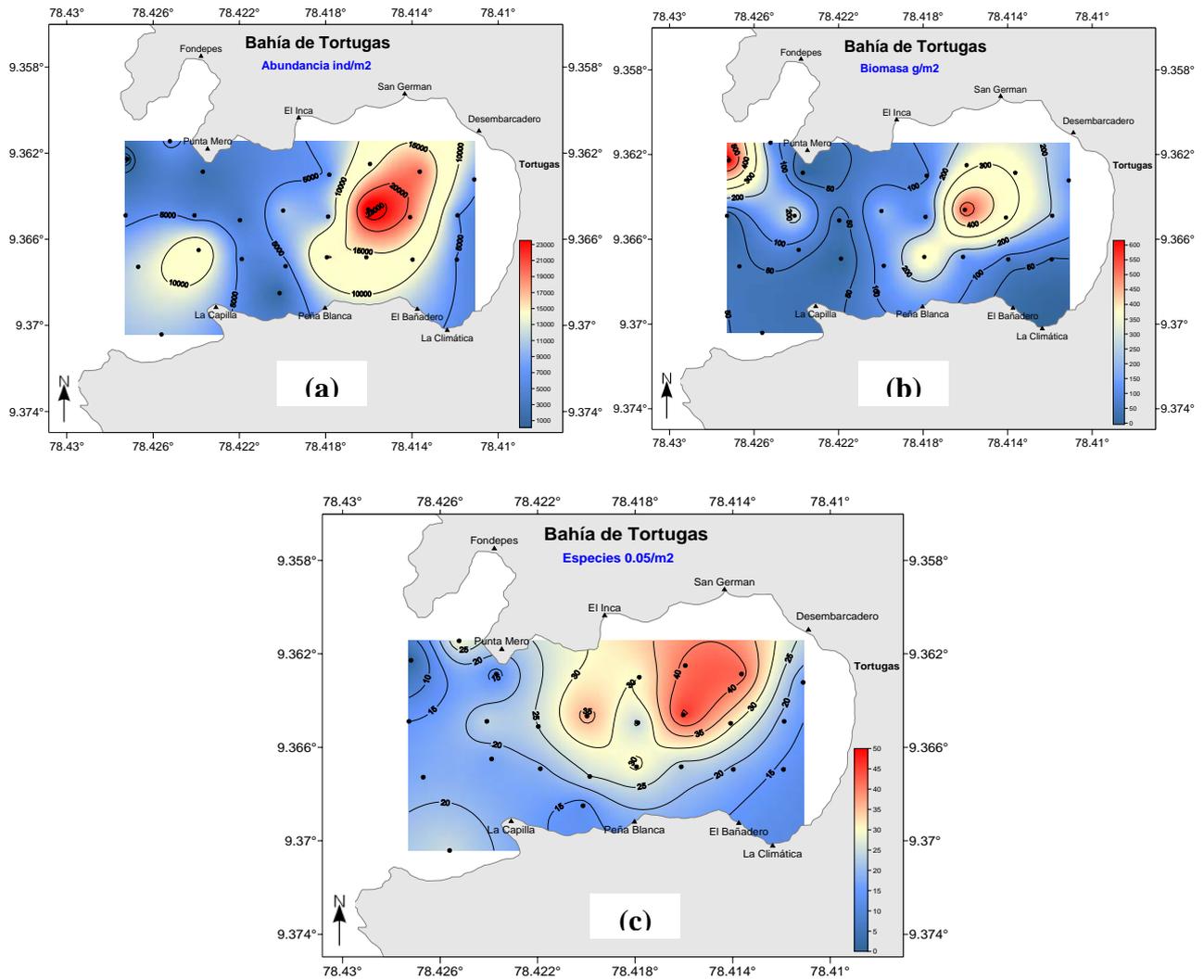


Figura 45. Distribución de la abundancia (a), biomasa (b) y número de especies (c) en Bahía Tortugas. Mayo 2007

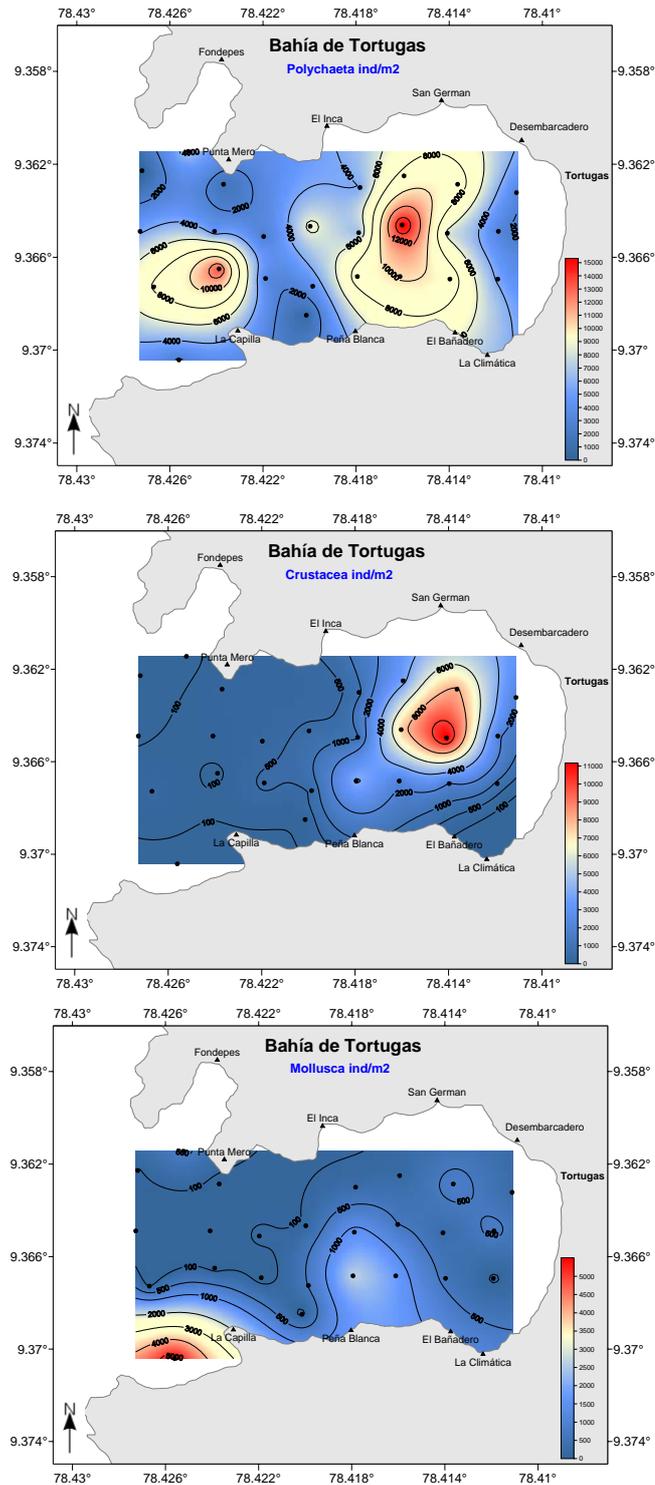


Figura 46. Distribución de la abundancia (ind./m²) de los principales grupos taxonómicos en Bahía Tortugas. Mayo 2007

El análisis de Cluster entre estaciones permitió diferenciar al 42% de similitud, la formación de 04 grupos de acuerdo a su ubicación dentro de la bahía.

Así el grupo 1 está conformado por las estaciones E-21, E-36, E-37, y E-39; un segundo grupo por E-16, E-17, E-20, E-22, E-25, E-26, E-27, E-31, E-32, E-33; el

grupo 3 por E-1, E-7, E-9 y E-12. El grupo 4 por E-3, E-4, E-6, E-13. De otro lado, distribuidas agrupando a todas las estaciones se hallaron las estaciones E-15, E-10, E-2 (Fig. 47).

En el grupo 1 se encuentran las estaciones de la parte costera de la bahía (excepto E-21), desde 3,2 a 4 m de profundidad, con abundancias entre 4 820 y 6 740 ind.m⁻² y con dominancia de las especies *S. bombyx*, *Notomastus* sp., Gammaridae, Pycnogonida, *Mulinia* sp., *Pagurus* sp., *Renilla* sp.

El segundo grupo relacionado con las estaciones que se encuentran en el centro de la bahía, que van de 5 a 9,2 m de profundidad (excepto E-33), con abundancias entre 4 200 y 25 780 ind.m⁻², encontrándose a la mayoría de especies, principalmente a los poliquetos *C. magna-oculata*, *Ch. paracincta*, *D. rhizoicola*, *M. branchiferus*, *Axiothella* sp., *Gyptis* sp., *Lumbrineris* sp., *Nereis* sp. y Terebellidae; los moluscos *A. purpuratus*, *P. curtum*, y Veneridae, los crustaceos *A. araucana*, *E. transversus*, Gammaridae y Ostracoda; así como Actiniaria y Ophiuroidea.

El grupo 3 y 4 formado por las estaciones que se encuentran en la boca de la bahía, que van desde los 11 a 20 m de profundidad, presentando abundancias entre 2 620 y 14 060 ind.m⁻² y con dominancia de especies *C. chilensis*, *M. phyllisae*, *O. fusiformis*, *P. fauveli*, *P. pinnata*, *P. peruana*, *S. bassi*, *Tharyx* sp. El molusco *S. algosus*, el grupo Oligochaeta y la mega bacteria *Thioploca* spp.

Los indicadores cuantitativos de la estructura comunitaria mostraron una comunidad rica en especies, entre 1 (E-2) a 42 (E-31) especies 0,05m⁻², con índices de diversidad de Shannon entre 1,72 bitios. ind.⁻¹ (E-7) y 3,85 bitios. ind.⁻¹ (E-12), equidades medias de 0,37 (E-7) y 0,76 (E-20) y una baja dominancia de especies observada en el área evaluada (Tabla 14).

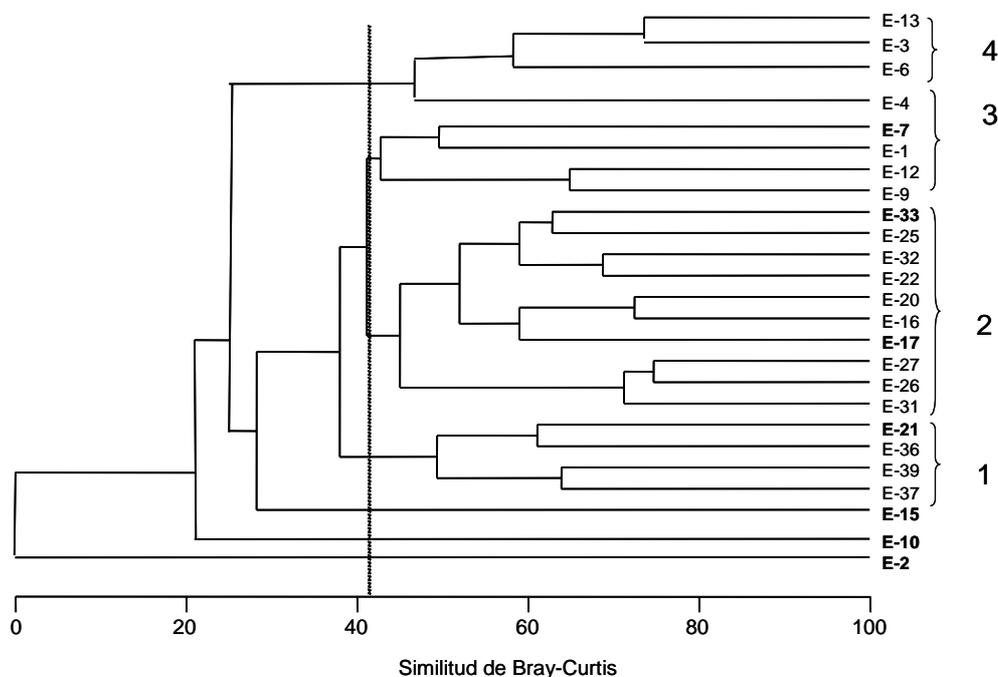


Figura 47. Dendrograma de similitud de la macrofauna por estación en Bahía Tortugas

15. RECURSOS QUE SUSTENTAN LA PESCA ARTESANAL E INDICADORES SOCIO ECONOMICOS

15.1 Materiales y métodos

Se procesó y analizó la información de encuestas dirigidas a los pescadores artesanales correspondientes a cinco gremios sociales en lo referente a la actividad pesquera, embarcaciones, artes de pesca y ficha socio económica del pescador.

Para el análisis de los recursos hidrobiológicos, se procesó y analizó la información correspondiente al periodo 1999-2002 proporcionado por El Ministerio de la Producción de la Región Ancash.

15.2 Resultados

15.2.1 Recursos hidrobiológicos

Se ha identificado 15 especies de peces y 5 especies de invertebrados marinos en los desembarques que se realizan en la Bahía Tortugas. No obstante que los peces presentan mayor variedad, sin embargo los invertebrados marinos son los que tienen mayor importancia en los volúmenes de desembarque (Tabla 16).

Tabla 16. Captura (t) de recursos hidrobiológicos en Bahía Tortugas. 1990-2002

Nombre común	Nombre científico	Captura	%
Peces		3226	42,6
Sardina	<i>Sardinops sagax sagax</i>	660	8,7
Pejerrey	<i>Odontesthes regia regia</i>	475	6,3
Lorna	<i>Scianena deliciosa</i>	469	6,2
Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	326	4,3
Cachema	<i>Cynoscion analis</i>	248	3,3
Caballa	<i>Scomber japonicus peruanus</i>	234	3,1
Liza	<i>Mugil cephalus</i>	196	2,6
Cojinova	<i>Seriola violacea</i>	108	1,4
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	101	1,3
Machete	<i>Ethmidium maculatum</i>	99	1,3
Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	83	1,1
Coco	<i>Paralonchurus peruanus</i>	77	1,0
Pez correa	<i>Trichiurus lepturus</i>	72	0,9
Pintadilla	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	69	0,9
Lenguado	<i>Paralichthys adspersus</i>	12	0,2
Invertebrados		4242	56,0
Caracol	<i>Stramonita chocolata</i>	3047	40,3
Calamar	<i>Loligo gahi</i>	553	7,3
Pulpo	<i>Octopus minus</i>	345	4,6
Concha de abanico	<i>Argopecten purpuratus</i>	253	3,3
Almeja	<i>Semele</i> sp.	45	0,6
Otros		101	1,3
Total		7569	100

Fuente: DIREPRO – Ancash

La variación anual de la captura fue de 29 t en el año 1992 a 1116 t en 1999. La especie que marcó el pulso de la captura a partir de 1991 hasta el 2002 fue *Stramonita chocolata* “caracol negro” (Fig. 48).

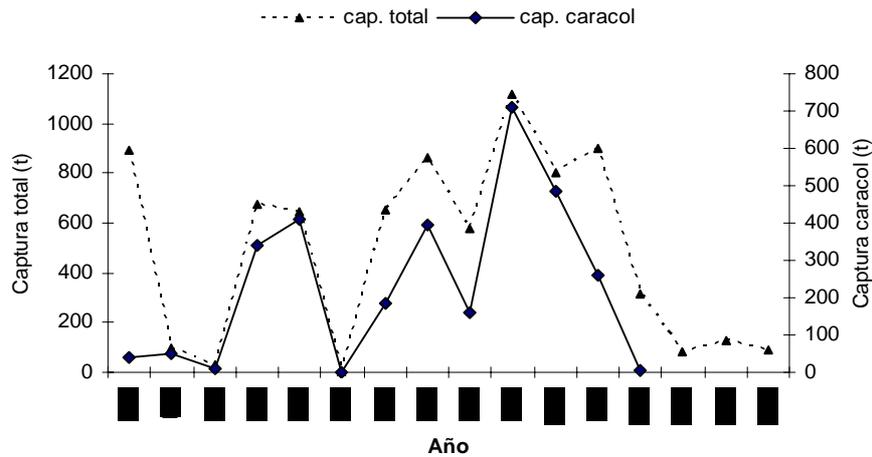


Figura 48. Variación anual de la captura y principal recurso en la Bahía Tortugas. 1990-2005

15.2.2 Bancos naturales y zonas de pesca artesanal

Banco de concha de abanico

El Instituto del Mar del Perú en el año 2005, identificó y delimitó los bancos naturales de invertebrados marinos en la Bahía Tortugas, siendo el banco natural más representativo el de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico” (Fig. 49), registrándose también la ocurrencia de algunos parches de *Cancer setosus* “cangrejo peludo”.

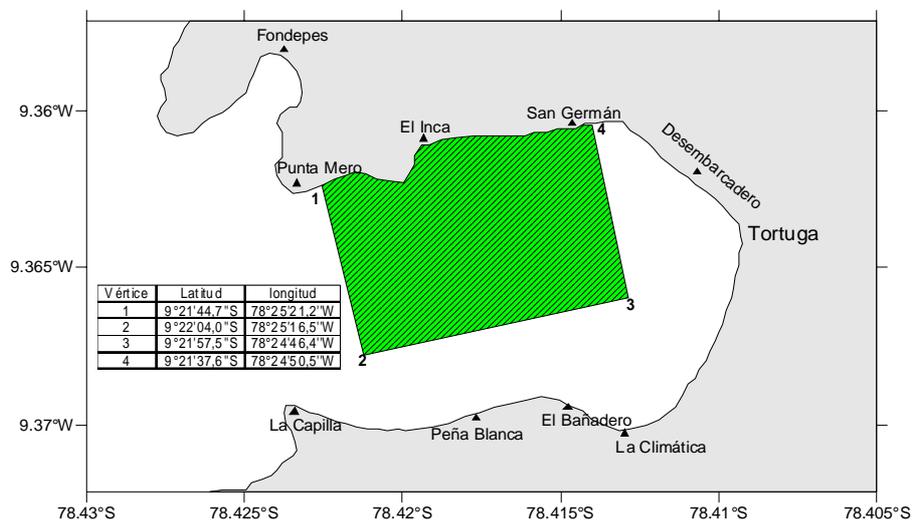


Figura 49. Delimitación geográfica del banco de “concha de abanico” en la Bahía Tortugas.

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 17, Fig. 50).

Tabla 17. Delimitación de las áreas de expansión del banco de concha de abanico en la Bahía Tortugas.

Area	Vértice	Latitud	Longitud
Núcleo	1	9°21,902'S	78°25,085'W
Núcleo	2	9°21,663'S	78°25,059'W
Núcleo	3	9°21,663'S	78°24,916'W
Núcleo	4	9°21,726'S	78°24,737'W
Núcleo	5	9°22,040'S	78°24,864'W
Area expansión media	6	9°21,621'S	78°24,790'W
Area expansión media	7	9°21,895'S	78°24,648'W
Area expansión media	8	9°22,065'S	78°24,881'W
Area expansión media	9	9°22,019'S	78°25,115'W
Area expansión media	10	9°21,868'S	78°25,153'W
Area expansión media	11	9°21,742'S	78°25,354'W
Area expansión máxima	12	9°21,756'S	78°25,387'W
Area expansión máxima	13	9°21,892'S	78°25,387'W
Area expansión máxima	14	9°21,892'S	78°25,182'W
Area expansión máxima	15	9°22,023'S	78°25,182'W
Area expansión máxima	16	9°22,023'S	78°25,387'W
Area expansión máxima	17	9°22,170'S	78°25,387'W

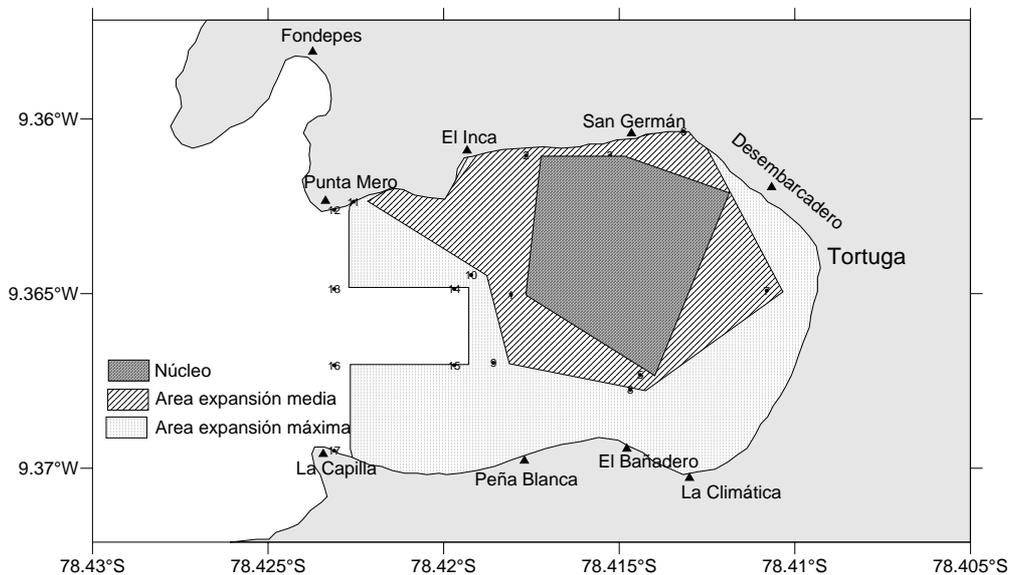


Figura 50. Delimitación del núcleo, del área de expansión media y máxima del banco natural de "concha de abanico" en la Bahía Tortugas. Mayo 2007

Caladero tradicional de calamar

Igualmente identificó y delimitó las áreas de pesca artesanal donde se extrae principalmente calamar y peces (Fig. 51).

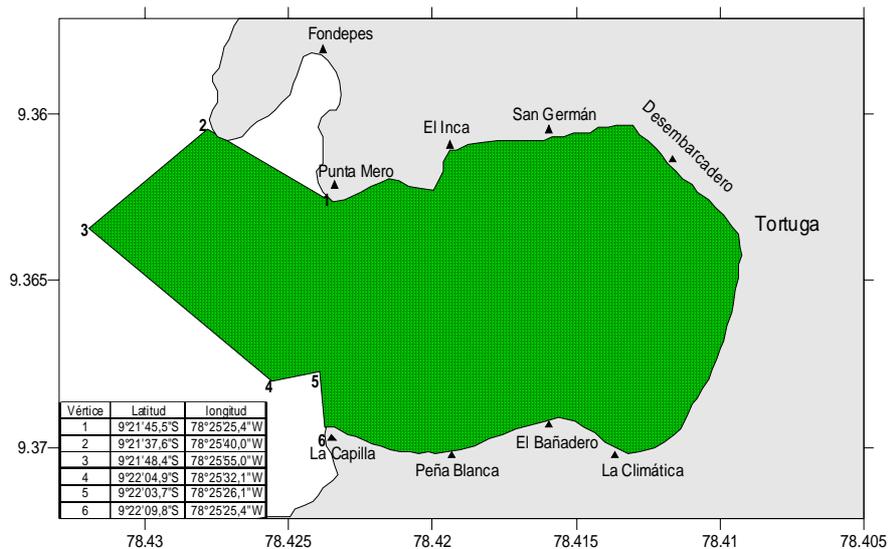


Figura 51. Delimitación de la zona de pesca artesanal en Bahía Tortugas

Pradera de macroalgas.

Como resultado de las evaluaciones realizadas por el Laboratorio Costero de IMARPE Chimbote, se determinó para setiembre del 2006 la siguiente composición macroalgal: *Caulerpa filiforme* (91,5%), *Rhodymenia flavelifolia* (7,9%), *Pterosiphonia* sp. (0,3%), *Cryptopleura cryptoneuron* (0,2%) y *Chondracanthus chamissoi* (0,1%). Adicionalmente se observó cinturones de *Ahnfeltia durvillaei* en el borde costero rocoso.

Caulerpa filiforme representa la principal macroalga en Bahía Tortuga, distribuyéndose en una gran pradera ubicada en el margen este de la bahía, sobre fondo de tipo arenoso y a profundidades de 1 a 5 metros. (Fig. 52)

Se destaca la importancia ecológica de esta alga por ser considerada como un “ingeniero ecosistémico” por ser sustrato, refugio y alimento de una gran variedad de organismos bentónicos y epifitos en un complejo nexo biocenótico. Semilla de *Argopecten purpuratus* fue encontrada entre las frondas de esta alga en sus tallas refugiales dando sustento a lo antedicho.

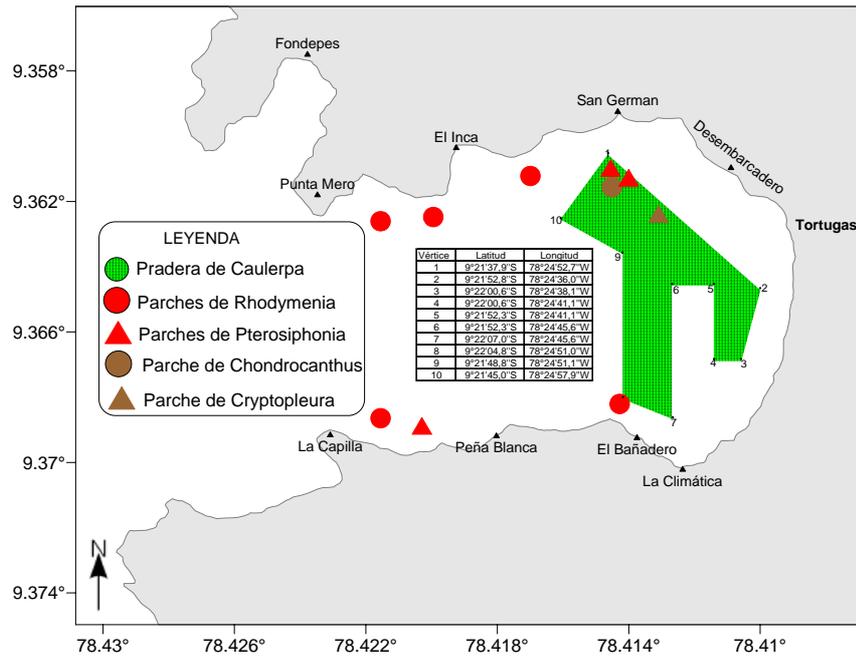


Figura 52. Delimitación de la pradera de Caulerpa en Bahía Tortugas. Mayo 2007

15.2.3 Tecnología: embarcaciones

En la Bahía Tortugas se concentran 93 embarcaciones artesanales, de las cuales 54 son botes (58,1%) y 39 son chalanas (41,9%) (Fig.53). El 94,5% de las embarcaciones están operativa

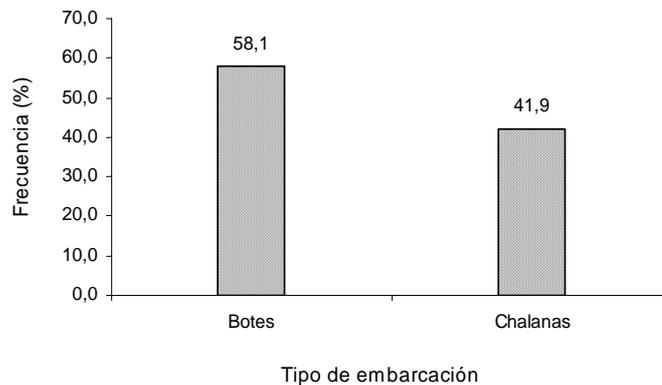


Figura 53. Tipo de embarcaciones de los pescadores artesanales en la Bahía Tortugas. Mayo 2007

El 96,6% de las chalanas están hechas de madera mientras que una sola embarcación está hecha de madera y fibra de vidrio. La popa más común de estas embarcaciones es de tipo cuadrada y espejo con un 54,8% y 45,2% respectivamente, variando la eslora entre 3,34 m a 3,93 m y la capacidad de bodega entre 0,1 a 0,8 toneladas. Las edades de las chalanas oscilan entre los 2 a 22 años de antigüedad siendo las más frecuentes las que tienen entre 10 a 14 años (Fig.54).



Figura 54. Chalana anclada en Bahía

Los botes son todos de madera, con el tipo de popa cuadrada (36,2%), monterrey (23,4%), espejo (21,3%), escudo (12,8%) y ovalado (6,4%). (Fig. 55). Variando la capacidad de bodega de 0,5 a 4,5 toneladas y la eslora de 3,4 a 20 m.

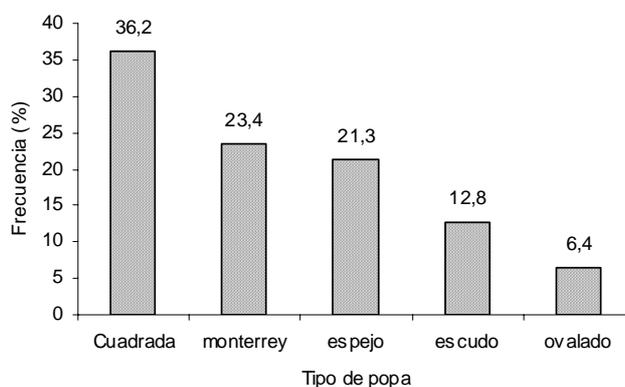


Figura 55. Tipo de popa de los botes utilizados por los pescadores artesanales en la Bahía Tortugas.

El 50% de los botes poseen motor marca Brigg Stratton, el 14% Daewoo Tico, 10,4% Datsun, 12,5 % Nissan, 6,3% Toyota, 4,2% Yamaha y 2,1% Honda. Las embarcaciones utilizan predominantemente motores gasolineros, cuya potencia varía de 8 a 1800 Hp (Fig. 56).

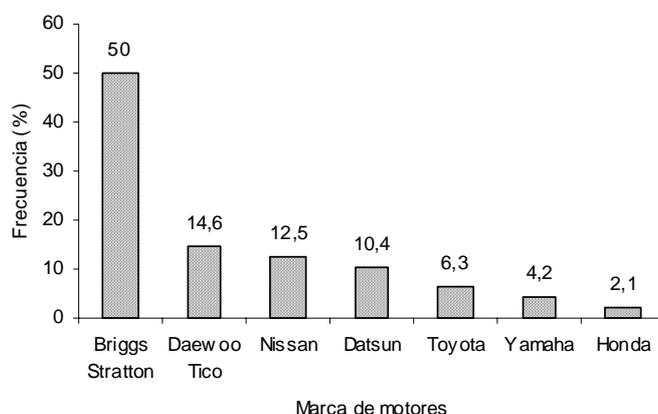


Figura 56. Marca de motores de botes utilizados por los pescadores artesanales en la Bahía Tortugas. Mayo 2007

Las edades de los botes oscilan entre 1 a 30 años de antigüedad siendo las de mayor frecuencia de 15 años. Cabe mencionar que el mantenimiento y financiamiento de los botes y chalanas lo hacen los pescadores dueños de las mismas embarcaciones.

15.2.4 Artes y Aparejos de Pesca

Las líneas de mano son las más usadas por los pescadores en la Bahía Tortugas, siguiendo las redes cortina (Fig. 57).

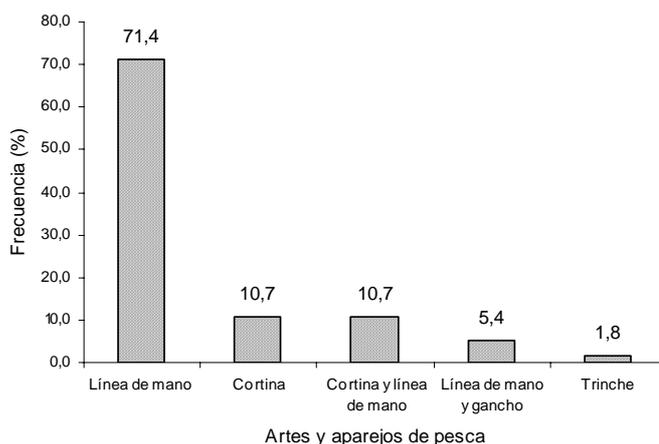


Figura 57. Artes y aparejos de pesca utilizados por los pescadores artesanales en la Bahía Tortugas. Mayo 2007

El buceo es la forma más frecuente como se extrae los invertebrados marinos en la Bahía Tortugas. A través de éste método se obtiene el caracol, almeja, concha de abanico y pulpo. Las embarcaciones marisqueras, están implementadas con una compresora, cuya marca más frecuente es Romer y Volvo y Artesanal. La capacidad de las compresoras oscila entre 80 a 400 libras y tienen dos salidas de aire. Las embarcaciones marisqueras además del buzo cuentan con un motorista y un tripulante.

15.2.5 Facilidades de desembarque.

Los desembarques se realizan mayormente en playa (Fig. 58) y en una mínima frecuencia en el desembarcadero.



Figura 58. Desembarque por playa en Bahía Tortugas. Mayo 2007

La comercialización de la pesca es en fresco y la venta se realiza en la zona de desembarque. La comercialización de las capturas es en forma directa e indirecta, siendo más común este último (51,1%). La compra de los recursos es al barrer (54,4%) es decir sin tener opción a escoger y en menor frecuencia el comprador escoge el producto (41,1%).

15.2.6 Desarrollo de la caleta: organizaciones sociales

En Bahía Tortugas existen 4 asociaciones de pescadores artesanales a nivel de gremios:

1. Asociación de Pescadores Artesanales Residentes del Balneario de Tortugas.
2. Asociación de Extractores y Armadores de Recursos Hidrobiológicos del Mar de Tortugas – Casma.
3. Asociación de Pescadores Artesanales y Extractores de Productos Hidrobiológicos “Nueva Generación” Tortugas – Casma.
4. Asociación de Pescadores Artesanales del Balneario de Tortugas – Casma – Región Chavín.

El total de agremiados es de 129 integrantes, fluctuando sus edades de 20 a 75 años, siendo las edades más representativas entre los 45 a 50 años con un 18,6%. (Fig. 59), lo cual indica que la población de pescadores artesanales en Bahía Tortugas es estable.

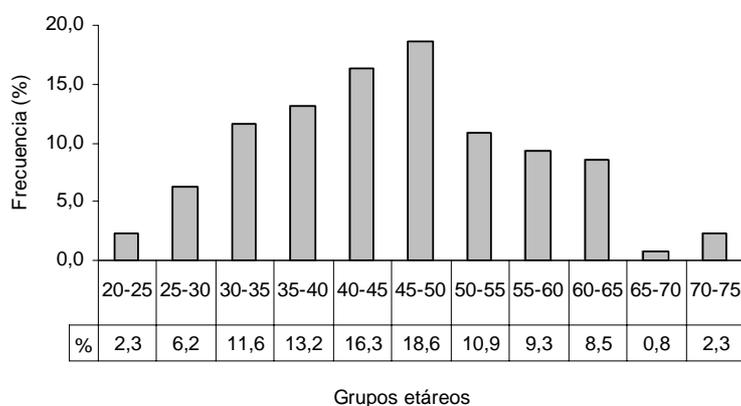


Figura 59. Composición por edad de los pescadores artesanales en la Bahía Tortugas.

En cuanto a su instrucción, el 48,1% tienen estudios secundarios y el 40,3% estudios primarios; mientras que un 7,8% tienen estudios superiores (Fig. 60).

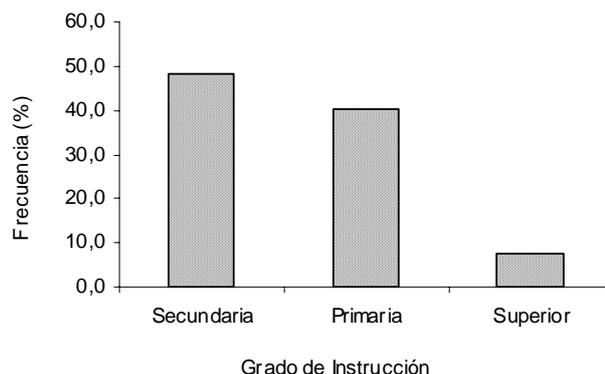


Figura 60. Grado de instrucción de los pescadores artesanales en la Bahía Tortugas.

Los pescadores cuya economía depende exclusivamente de la pesca artesanal, representan el 59,7%, en cambio los que se dedican a la pesca y otras actividades como agricultura, albañilería, comercio, carpintería, transporte, acuicultura etc, representan el 40,3%. (Tabla 18).

Tabla 18. Estructura ocupacional de los pescadores artesanales en la Bahía Tortugas

Ocupación	Frecuencia	
	Número	%
Solo Pescador	77	59,7
Pescador y agricultor	14	10,9
Pescador y albañil	12	9,3
Pescador y chofer	11	8,5
Pescador y comerciante	5	3,9
Pescador y carpintero	2	1,6
Pescador y obrero	2	1,6
Pescador y acuicultor	1	0,8
Pescador y buzo	1	0,8
Pescador y mecanico	1	0,8
Pescador y pintero	1	0,8
Pescador y chofer, agricultor	1	0,8
Pescador y chofer, albañil, carpintero	1	0,8
Total	129	100

El 43,2% y 42,4% de pescadores artesanales son casados y convivientes respectivamente, mientras que un menor porcentaje son solteros (11,2%), viudos (2,4%) y divorciados (0,8%). (Tabla 19).

Tabla 19. Estado civil de los pescadores artesanales en la Bahía Tortugas. Mayo 2007

Estado civil	Frecuencia	
	Número	%
Casado	54	43,2
Conviviente	53	42,4
Soltero	14	11,2
Viudo	3	2,4
Divorciado	1	0,8
Total	125	100

La experiencia como pescadores varía de 2 a 57 años, teniendo el 61,3% de los pescadores una experiencia entre 10 a 30 años. El 16,3% registró una experiencia de 2 a 10 años, el 14% de 30 a 40 años y el 8,5% de 40 a 60 años. (Fig.61).

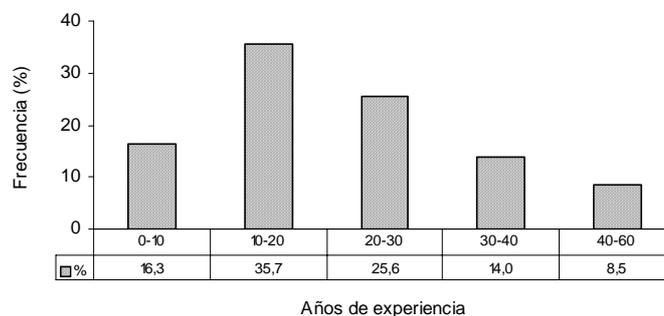


Figura 61. Años de experiencia de los pescadores artesanales en Bahía Tortuga. Mayo 2007

La mayoría de los pescadores artesanales no cuentan con seguro de salud (93%), mientras hay una mínima población que sí la cuenta (7%).

El ingreso semanal de los pescadores artesanales oscila entre 20 a 300 soles, siendo el ingreso más frecuente de 100 a 200 soles.

15.2.7 Situación Social y Económica.

La Bahía Tortugas está ubicada en el Departamento de Ancash, Provincia de Casma, Distrito Comandante Noel, a la altura del Km. 392 de la carretera panamericana norte, hacia el Oeste; el acceso a la Bahía es a través de 2 Km de carretera asfaltada.

Cuenta con un Puesto de Salud que depende de los Servicios periféricos - Programas de salud, Micro Red Casma Hospital de Apoyo “San Ignacio de Casma”, Cabecera de Red UTES “Eleazar Guzmán Barrón”, DIRESA, MINSA. Actualmente, el Puesto de Salud cuenta con una Técnico en Enfermería, la que atiende a 81 habitantes con edades que van desde los 2 a 39 años, las que incluyen 21 mujeres en edad fértil y 2 neonatos.

Entre las atenciones.

- Programa de las madres Gestantes atendidas y controladas.
- Programa de crecimiento y desarrollo.
- Programa ampliado de inmunizaciones de vacunas
- Otros.

El Puesto de salud no atiende emergencias, solo provee a la población con medicinas básicas. En caso de emergencias el paciente es trasladado a Casma. La atención es sólo de 8 a.m. a 2 p.m. La mayoría de veces el Técnico en Enfermería, visita a sus pacientes en sus hogares ya que ellos no acuden al Puesto de Salud.

En la Bahía Tortugas existe una Escuela Unidocente de nivel primaria, a la cual asisten 11 niños.. La docente enseña desde el primer al sexto grado de primaria. También, cuenta con una Iglesia Católica, que brinda misa los días domingo y esta dirigida por un religioso proveniente de la ciudad de Casma.

Casi todas las viviendas de la Bahía son de material noble, observándose unas cuantas de madera. La mayoría de las casas están desocupadas en los meses de invierno-otoño, ya que sus dueños la utilizan como casas de verano y ellos son quienes consideran a la Bahía como un Balneario. Además en la estación de verano es más frecuente la presencia de personas de diferentes lugares, ya que por la belleza de la Bahía se ha constituido como un atractivo turístico. Cuenta con modernos centros de hospedaje y restaurantes.

Por otro lado debido a las actividades pesqueras que se desarrollan durante todo el año en la Bahía, los pescadores artesanales y personal relacionado con esta actividad la consideran como una caleta.

El 67,0 % de los pescadores artesanales que hacen uso de la Bahía Tortugas provienen de la ciudad de Casma, el 6,2% del distrito Comandante Noel, el 4,1% del distrito de Chimbote, el 2,1% del distrito de Nuevo Chimbote y tan solo el 1,0% vive en la Bahía Tortugas (Fig. 62).

Los habitantes permanentes de la Bahía están dedicados al comercio y venta de comida ya que la mayoría cuenta con restaurantes y tiendas en sus casas.

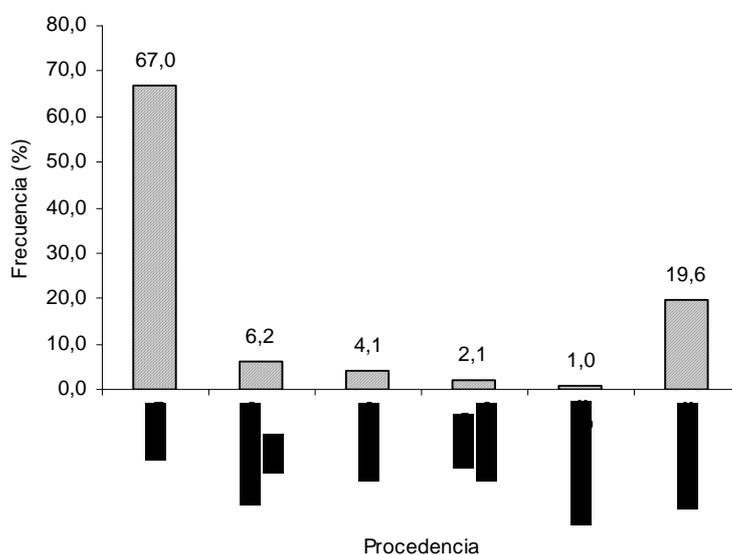


Figura 62. Lugar de procedencia de los pescadores

La población de la Bahía Tortugas no cuenta con los servicios básicos de agua, desagüe y luz.

El agua es abastecida por 3 a 4 camiones cisternas que llegan a diario y venden el cilindro a 3 nuevos soles. El MINSA monitorea el contenido de cloro en el agua cada 15

días. No se cuenta con una red de alcantarillado, los habitantes utilizan pozos sépticos para la eliminación de aguas residuales. La energía eléctrica es abastecida con un motor por la empresa Hidrandina, que brindan el servicio sólo de 6 p.m. a 12 p.m.

La Bahía cuenta con un teléfono público, los pobladores hacen uso de teléfonos móviles para una rápida comunicación. Además no cuentan con estación de radio local, canales de televisión.

El acceso vial a la Bahía Tortugas es a través de la carretera panamericana norte, por medio de una carretera asfaltada en combis y autos Station Wagon.

Como autoridad se cuenta con un Teniente Gobernador y un Sargento de Playa. No existe Puesto de la Policía Nacional del Perú.

16. DIGITALIZACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE BAHÍA TORTUGAS

Una de los principales estudios que realiza el Instituto del Mar del Perú a nivel nacional, es el estudio de Línea Base, mediante el cual se pretende conocer el comportamiento de los diversos ecosistemas que se presenta en nuestro litoral.

Sin embargo, para ejecutar dicho estudio los investigadores marinos se encuentran con una gran dificultad, la cartografía nacional solo esta desarrollada a un nivel de 1/100 000 por el Instituto Nacional Geográfico (IGN), ente encargado de la cartografía nacional terrestre, mientras que la Marina ente encargada de la cartografía marina, solo ha desarrollado en los principales puertos cartas a escales menores hasta 1/20 000.

En tal sentido, no se cuenta con una carta nacional que abarque todo el litoral peruano a una escala menor, para desarrollar los diversos estudios que el IMARPE ejecuta mediante sus Laboratorios costeros en toda la costa.

Para cartografiar los diversos aspectos del área de estudios de la bahía tortugas, se requiere de un mayor nivel de detalle en la cartografía referencial de las costas y las islas aledañas para que los resultados se muestren de manera más real posible.

El presente informe muestra los diferentes aspectos de la labor encomendada: elaborar el perfil de la bahía tortugas y de las islas cercanas en la zona a escala 1:50 000.

16.1. Materiales y métodos

Para la obtención de la fuente se adquirió 3 cartas del INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL DEL PERU estas fueron escaneadas y posteriormente fueron georeferenciadas (Fig. 63), así mismo se obtuvo imágenes Landsat ETM+ L7, del Global Land Cover Facility (GLCF) (Fig. 64), disponibles en la red internet y finalmente como fuente de apoyo se uso la información del programa Google Earth®.

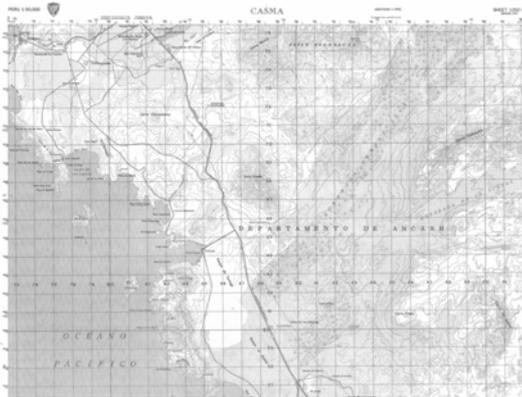


Figura 63. Carta 1252III IGN escaneado

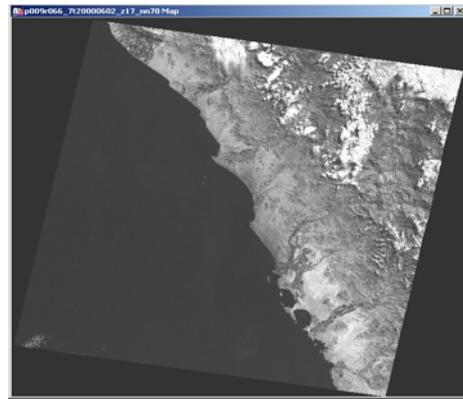


Figura 64. Imagen Landsat del GLCF

Para efectuar el trazado del perfil del litoral de la bahía tortuga, sobre estas imágenes ya georreferenciadas, se usó el programa MapInfo®, el cual tiene un módulo para georeferenciar, digitalizar y editar las imágenes de satélite (Fig. 65) y del escaneo de las cartas del IGN, finalmente se exportó el perfil de la bahía tortuga en formato dxf de Autocad® para su utilización en el programa Surfer® tanto coordenadas geográficas como en UTM.

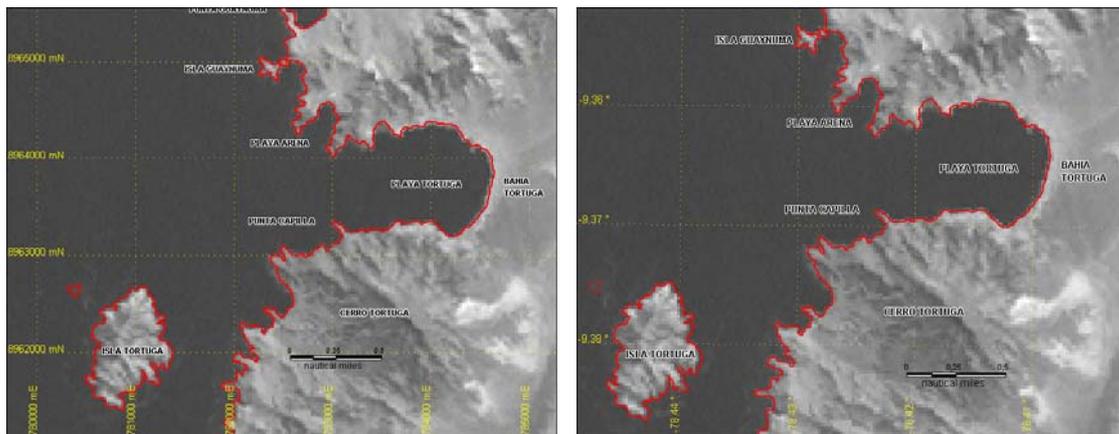


Figura 65. Imagen Landsat ETM+, 7T20000602_Z17 resolución 30x30 m bajo entorno MapInfo

16.2 Resultados

El proceso realizado muestra el trazado de la línea de costa de la bahía tortugas y de las islas aledañas, referenciadas en coordenadas geográficas (geocéntricas) y datum WGS84 en formato MapInfo (Fig. 66), las fuentes procesadas permiten un trabajo a escala 1:50 000 el cual nos muestra una mayor precisión de los elementos y características de la zona estudiada.

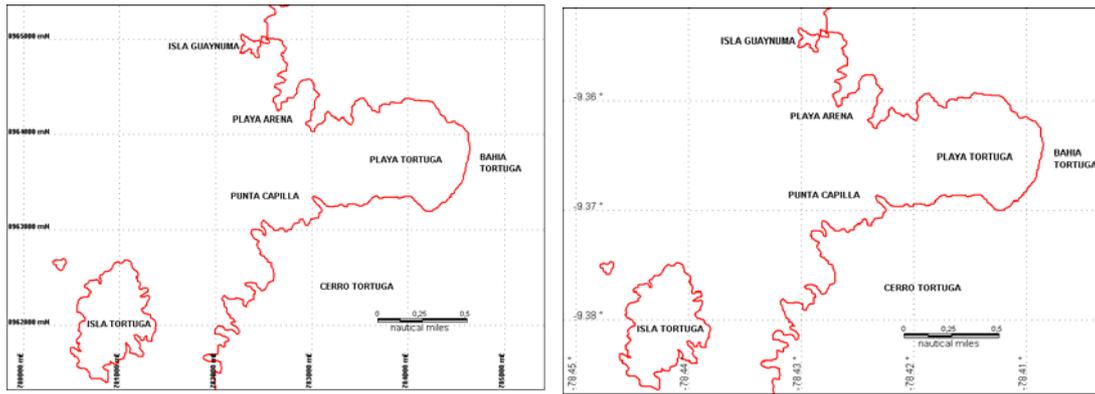


Figura 66. Perfil final de Bahía Tortugas en coordenadas geográficas y UTM

17. CONCLUSIONES GENERALES

- El departamento de Ancash posee una gran cantidad de minerales metálicos tales como el PLOMO, ORO, PLATA, etc. que son utilizados en la industria metalúrgica, y los no metálicos como la CAL, INTRUSIVAS, ARENISCAS, para su utilización en la construcción; siendo así un importante factor para el desarrollo de nuestro país
- La Bahía Tortugas presenta una suave pendiente, tendiendo como límite en la entrada a la bahía la isobata de 20 m de profundidad.
- Se observa por fuera de la Bahía Tortugas concentraciones de *Loligo gahi* (calamar) en concentraciones importantes (alrededor de Pta. La Capilla y Pta. Boca del Diablo).
- El fondo marino de Bahía Tortugas se caracterizó por presentar una tipología de sedimentos predominantemente compuesta por arena y limo.
- Las mayores concentraciones de materia orgánica en sedimentos están asociadas a las actividades antropogénicas como la maricultura y pesca artesanal.
- La evaluación de los indicadores de la calidad acuática en la Bahía Tortugas no mostraron algún tipo de perturbación significativa en el área evaluada.
- Las Aguas Costeras Frías predominaron en toda el área evaluada.
- La concentración promedio de sólidos suspendidos totales no superó la media de 30 mg/L encontrado a lo largo de la costa peruana.
- Los indicadores de contaminación orgánica y microbiana fueron bajos y adecuados a los criterios de calidad acuática, no sobrepasaron lo permitido por la LGA para las clases IV, V y VI.
- El 95,8 % de los valores de sulfuro de hidrógeno sobrepasó lo permitido (0,0625 $\mu\text{g-at/L}$) por la LGA para los usos V y VI;
- Los niveles de cobre total en agua de mar se pueden considerar normales para la Bahía Tortugas ya que la data ambiental de la Costa Peruana tiene un promedio de 30 $\mu\text{g/L}$ y la presencia de cobre esta influenciada por la dinámica marina.
- La presencia de cadmio total en el sedimento superficial fue muy puntual en la entrada de la bahía y poco significativo.
- Los niveles de concentración de plomo, manganeso, cobre, cinc y hierro en los sedimentos superficiales son bajos en comparación a lo registrado en bahías costeras con similares características.
- Los niveles de cobre total más significativos que superaron los 10 $\mu\text{g/g}$ establecido por la FAO, se detectaron en organismos como: caracol negro y cangrejo peludo.
- Los niveles de cadmio y plomo en los organismos marinos fueron bajos respecto a lo establecido por la FAO.
- Las comunidades de la macrofauna béntica presentaron una distribución longitudinal y batimétrica de acuerdo a su ubicación dentro de la bahía, encontrándose menor diversidad y mayor dominancia en las partes costeras; mientras las comunidades que habitan la parte central presentaron mayor diversidad y menor dominancia.
- El grupo Polychaeta ha sido el de mayor dominancia numérica y biomasa entre las estaciones analizadas con un 64 % y 42 % respectivamente.
- Las especies que alcanzaron mayores densidades fueron *Caulleriella magna-*

oculata, *Spiophanes bombyx*, *Magelona phyllisae*, *Mediomastus branchiferus*, *Chone paracincta* (Polychaeta) y el orden Gammarida (Crustácea).

- Los recursos que sustentan la pesca artesanal en Bahía Tortuga son los invertebrados marinos.
- Los Pescadores artesanales que operan en la Bahía Tortuga son en su gran mayoría foráneos y proceden de la ciudad de Casma, siendo un mínimo de la misma bahía.

REFERENCIAS

- ACLETO, C. y R. ZUÑIGA. 1998. Introducción a las algas. Ed. Escuela Nueva Lima. 383 pp.
- ADAMS, 1905. En DÁVALOS, P. y LISTÓN. 1922 La primera centuria: causas geográficas, políticas y económicas que han detenido el progreso moral y material del Perú en el primer siglo de su vida independiente. Tomo II.
- ALAMO, V., y VALDIVIESO, V. 1987. Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú. Inst. Mar Perú, Boletín Volumen Extraordinario. 205 pp.
- BRACK Y MENDIOLA, 2000. Enciclopedia virtual. "Ecología del Perú". Recuperado el 5 de julio 2007. <http://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>
- 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.
- BALECH, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Public. Espec. Inst. Español de Oceanog. España. 310 pp.
- BARNES, R. 1982. Zoología de Invertebrados. 4ta Edición. Nueva Editorial Interamericana, 1157pp.
- BOLTOSVSKOY, D. 1981 Atlas del zooplancton del atlántico SudOccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP MAR DEL PLATA ARGENTINA 935pp.
- CARRITT, D.E., CARPENTER, J.H., 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater; a NASCD report. Journal of Marine Research 24, 286-318.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2007(a). Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* "concha de abanico" en Isla Santa, Hueco de la Vela-Agua Fría, El Dorado, Boquita de samanco, Las Salinas y Bahía Tortuga. Marzo 2006. Informe interno. Inst. Mar Perú. 53p.
- 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, Los Chimus-Salinas y Bahía Tortuga. Setiembre-octubre 2006. Informe interno. Inst. Mar Perú. 64p.
- BERRU, P; A. TRESIERRA y V. GARCÍA. 2007(c). Evaluación poblacional de *Argopecten purpuratus* "concha de abanico" en Isla Santa, Hueco de la Vela-Agua Fría, El Dorado, Boquita de samanco, Las Salinas y Bahía Tortuga. Marzo-Abril 2007. Informe interno. Inst. Mar Perú. 61p.

- BODEN B., JOHNSON M. y BRINTON E. 1955. The Euphausiacea (Crustacea) of the North Pacific. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 6(8): 287-400.
- BOSCHI E. 1981. Larvas de Crustacea decápoda. En "Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino" (D. Boltovskoy, Ed.), Public. Esp. Inst. Nac. Inv. Desarrollo Pesq., Mar del Plata: 699-757.
- BOUILLON J. 1999. Hydromedusae. In "South Atlantic Zooplankton" (D. Boltovskoy, Ed.) Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 1:385-465.
- BOWMAN T., GRUNER H. 1973. The families and genera of Hyperiididae (Crustacea: Amphipoda). Smithsonian Contrib. Zool., 146: 1-64.
- BRACK, A y E. MENDIOLA. 2000. Ecología del Perú, Lima Bruño. Recuperado el 5 de julio del 2007. pagina web: <http://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>
- BRADFORD-GRIEVE J, MARKHASEVA E, ROCHA C, ABIAHY B. 1999. Copepods. In "South Atlantic Zooplankton" (D. Boltovskoy, Ed.) Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 2:869-1098.
- BRYAN, G.W. and LANGSTON, W.J. (1992). Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. Environmental Pollution 76: 89-131
- CARRIT, D; J. CARPENTER. 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.
- CHIRICHIGNO, N. 1970. Lista de crustáceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda). Inf. Inst. Mar Perú, 35: 1-237.
- CHIRICHIGNO, N. y J. VELEZ. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Segunda edición. 500 pp. Callao.
- COSSA D., E. BOURGET and J. PIUZE. 1979. Sexual maturation as source of variation in the relation ship between cadmium concentration and body weight of *M. edulis* (L). Mar Pollut. 10: 174-176.
- CUPP, E. 1943. Marine planckton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 5:1-237.
- EINARSSON, H. y ROJAS DE MENDIOLA B. 1963. Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). Bol. Inst. Invest. Recurs. Mar., Callao, 1 (1): 1-23.

- FAUCHALD, K. 1977. The Polychaete worms. Definitions and keys to the order, families and genera. University of Southern California. Science, Series 28: 1-188.
- FERNÁNDEZ, A. 1999. Manual de las diatomeas peruanas. 276 pp. Trujillo.
- FERNÁNDEZ, A. 1986. Manual de laboratorio de botánica criptogamita. 139 pp. Trujillo.
- FISIOGRAFÍA DEL PERÚ\GEOLOGÍA DE ANCASH (Perú) - Monografias_com.htm. recuperado 15 junio del 2007. pag. Web. <http://www.monografias.com/trabajos33/geologia-ancash/geologia-ancash.shtml>.
- FLORES, M. 1989. La zona costera del Perú: un ensayo de interpretación y proposición de su organización para su administración. CONCYTEC. 55pp.
- FRAZIER J., S. GEORGE and J. OVERNELL. 1985. Characterization of two molecular weight classes of Cd binding proteins the *Mytilus edulis*. Comp. Biochem. Physiol, 80: 257-262.
- GARCÍA, V; G. SANCHEZ, A. TRESIERRA, R. OROZCO y J. TENORIO 2004. Evaluación de la calidad del ambiente marino costero en las bahías de Coishco, El Ferrol y Samanco, Chimbote. Febrero 2004. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- GARCÍA, V; G. SÁNCHEZ, A. TRESIERRA, R. OROZCO, E. DELGADO y M. CRISPÍN 2006 a. Evaluación de la calidad del ambiente marino costero en el litoral de la Región Ancash. Abril 2006. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- GARCÍA, V; G. SÁNCHEZ, A. TRESIERRA, R. OROZCO, E. DELGADO y N. DOMINGUEZ 2006 b. Evaluación de la calidad del ambiente marino costero en el litoral de la Región Ancash. Diciembre 2006. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- GARRELS R., F. MACKENSIE and C. HUNT. 1975. Chemical cycles and the global environment assessing human influences. W-K. Los Altos, California, USA. 206 p.
- GIRALDO, R. y D. RODRÍGUEZ. 1997. Métodos estadísticos aplicados a la investigación biológica. Revista de divulgación científica y tecnológica N° RA-16. PROGRAMA DE PESCA UNION EUROPEA INPA/VECEP ALA/92/43 ISSN 0123-2886. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura – INPA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.
- GOMEZ, O. 1997. Los tintínidos (Protozoa; Ciliata) del mar peruano y sus relaciones con el fenómeno El Niño. Bol Inst. Mar Perú Vol. 16 N° 2.

- GUTIÉRREZ E., J. VILLAECUSA y A. ARREOLA. 1999. Bioacumulación de metales de cuatro sitios selectos de la región costera de Baja California. *Ciencias Marinas* 25(4): 557-578.
- GURNEY R. 1942. The larvae of decapod Crustacea. Ray. Soc. Publ., London, pp. 1-306.
- 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.
- 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.
- GUZMÁN S. y AYÓN P. 1995. Las larvas de peces del área norte del mar peruano. Inf. Inst. Mar Perú- Callao. No. 115: 1-115.
- HARDY, D. 1991 Scallop Farming. Editorial Fishing News. 1991. USA Sandoval, C.O. 1979 Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. Informe N 63 Callao Peru. Inst. Mar. Peru
- HASLE, G. Y E. E. SYVERTSEN. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (ed.). Identifying. Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 1-383 pp.
- HASLE, G. Y E. E. SYVERTSEN. 1997. Marine diatoms. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Phytoplankton: Chapter 2. Academic Press, Inc. San Diego. 5-385 pp.
- HEIMDAL, B. 1993. Modern Coccolithophorids. In Tomas C. (ed.). Marine Phytoplankton a guide to naked flagellates and coccolithophorids, Cap. 3. Academic Press, Inc. San Diego. 147-235 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. 2007 Tablas de mareas. Puertos de la costa del Perú. 115 p.
- HIDRONAV. 1998. Derrotero de la Costa Norte del Perú.
- HOBSON, K. & K. BANSE. 1981. Sedentariate and archiannelid polychaetes of British Columbia and Washington. *Bull. Fish. Aquat. Sci.*, 209: 1-144 pp.
- HOLM-HANSEN, A., LORENZEN, O., COLMES, R., STRICKLAND, J., 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. *Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer* 30, 3-15.

- HUSTEDT, F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands. Osterreichs und der Schqreiz mit Beucksichtigung der ubrigen Lander Europas sowie der angerzenden Meerresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971: 920 pp.
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE). 2006. PROYECTO PNUMA/GPA-CPPS-IMARPE-2006. "Recuperación medioambiental de la bahía El Ferrol, Chimbote y sus áreas costeras adyacentes". Primera Etapa.- Inventario de la biodiversidad de la bahía de Samanco, provincia DEL Santa y diseño de un sistema de monitoreo. Julio del 2006. 29 pp. Callao.
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE). 1985. "El Niño" su impacto en la fauna marina. Bol. Vol. Extraordinario. 222 pp. Callao.
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE). 1981. Investigación cooperativa de la anchoveta y su ecosistema – ICANE – entre Perú y Canada. Bol. Vol. Extraordinario. 288 pp. Callao.
- KOEPCKE, H.-W & M. 1953. Die warmen Feuchtluftwüsten Perus (Eeine Einteilung in Lebensstatten unter bosonderer Berücksichtigung der Vogel). Bonn. zool. Beitr. 4, 1-2, pág. 79-146; Bonn.
- 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. 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.
- LOBEL P. and D. WRIGHT. 1982. Gonadal and nongonadal zing concentration in mussel. Mar. Pollut. Bull, 13:323-329.
- 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.
- MACLENNAN, D.N AND J.SIMMONDS. 1992. Fisheries Acoustics. Chapman and Hall Fish and Fisheries Series N° 5.
- MENDEZ, A. 1982. Crustáceos comerciales y otras especies comunes en el Litoral Peruano. Separata del "boletín de Lima" N° 20. 19 pp.
- MORENO, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

- OCHO A, N. y O. GOMEZ. 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.
- OCHOA, N. y O. GÓMEZ. 1987. Dinoflagellates as indicators of water masses during El Niño, 1982-83. Journal of Geophysical Research, Vol. 92:14355-14367.
- PETERSEN, G. y R. MUGICA. 1972. Historia Marítima del Perú. El mar: Gran Personaje. Tomo I. Volumen 1. 474 pp.
- PLAN ESTRATÉGICO REGIONAL EXPORTADOR REGIÓN ANCASH. 2004. recuperado el 5 de julio del 2007. Pagina Web: http://www.minag.gob.pe/dgpa1/ARCHIVOS/alcachofa_plan3.pdf
- POHLE G, MANTELATTO F, NEGREIROS-FRANSOZO M, FRANSOZO A. 1999. Larval Decapoda. In "South Atlantic Zooplankton" (D. Boltovskoy, Ed.) Backhuys Publishers, Leinden, The Netherlands. 2: 1281-1351.
- PUGH P. 1999. Siphonophorae. In South Atlantic Zooplankton I (D. Boltovskoy, Ed.) Backhuys Publishers, Leinden, The Netherlands: 467-511.
- REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE AGUAS (D.L. 17752), 1970-1983. Reglamento de los titulos I, II y III del 17752 y sus modificaciones al año 2003 (DSN 003-2003 SA).
- ROJAS DE MENDIOLA, B., O. GÓMEZ y N. OCHOA. 1985. Efectos del fenómeno "El Niño" 1982-83 sobre el fitoplancton de la costa peruana. En: Simp. Int. Afl. O Afr., Inst. Inv. Pesq., Vol. 1: 417-433.
- SADIQ, M. (1992). Toxic metal chemistry in marine environments. Marcel Dekker Inc., New York, Basel, Hong Kong. ISBN 0824786475.
- SANDOVAL DE CASTILLO O. 1979. Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. Inf. Inst. Mar Perú. 63. 69 pp.
- SÁNCHEZ, S. 2006. Mortandad de *Argopecten purpuratus* "concha de abanico" en Bahía Tortuga. Chimbote. Inf. Interno Inst. Mar del Perú. 2 p.
- SANCHEZ, S y N. JACOBO. El fitoplancton en superficie durante la Prospección Bio-Oceanográfica para la delimitación y caracterización de los bancos naturales de invertebrados marinos en la Bahía de Sechura 0302. Infome interno del Área de Fitoplancton y Producción Primaria.
- SCHILLER, J. 1971. Dinoflagellate (Peridinae) in monographischer Behandlung. 2 Teil. En: L. Rabenhortst (ed). Kriptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, 1971, Vol. 10 Section 3, Part 1: 617 pp.
- SCHILLER, J. 1937. Dinoflagellatae (Peridinidae) in Monographischer Behandlung. Rabenhorst, Kriptogamen-Flora 10(3) parte 2. 589 pp.

- SCHILLER, J. 1933. Dinoflagellatae (Peridinidae) in Monographischer Behandlung. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora 10(3) parte 1. 617 pp.
- SHANNON, C. y M. WEAVER. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press Urbana. 125 pp.
- SIMMONDS J. E. & D. N. MacLennan. 2005. Fisheries Acoustics. Chapman and Hall editors.
- SNEATH, P. & R. SOKAL. 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman, San francisco. 571pp.
- 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.
- STEIDINGER, K. y K. TANGEN. 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.
- SUNDSTRÖM, B. 1986. The Marine diatom genus Rhizosolenia. A new approach to the taxonomy. Lund, Sweden: 196 pp.
- THRONDSSEN, J. 1978. Preservation and storage. En: A. Sournia (Ed.) Phytoplankton manual. UNESCO, París: 69-74.
- THRÖNDSSEN, J. 1993. The Planktonic Marine Flagellates. In Tomas C. (ed.). Marine Phytoplankton a guide to naked flagellates and coccolithophorids, Cap. 2. Academic Press, Inc. San Diego. 7-145 pp.
- TOVAR, H. 1968. Áreas de reproducción y distribución de las aves marinas en el litoral peruano. Inf. Inst. Mar Perú. Boletín, vol. I. N° 10: 526-539.
- TRESIERRA, A. y Z. CULQUICHICÓN. 1993. Biología pesquera, Trujillo. Edit. Libertad. Perú. 430 p.
- UNESCO. 1981. Programa de plancton para el Pacífico Oriental. Informes de la UNESCO sobre ciencias del mar. Callao 11 :25-26.
- USPHS (1997). Toxicological profile for zinc on CD-ROM. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. U.S. Public Health Service.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommnung der Quantitativen Phytoplankton methodik Mitt. Inter. Ver. Limnol. 9: 1-38.

- VAN GUELPEN, L., MARKLE D.F., DUGGAN D. 1982. An evaluation of accuracy, precision, and speed of several zooplankton subsampling techniques. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 40:226-236.
- VEGAS, M. 1989. *Ecología y Mar Peruano*. Documento de Conservación N° 3. 46 pág. Lima.
- VELAZCO, F y M. SARMIENTO. 2007. Topografía y naturaleza del fondo marino. En el Forum de la merluza. Recuperado el 5 de julio 2007. http://www.imarpe.gob.pe/informes/info_merluza/topografia.html
- 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).
- ZUTA, S. y O, GUILLEN. 1970. Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú. Callao, *Bol. Inst. Mar Perú – Callao* 2(5): 323 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de análisis granulométrico y de materia orgánica en sedimentos en Bahía Tortugas. Mayo 2007

ESTACION	PROF. m	POSICION Unid.Geograf.	FECHA	TIPO DE SUELO ANALIZADO	CANTIDAD DE MAT. ORG (%)	GRANULOMETRIA		
						GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)
E-1	13	9°21'41,2" 78°25'30,8"	JUNIO 2007	Arena mal graduada Color Gris verdoso claro 6/10y (gley 1) Presenta restos calcareos	2,95	0,13	95,35	4,52
E-3	20	9°21'53,6" 78°25'38,2"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcareos y algas	3,55	0,38	83,62	16,00
E-6	15	9°21'59,4" 78°25'26,0"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1)	2,08	0,00	59,15	40,85
E-7	11	9°22'13,5" 78°25'32,2"	JUNIO 2007	Arena gruesa mal graduada Color Gris verdoso claro 7/10y (gley 1) Presenta restos calcareos	9,80	0,39	99,52	0,09
E-9	16,5	9°21'53,6" 78°25'26,7"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1)	1,07	0,95	64,95	34,10
E-12	14	9°21'54,4" 78°25'19,1"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1)	1,95	0,00	53,66	46,34
E-13	14	9°22'00,9" 78°25'18,8"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1)	1,84	0,00	65,67	34,33
E-15	6,5	9°22'06,6" 78°25'12,5"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 6/10y (gley 1) Presenta restos calcareos	3,04	0,17	79,19	20,64
E-16	8,8	9°22'02,1" 78°25'11,5"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcareos y algas	3,59	0,00	74,51	25,49
E-17	11	9°21'52,8" 78°25'11,9"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcareos y algas	4,58	0,50	34,44	65,07
E-20	9	9°21'46,8" 78°25'04,2"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1)	1,39	0,00	73,74	26,26
E-22	8	9°22'00,6" 78°25'04,6"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1)	3,31	0,85	72,64	26,52
E-25	5,2	9°22'00,6" 78°24'58,0"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1)	1,63	0,00	77,56	22,44
E-26	6,2	9°21'52,6" 78°24'57,7"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcareos y algas	4,14	0,00	70,27	29,73
E-27	6,6	9°21'45,0" 78°24'57,4"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcareos y algas	5,45	17,30	71,30	11,41
E-31	5,2	9°21'46,3" 78°24'49,1"	JUNIO 2007	Arena mal graduada Color Gris verdoso claro 6/10y (gley 1) Presenta restos calcareos y algas	3,70	24,42	71,23	4,35
E-32	5,2	9°21'53,9" 78°24'50,7"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1)	2,30	0,00	87,41	12,59
E-33	3,3	9°22'01,0" 78°24'50,3"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris oliva 5/2 (gley 5y) Presenta restos de algas	1,82	0,41	87,15	12,44
E-36	3,2	9°22'01,0" 78°24'42,9"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1)	1,02	0,04	88,40	11,57
E-37	3,7	9°21'53,6" 78°24'42,8"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1)	0,94	0,00	91,27	8,73
E-39	4	9°21'47,6" 78°24'40,0"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 5/10y (gley 1) Presenta restos calcareos y algas	1,81	0,22	96,02	3,77
E-40	3,2	9°21'53,0" 78°24'36,6"	JUNIO 2007	Arena Limosa Color Gris verdoso 6/10y (gley 1)	0,92	0,00	95,99	4,01

Anexo 2. Variables oceanográficas registras en Bahía Tortugas. Mayo

ESTACION	HORA	FECHA	LATITUD			LONGITUD			FONDO (m)	NIVEL (m)	TEMPERATURA (°C)	SALINIDAD (ups)	OXIGENO (mL/L)	CORRIENTES MARINAS		TURBIDEZ (NTU)	TRANSPARENCIA (m)
			g	mm	ss	g	mm	ss						v (cm/s)	Dir (°)		
1	09:15	24-05-07	9° 21' 41,2"	78° 25' 30,8"	13,0	0	17,0	35,076	5,47	4,7	10	0,74	5,2				
						5	15,7	35,082	4,02	1,7	176	0,36					
						12	14,9	35,069	0,89	1,8	216	1,51					
2	10:15		9° 21' 44,2"	78° 25' 37,9"	18,0	0	16,4	35,076	5,36	3,7	7	0,79	4,0				
						5	15,6	35,078	3,29	1,4	192	0,46					
						17	14,8	35,074	0,73	0,6	40	1,10					
3	11:04		9° 21' 53,6"	78° 25' 38,2"	20,0	0	16,1	35,072	5,26	0,8	344	0,61	5,0				
						5	15,5	35,068	3,40	5,3	177	0,46					
						19	14,9	35,080	0,46	4,1	182	1,51					
4	12:11		9° 22' 02,2"	78° 25' 36,1"	19,0	0	16,0	35,076	5,37	2,9	343	0,58	3,8				
						5	15,6	35,084	3,62	3,2	142	0,50					
						18	14,8	35,075	0,46	4,8	183	1,67					
5	12:33		9° 22' 06,5"	78° 25' 26,8"	11,0	0	16,2	35,067	4,97	8,9	37	0,73	4,1				
						5	15,3	35,093	2,90	10	226	4,03					
						10	14,9	35,088	0,82	1,5	235	1,20					
6	13:09		9° 21' 59,4"	78° 25' 26,0"	14,0	0	15,9	35,084	4,77	5,2	1	0,60	4,9				
						5	15,4	35,066	3,11	4,4	155	0,40					
						13	14,9	35,089	0,89	5,3	197	0,93					
7	08:10	25-05-07	9° 22' 13,5"	78° 25' 32,2"	11,0	0	16,2	35,081	4,94	1,4	23	0,77	5,2				
						5	15,6	35,070	4,11	0,3	22	0,58					
						10	14,9	35,088	0,63	2,4	256	1,01					
8	09:11		9° 21' 53,4"	78° 25' 30,2"	18,0	0	16,5	35,087	4,88	0,2	125	0,56	5,0				
						5	15,8	35,082	3,89	1,1	43	0,58					
						17	14,9	35,079	0,64	1,8	331	0,70					
9	09:51		9° 21' 53,6"	78° 25' 26,7"	17,0	0	16,7	35,084	5,08	5,8				
						5	16,0	35,068	3,95	...	...	...		
						16	15,0	35,077	0,46	...	...	...		
10	10:15		9° 21' 46,3"	78° 25' 25,3"	12,0	0	16,3	35,088	5,05	1,2	69	0,59	5,8				
						5	16,0	35,086	4,35	2,6	103	0,59					
						11	15,0	35,082	1,10	4,3	307	1,08					
11	10:55		9° 21' 45,2"	78° 25' 17,6"	10,0	0	16,7	35,091	5,10	10	55	0,54	4,8				
						5	16,1	35,074	4,26	0,4	104	0,64					
						9	15,2	35,081	2,36	3,8	235	0,80					
12	11:35		9° 21' 54,4"	78° 25' 19,1"	14,0	0	16,8	35,078	5,05	8,4	55	0,76	6,3				
						5	16,0	35,085	4,39	1,2	237	0,57					
						13	15,2	35,080	0,54	2,8	202	1,82					
13	12:19		9° 22' 00,9"	78° 25' 18,8"	14,0	0	16,4	35,101	5,00	3,6	32	0,76	4,2				
						5	15,5	35,095	3,66	4,2	275	0,54					
						13	15,3	35,088	1,36	2,4	205	0,93					
14	13:04		9° 22' 07,0"	78° 25' 19,2"	6,0	0	16,1	35,080	4,66	2,5	69	0,95	4,7				
						5	15,4	35,065	2,83	2,8	223	0,69					
						5	16,1	35,085	4,59	4,3	17	1,42					
15	13:29		9° 22' 06,6"	78° 25' 12,5"	6,5	0	16,1	35,085	4,59	4,3	17	1,42	4,5				
						5	15,5	35,082	2,83	4,7	217	0,73					
						8	16,6	35,099	4,69	1,2	86	0,72					
16	08:30	26-05-07	9° 22' 02,1"	78° 25' 11,5"	8,8	0	16,6	35,099	4,69	1,2	217	0,72	5,5				
						8	15,2	35,086	2,46	0,9	254	0,49					
						10	16,9	35,103	4,83	1	19	0,81					
17	09:16		9° 21' 52,8"	78° 25' 11,9"	11,2	0	16,9	35,103	4,83	1	19	0,81	4,8				
						5	16,2	35,096	4,29	1,5	103	0,54					
						10	15,2	35,086	2,13	0,3	259	0,71					
18	09:55		9° 21' 44,4"	78° 25' 11,9"	9,2	0	16,8	35,102	4,73	3,1	246	1,00	4,0				
						5	16,2	35,093	3,90	0,9	154	0,59					
						8	15,4	35,085	2,63	1	256	0,80					
19	10:45		9° 21' 39,7"	78° 25' 06,9"	4,8	0	17,0	35,094	4,70	0,5	152	1,00	4,5				
						4	16,8	35,079	4,22	0,8	316	1,01					
						0	17,0	35,096	4,80	6,3	48	0,80					
20	11:24		9° 21' 46,8"	78° 25' 04,2"	9,0	0	17,0	35,092	4,50	2,4	267	0,60	4,5				
						5	16,6	35,088	2,30	3,2	270	0,59					
						8	15,6	35,088	2,30	3,2	270	0,59					
21	12:02		9° 21' 53,8"	78° 25' 04,4"	9,2	0	17,0	35,088	4,80	3,5	58	0,77	3,1				
						5	16,6	35,097	4,54	4,1	249	0,66					
						8	15,4	35,064	3,03	3,8	263	0,90					
22	12:51		9° 22' 00,6"	78° 25' 04,6"	8,0	0	16,7	35,091	4,57	7,4	72	0,81	5,0				
						7	15,8	35,102	3,21	4,3	249	0,65					
						0	17,0	35,099	5,29	1	269	3,82					
23	08:00	27-05-07	9° 22' 06,8"	78° 25' 06,1"	3,2	0	17,0	35,104	4,69	1,9	259	3,19	2,3				
						2,5	16,9	35,104	4,69	1,9	259	3,19					
						0	17,2	35,114	5,01	0,5	314	6,11					
24	08:46		9° 22' 05,5"	78° 25' 00,3"	1,9	0	17,2	35,114	5,01	0,5	314	6,11	1,6				
						0	17,2	35,114	5,01	0,5	314	6,11					
						0	17,2	35,114	5,01	0,5	314	6,11					
25	09:02		9° 22' 00,6"	78° 24' 58,0"	5,5	0	17,2	35,101	5,27	0,6	273	1,23	4,3				
						5	15,9	35,087	3,79	1	55	2,24					
						0	17,2	35,107	5,09	0,9	328	0,79					
26	09:45		9° 21' 52,6"	78° 24' 57,7"	6,2	0	17,2	35,107	5,09	0,9	328	0,79	4,8				
						5	15,9	35,086	4,17	1,4	17	0,70					
						0	17,2	35,097	5,46	2,1	231	0,84					
27	10:12		9° 21' 45,0"	78° 24' 57,4"	6,4	0	17,2	35,070	4,83	1,9	44	0,71	4,2				
						5	16,1	35,070	4,83	1,9	44	0,71					
						0	17,0	35,100	4,96	2,2	139	0,97					
28	10:45		9° 21' 40,2"	78° 25' 01,3"	6,2	0	17,0	35,086	2,99	2	327	1,51	4,0				
						5	15,9	35,086	2,99	2	327	1,51					
						0	17,4	35,104	4,22	2	87	1,07					
29	11:18		9° 21' 38,5"	78° 24' 52,8"	4,3	0	17,4	35,085	3,95	2,2	281	1,29	3,5				
						3	17,2	35,085	3,95	2,2	281	1,29					
						0	17,5	35,107	4,71	1,9	93	1,69					
30	11:46		9° 21' 47,4"	78° 24' 47,4"	4,8	0	17,5	35,112	3,81	2,5	221	2,57	2,7				
						4	16,9	35,112	3,81	2,5	221	2,57					
						0	17,2	35,108	4,99	1,6	117	1,71					
31	07:53	28-05-07	9° 21' 46,3"	78° 24' 49,1"	5,2	0	17,2	35,086	2,65	1	249	1,90	2,5				
						4	15,4	35,086	2,65	1	249	1,90					
						0	17,2	35,106	5,19	1,7	328	1,32					
32	08:40		9° 21' 53,9"	78° 24' 50,7"	5,2	0	17,2	35,075	3,22	2,1	142	3,76	3,0				
						4	15,9	35,075	3,22	2,1	142	3,76					
						0	17,4	35,131	5,27	2,1	268	1,56					
33	09:20		9° 22' 01,0"	78° 24' 50,3"	3,5	0	17,4	35,093	4,09	3,8	282	2,24	2,3				
						2,5	17,0	35,093	4,09	3,8	282	2,24					
						0	17,6	35,109	4,99	1,2	248	1,75					
34	09:51		9° 22' 04,9"	78° 24' 50,9"	3,0	0	17,6	35,097	4,68	0,2	134	5,03	1,8				
						2,5	17,6	35,097	4,68	0,2	134	5,03					
						0	18,2	35,123	5,47	1	13	11,24					
35	10:28		9° 22' 07,2"	78° 24' 46,0"	1,2	0	18,2	35,123	5,47	1	13	11,24	1,0				
						0	18,2	35,123	5,47	1	13	11,24					
						0	18,2	35,123	5,47	1	13	11,24					
36	10:47		9° 22' 01,0"	78° 24' 42,9"	3,2	0	18,1	35,121	4,96	2,7	322	3,50	1,2				
						2,5	18,1	35,110	4,98	3,1	300	3,94					
						0	18,0	35,126	4,78	1,8	135	5,38					
37	11:24		9° 21' 53,6"	78° 24' 42,8"	3,7	0	18,0	35,113	3,62	3,1	270	5,75	0,7				
						3	17,2	35,113	3,62	3,1	270	5,75					
						0	17,1	35,120	4,30	3,1	246	2,83					
38	08:11	29-05-07	9° 21' 46,3"	78° 24' 45,4"	4,5	0	17,1	35,081	2,87	1,8	158	1,44					

Anexo 3. Indicadores de la calidad del agua marina en Bahía Tortugas.
Mayo 2007

ESTACION	LATITUD			LONGITUD			NIVEL (m)	TEMPERATURA (°C)	pH	SULFUROS (µg-at/L)	SST (mg/l)	ACEIT. Y GRASAS (mg/l)
	g	mm	ss	g	mm	ss						
1	9° 21' 41,2"			78° 25' 30,8"			0	17,0	7,82	0,216	12,0	0,80
							5	15,7	7,78			
							12	14,9				
2	9° 21' 44,2"			78° 25' 37,9"			0	16,4	7,79	0,879	8,0	1,00
							5	15,6	7,72			
							17	14,8				
3	9° 21' 53,6"			78° 25' 38,2"			0	16,1	7,81	...	...	...
							5	15,5	7,72			
							19	14,9				
4	9° 22' 02,2"			78° 25' 36,1"			0	16,0	7,76	0,134	19,5	1,30
							5	15,6	7,74			
							18	14,8				
5	9° 22' 06,5"			78° 25' 26,8"			0	16,2	7,71	0,118	29,5	0,50
							5	15,3	7,70			
							10	14,9				
6	9° 21' 59,4"			78° 25' 26,0"			0	15,9	7,74	...	...	...
							5	15,4	7,72			
							13	14,9				
7	9° 22' 13,5"			78° 25' 32,2"			0	16,2	7,78	0,166	15,0	0,75
							5	15,6	7,76			
							10	14,9				
8	9° 21' 53,4"			78° 25' 30,2"			0	16,5	7,80	0,160	11,5	1,20
							5	15,8	7,74			
							17	14,9				
9	9° 21' 53,6"			78° 25' 26,7"			0	16,7	7,80	...	...	...
							5	16,0	7,74			
							16	15,0				
10	9° 21' 46,3"			78° 25' 25,3"			0	16,3	7,75	0,121	19,0	0,80
							5	16,0	7,73			
							11	15,0				
11	9° 21' 45,2"			78° 25' 17,6"			0	16,7	7,72	...	...	...
							5	16,1	7,70			
							9	15,2				
12	9° 21' 54,4"			78° 25' 19,1"			0	16,8	7,79	0,119	23,5	0,70
							5	16,0	7,75			
							13	15,2				
13	9° 22' 00,9"			78° 25' 18,8"			0	16,4	7,76	0,093	32,0	1,10
							5	15,5	7,71			
							13	15,3				
14	9° 22' 07,0"			78° 25' 19,2"			0	16,1	7,74	...	...	...
							5	15,4	7,74			
							5	15,4				
15	9° 22' 06,6"			78° 25' 12,5"			0	16,1	7,75	0,050	6,0	0,60
							5	15,5	7,70			
							5	15,5				
16	9° 22' 02,1"			78° 25' 11,5"			0	16,6	7,71	0,092	23,5	1,10
							8	15,2	7,74			
							8	15,2				
17	9° 21' 52,8"			78° 25' 11,9"			0	16,9	7,72	...	...	...
							5	16,2	7,70			
							10	15,2				
18	9° 21' 44,4"			78° 25' 11,9"			0	16,8	7,74	0,191	18,5	1,00
							5	16,2	7,76			
							8	15,4				
19	9° 21' 39,7"			78° 25' 06,9"			0	17,0	7,80	...	...	...
							4	16,8	7,77			
							4	16,8				
20	9° 21' 46,8"			78° 25' 04,2"			0	17,0	7,71	0,107	15,0	0,70
							5	16,6	7,68			
							8	15,6				
21	9° 21' 53,8"			78° 25' 04,4"			0	17,0	7,79	...	...	...
							5	16,6	7,73			
							8	15,4				
22	9° 22' 00,6"			78° 25' 04,6"			0	16,7	7,81	0,129	21,5	0,90
							7	15,8	7,74			
							7	15,8				
23	9° 22' 06,8"			78° 25' 06,1"			0	17,0	7,81	0,098	41,0	1,10
							2,5	16,9	7,72			
							2,5	16,9				
24	9° 22' 05,5"			78° 25' 00,3"			0	17,2	7,78	...	...	...
							0	17,2	7,72			
							0	17,2				
25	9° 22' 00,6"			78° 24' 58,0"			0	17,2	7,82	0,098	15,0	0,60
							5	15,9	7,80			
							5	15,9				
26	9° 21' 52,6"			78° 24' 57,7"			0	17,2	7,84	0,092	21,0	0,90
							5	15,9	7,81			
							5	15,9				
27	9° 21' 45,0"			78° 24' 57,4"			0	17,2	7,82	...	...	...
							5	16,1	7,80			
							5	16,1				
28	9° 21' 40,2"			78° 25' 01,3"			0	17,0	7,87	0,086	23,0	0,80
							5	15,9	7,83			
							5	15,9				
29	9° 21' 38,5"			78° 24' 52,8"			0	17,4	7,81	...	...	...
							3	17,2	7,84			
							3	17,2				
30	9° 21' 47,4"			78° 24' 47,4"			0	17,5	7,81	0,073	17,0	1,40
							4	16,9	7,80			
							4	16,9				
31	9° 21' 46,3"			78° 24' 49,1"			0	17,2	7,81	0,073	35,5	1,30
							4	15,4	7,76			
							4	15,4				
32	9° 21' 53,9"			78° 24' 50,7"			0	17,2	7,80	...	...	...
							4	15,9	7,75			
							4	15,9				
33	9° 22' 01,0"			78° 24' 50,3"			0	17,4	7,82	0,162	40,5	0,90
							2,5	17,0	7,80			
							2,5	17,0				
34	9° 22' 04,9"			78° 24' 50,9"			0	17,6	7,82	...	...	...
							2,5	17,6	7,80			
							2,5	17,6				
35	9° 22' 07,2"			78° 24' 46,0"			0	18,2	8,02	...	12,0	0,80
							0	18,2	8,02			
							0	18,2				
36	9° 22' 01,0"			78° 24' 42,9"			0	18,1	8,01	...	...	...
							2,5	18,1	8,00			
							2,5	18,1				
37	9° 21' 53,6"			78° 24' 42,8"			0	18,0	8,00	0,110	6,0	0,90
							3	17,2	7,99			
							3	17,2				
38	9° 21' 46,3"			78° 24' 45,4"			0	17,1	7,98	0,124	24,0	0,70
							4	15,6	7,88			
							4	15,6				
39	9° 21' 47,6"			78° 24' 40,0"			0	17,2	7,92	0,176	5,5	1,30
							3	16,0	7,94			
							3	16,0				
40	9° 21' 53,0"			78° 24' 36,6"			0	16,8	7,96	...	...	1,00
							2,5	16,3	7,97			
							2,5	16,3				
41	9° 22' 00,4"			78° 24' 38,3"			0	17,2	7,92	...	...	0,70
							0	17,2	7,92			
							0	17,2				
Superficie				Promedio			16,9	...	...	...	19,8	0,92
				Mínimo			15,9	7,71	...	5,5	0,50	...
				Máximo			18,2	8,02	...	41,0	1,40	...
5m				Promedio			15,9	...	...	...	...	...
				Mínimo			15,3	...	...	...	...	...
				Máximo			16,6	...	...	...	...	...
Fondo				Promedio			15,8	...	0,153	15,5	...	...
				Mínimo			14,8	7,68	0,050	6,0	...	...
				Máximo			18,1	8,00	0,879	29,5	...	...

Anexo 4. Indicadores de la calidad microbiológica del agua de mar en Bahía Tortugas.
Mayo 2007

ESTACIÓN	LATITUD			LONGITUD			NIVEL (m)	DBO ₅ (mg/L)	COLIF.TOTALES (NMP/100 mL)	COLIF.TERMOTOLER. (NMP/100 mL)
	g	mm	ss	g	mm	ss				
1	9°	21'	41,2"	78°	25'	30,8"	0	2,29	< 30,0	< 30,0
2	9°	21'	44,2"	78°	25'	37,9"	0	1,47	< 30,0	< 30,0
4	9°	22'	02,2"	78°	25'	36,1"	0	1,35	< 30,0	< 30,0
5	9°	22'	06,5"	78°	25'	26,8"	0	1,23	< 30,0	< 30,0
7	9°	22'	13,5"	78°	25'	32,2"	0	1,39	2,3 x 10 ²	9,0 x 10
8	9°	21'	53,4"	78°	25'	30,2"	0	1,31	< 30,0	< 30,0
10	9°	21'	46,3"	78°	25'	25,3"	0	2,12	< 30,0	< 30,0
12	9°	21'	54,4"	78°	25'	19,1"	0	1,14	4,0 x 10	< 30,0
13	9°	22'	00,9"	78°	25'	18,8"	0	2,94	4,0 x 10	< 30,0
15	9°	22'	06,6"	78°	25'	12,5"	0	1,86	< 30,0	< 30,0
16	9°	22'	02,1"	78°	25'	11,5"	0	1,14	< 30,0	< 30,0
18	9°	21'	44,4"	78°	25'	11,9"	0	1,31	< 30,0	< 30,0
20	9°	21'	46,8"	78°	25'	04,2"	0	1,47	< 30,0	< 30,0
22	9°	22'	00,6"	78°	25'	04,6"	0	1,39	< 30,0	< 30,0
23	9°	22'	06,8"	78°	25'	06,1"	0	1,31	< 30,0	< 30,0
25	9°	22'	00,6"	78°	24'	58,0"	0	1,31	< 30,0	< 30,0
26	9°	21'	52,6"	78°	24'	57,7"	0	1,72	< 30,0	< 30,0
28	9°	21'	40,2"	78°	25'	01,3"	0	1,14	< 30,0	< 30,0
30	9°	21'	47,4"	78°	24'	47,4"	0	1,14	< 30,0	< 30,0
31	9°	21'	46,3"	78°	24'	49,1"	0	1,47	< 30,0	< 30,0
33	9°	22'	01,0"	78°	24'	50,3"	0	2,78	< 30,0	< 30,0
35	9°	22'	07,2"	78°	24'	46,0"	0	2,45	< 30,0	< 30,0
37	9°	21'	53,6"	78°	24'	42,8"	0	2,78	< 30,0	< 30,0
38	9°	21'	46,3"	78°	24'	45,4"	0	2,49	< 30,0	< 30,0
39	9°	21'	47,6"	78°	24'	40,0"	0	1,27	< 30,0	< 30,0
40	9°	21'	53,0"	78°	24'	36,6"	0	2,04	< 30,0	< 30,0
41	9°	22'	00,4"	78°	24'	38,3"	0	1,72	< 30,0	< 30,0
Promedio								1,70	...	...
Mínimo								1,14	< 30,0	< 30,0
Máximo								2,94	2,3 x 10 ²	9,0 x 10

Anexo 5. Composición fitoplanctónica y abundancia relativa en Bahía Tortugas.
Mayo 2007

Estación	1	2	4	5	6	10	12	16	18	19	21	23	25	27	30	32	34	36	37	38	40		
Volumen (ml/m ³)	2,0	2,4	3,4	3,4	3,4	3,2	2,2	1,4	0,8	0,8	1,2	1,4	1,4	1,2	0,2	1,0	1,0	0,5	0,3	0,8	0,4		
TSM(°C)	17,0	16,4	16,0	16,2	15,9	16,3	16,8	16,6	16,8	17,0	17,0	17,0	17,2	17,2	17,5	17,2	17,6	18,1	18,0	17,1	16,8		
DIATOMEAS																							
<i>Asterionella japonica</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4		
<i>Coscinodiscus centralis</i>	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	4	4	
<i>Coscinodiscus granii</i>	0	4	0	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0	0	0	4	4	
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	4	0	4	0	4	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	4	0	4	4	4	
<i>Chaetoceros affinis</i>	0	4	0	0	0	4	4	0	4	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Chaetoceros decipiens</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4
<i>Chaetoceros sociale</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Detonula pumila</i>	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0
<i>Diploneis interrupta</i>	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
<i>Gyrosigma hippocampus</i>	4	4	4	4	4	4	4	0	2	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4
<i>Gossleriella tropica</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Licmophora abbreviata</i>	3	0	4	0	0	4	4	0	0	4	0	4	4	4	4	4	0	4	0	4	0	4	4
<i>Licmophora lymgbei</i>	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lithodesmium undulatum</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Pseudonitzschia c.f. pungens</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	4	4	4	4	4	0	0	4	4	4	4	0	0	4	0	4	4	4	4	4	4	0	4
<i>Skeletonema costatum</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Thalassiosira decipiens</i>	4	0	4	0	4	0	0	4	4	4	4	0	4	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	4	0	4	0	4	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4	0	4	0	4	0
DINOFLAGELADOS																							
<i>Prorocentrum gracile</i>	4	4	4	4	4	4	4	0	0	4	0	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4
<i>Protoperdinium conicum</i>	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2	0	4	4
<i>Protoperdinium depressum</i>	0	2	0	0	0	2	2	0	1	0	0	4	4	4	4	4	0	0	1	0	4	4	4
<i>Protoperdinium ocesanicum</i>	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	3	4	3	2	2	2	2	2	4	4	4
<i>Protoperdinium pellucidum</i>	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	4	4	4	3	3	2	2	2	0	0	0
<i>Protoperdinium pentagonum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Zygabikodinium lenticulatum</i>	2	2	2	2	2	0	0	2	0	0	0	2	2	2	2	0	2	0	0	0	2	0	4
Ausente	0																						
Presente	1																						
Escaso	2																						
Abundante	3																						
Muy abundante	4																						

Especies y/o géneros representativas de la macrofauna bentónica en Bahía Tortugas



Chone parancincta

Pisione oerstedii



Spiophanes bombyx

Maldane sp.





VENERIIDAE



Prunum curtum



Pagurus sp.



Pycnogonida



OPHIUROIDEA

OLIGOCHAETA



NEMERTINEA

Renilla sp.



Caulerpa filiforme