

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL

SECCION DE POSGRADO Y SEGUNDA ESPECIALIZACION



**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INDICADORES
AMBIENTALES Y SOCIO ECONOMICOS EN LA ZONA
MARINO COSTERA DE PISCO – PARACAS”**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS
CON MENCION EN GESTION AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

MARIA ELENA JACINTO TAYCO

ASESOR

DR. JORGE TAM MALAGA

LIMA – PERÚ

2014

DEDICATORIA:

Al recuerdo de mi querido padre Nicolás, al inmenso amor de mi madre María, ejemplos de amor y entrega.

A mis hijos: Carlos y Mariella, a Eduardo mi esposo, por su amor, paciencia y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A DIOS, por su amor, por la vida.

Al Dr. Jorge Tam por su valiosa asistencia, orientación y paciencia.

A Alberto Lorenzo y, Marilú Bouchon por su apoyo y colaboración
desinteresada.

“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INDICADORES AMBIENTALES Y SOCIO ECONOMICOS EN LA ZONA MARINO COSTERA DE PISCO – PARACAS”

1. RESUMEN

Se presenta un breve diagnóstico de los aspectos ambientales, sociales y económicos del área marino costera de Pisco Paracas, cuya bahía forma parte de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas. A pesar de la importancia y fragilidad del ecosistema, y su proximidad en la zona de amortiguamiento de la Reserva, se ha permitido el asentamiento y desarrollo de diversas actividades extractivas, productivas con el consiguiente incremento en el tráfico marítimo. Diversos programas de vigilancia y seguimiento de entidades públicas o multisectoriales se han realizado en la zona, pero sin un enfoque más integral sobre las interacciones que se dan en un medio tan sui géneris como el medio marino Pisco-Paracas

Se realiza un análisis de la data histórica de los parámetros físico químicos de calidad acuática del período 2000-2010, obtenido principalmente de los programas de seguimiento o evaluación que realiza IMARPE y la empresa PLUS PETROL, contrastándolo con los valores ECA – Categoría 4 (DS 02-2008 – MINAM) a fin de determinar si ellos constituyen indicadores apropiados para determinar el estado real del ecosistema marino costero de Pisco – Paracas.

La actual legislación de los recursos hídricos, no es muy clara ni precisa sobre la aplicabilidad para el control de los ECA” s en el ámbito marino; esta falta de precisión no contribuye a una vigilancia más eficiente. Con relación a ello, se alcanza una propuesta del sistema de indicadores que incluye parámetro biológico, como la determinación de las floraciones algales nocivas (FAN), episodios recurrentes en Pisco – Paracas; así mismo se introduce el tema de indicadores que midan el cambio en el ecosistema marino, con un enfoque más integral en la zona de Pisco – Paracas tan sujeta a cambios de origen climático.

ABSTRACT

A brief diagnosis of the environmental, social and economic aspects of the coastal marine area of Pisco – Paracas is presented, whose bay is part of the buffer zone of the Paracas National Reserve. Despite the importance and fragility of the ecosystem, and their proximity to the buffer zone of the Reserve, the settlement and development of various extractive and productive activities has been allowed, with the consequent increase in maritime traffic. Several monitoring programs of public or multisectoral entities have been carried out in the area, but without a comprehensive approach about the interactions occurring in an environment as sui generis as the Pisco - Paracas marine area.

An analysis of historical data of physicochemical parameters of water quality for the period 2000-2010, obtained mainly from the monitoring programs and surveys carried out by IMARPE and PLUS PETROL was performed, data was compared to the ECA values - Category 4 (DS 02-2008 - MINAM) to determine if those parameters were appropriate indicators of the actual state of the coastal marine ecosystem of Pisco – Paracas.

Current legislation of water resources is not very clear nor precise on the applicability of the ECA 's in the marine environment, this lack of precision does not contribute to a more efficient monitoring . Regarding this, an indicators system is proposed which includes a biological parameter, such as Harmful Algal Blooms (HABs), recurrent events in Pisco - Paracas area. Also, the issue of indicators with a more comprehensive approach which measure marine ecosystem changes in the area of Pisco – Paracas is introduced.

2. INDICE

1. Resumen y Abstract	IV
2. Índice	V
Índice de tablas	VI
Índice de figuras	VII
3. Introducción	1
4. Justificación	2
5. Antecedentes, marco teórico y marco legal	3
5.1 Antecedentes	3
5.1.1 Ubicación y Características ambientales del área de estudio.	4
5.1.2 Población características sociales y económicas	6
5.1.3 Actividades costeras: Fuentes de contaminación	7
5.1.4 Eventos biológicos naturales: FAN, Varazón y Mortalidades	8
5.1.5 Actividades extractivas y productivas	9
5.2 Marco Teórico	14
5.3 Marco Legal	28
6. Objetivos	29
7. Hipótesis	
8. Materiales y Métodos	30
8.1 Datos	30
8.2 Análisis de Datos	31
9. Resultados	32
9.1 Análisis Retrospectivos	32
9.1.1 Indicador de presión	33
9.1.2 Indicadores de Estado	37
9.1.3 Indicadores de Respuesta	70
9.2 Propuesta de sistema de indicadores de la Bahía	73
10.0 Conclusiones	88
10.1 Análisis Retrospectivo sobre los indicadores	88
10.2 Propuesta de sistema de indicadores	91
11. Recomendaciones	92
12. Fuentes de información	93
Anexos	96
Tablas	97
Figuras	101

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Población censada, según provincia Pisco y distritos. Censos nacionales de 1940 al 2007. Tasa de crecimiento intercensal.	7
Tabla 2	Número de pescadores artesanales en Pisco region Ica.	11
Tabla 3	Desembarque de anchoveta, producción de harina y aceite de pescado en puerto Pisco 2000-2011.	12
Tabla 4	Ejemplos de indicadores DSR para las cuatro dimensiones del desarrollo sostenible.	23
Tabla 5	Ejemplos de indicadores de desarrollo sostenible para oceanos, mares y costas.	23
Tabla 6	Desembarque de anchoveta y especies acompañantes, puerto Pisco – Ica 2000-2011.	33
Tabla 7	Valores de referencia ECA – Categoría 4.	38
Tabla 8	Rangos y promedios de temperatura en la superficie marina costera de Pisco – Paracas, 2000 – 2010	39
Tabla 9	Rangos y promedio de temperatura en fondo marino costero, Pisco- Paracas, 2000 – 2010	41
Tabla 10	Rangos y promedio de oxígeno disuelto (mg/l) en superficie marina costera Pisco - Paracas, 2000 – 2010	44
Tabla 11	Rangos y promedio de oxígeno disuelto (mg/l) en fondo marino costero Pisco – Paracas, 2000 – 2010	46
Tabla 12	Rangos y promedio de sólidos suspendidos totales en superficie marina, Pisco Paracas, 2000 – 2010	50
Tabla 13	Rangos y promedio de sólidos suspendidos totales en fondo , Pisco- Paracas, 2000 – 2010	52
Tabla 14	Rangos y promedio de potencial de iones hidrogeno en superficie marina, Pisco – Paracas, 2000 – 2010	55
Tabla 15	Rangos y promedio de potencial de iones hidrogeno en fondo, Pisco – Paracas, 2000 – 2010	57
Tabla 16	Rangos y promedio de aceites y grasa en superficie, Pisco-Paracas 2000-2010.	60
Tabla 17	Rangos y promedio de sulfuro de hidrogeno en fondo, Pisco-Paracas 2000-2010.	63
Tabla 18	Número medidas normativas por quinquenio	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Imagen satelital del área Pisco-Paracas	4
Figura 2.	Corrientes en superficie y fondo, bahía Paracas – 2010	6
Figura 3.	Fuentes potenciales de contaminación	8
Figura 4.	Composición (%) de los grupos fitoplanctonicos en las fan en area de Pisco	9
Figura 5.	Modelo: presión – estado – respuesta (OECD, 2001)	18
Figura 6.	Aplicación del marco dpsir al medio ambiente marino (AEMA, 2000)	21
Figura 7.	Diseño aproximado del sistema experto, recomendado para integrar la información de varios indicadores de cambios a largo plazo en todo BCLM o sus subregiones	27
Figura 8.	Carta de estaciones seleccionadas en el area de estudio Pisco – Paracas. .	31
Figura 9.	Periodos de veda de anchoveta en Pisco, 2000-2010	34
Figura 10	Desembarques mensuales de anchoveta y especies acompañantes en Pisco (Ton) 2000-2011	36
Figura 11	Variación Temperatura en superficie	39-40
Figura 12	Variación Temperatura en fondo	42-43
Figura 13	Variación Oxígeno disuelto en superficie	45-46
Figura 14	Variación Oxígeno disuelto en fondo	47-48
Figura 15	Variación de SST en superficie	51-52
Figura 16	Variación de SST en fondo	53-54
Figura 17	Variación de Potencial de iones Hidrogeno en superficie	56-5
Figura 18	Variación de Potencial de iones Hidrogeno en fondo	58-59
Figura 19	Variación de aceites y grasas en superficie	61-62
Figura 20	Variación de sulfuros en fondo	64-65
Figura 21	Registro de efluentes, FAN y varazones 2000-2011	67
Figura 22	Diagrama de flujo de la propuesta en la bahía Paracas	86

3. INTRODUCCIÓN

Los problemas ambientales que afectan el medio marino costero de Pisco – Paracas, área de singular importancia por la alta productividad de sus aguas y por las características propias que le confieren una gran fragilidad en su ecosistema, es y ha sido objeto de múltiples usos por diversos usuarios, sin un manejo ordenado y planificado que un área que forma parte de la única Reserva Marina merece.

Como consecuencia del impacto de las diversas actividades que allí se desarrollan y a fin de evaluar la magnitud de los mismos, se han venido desarrollando diversos programas de seguimiento, tanto sectoriales como integrados entre diversas entidades. Pisco es una de las áreas más evaluadas especialmente desde los inicios del 2000. Sin embargo, los resultados de los mismos y lo que ellos en su contexto real implican, no han contribuido a una mejora significativa de la situación.

Para que el monitoreo sea eficaz, se precisan datos básicos, indicadores de desempeño y sus mediciones correspondientes, informe periódico y mecanismos de retroalimentación que fortalezcan el proceso de toma de decisiones (¹).

Lamentablemente no se tiene un enfoque de esta naturaleza quedándonos solo en la recolección de datos, verificando su cumplimiento y aplicando las medidas correctivas, sin una visión preventiva. En este contexto se presenta una propuesta de un sistema de indicadores que respondan a las necesidades del medio marino Pisco- Paracas.

La actual legislación ambiental es muy general con relación al medio marino. La complejidad del medio marino, particularmente en un área sui géneris como Paracas, requiere un enfoque diferente basado en un manejo integrado, donde el conocimiento y la ciencia vayan de la mano con la gestión; en dicho contexto, los indicadores constituyen entonces herramientas poderosas y sirven de alerta temprana de posibles problemas.

4. JUSTIFICACIÓN

La fragilidad del ecosistema marino en la bahía se ha visto amenazada con el desarrollo de estas múltiples actividades, si a ello se une una capacidad institucional limitada para el control, vigilancia en forma periódica y oportuna, para la identificación y cuantificación en la real dimensión de los impactos ambientales y biológicos del ecosistema marino, relacionado con las diversas descargas, incremento del tráfico marítimo y riesgos de posibles derrames o fugas de productos químicos durante el transporte, todo lo cual agudizaría aún más la situación crítica de la bahía.

Es innegable que los datos ambientales existentes obtenidos a través de la vigilancia, no han contribuido a una adecuada toma de decisiones por parte de los entes involucrados.

. Al respecto, la propuesta de un sistema coordinado de monitoreo y vigilancia ambiental que defina indicadores ecológicos del ambiente, estado del ambiente y biodiversidad contemplado en el Plan estratégico para la rehabilitación y manejo de riesgos de la bahía Paracas de la CDSP⁽²⁾, quedó solo en buenas intenciones.

Las acciones correctivas han estado orientadas a contrastar los datos ambientales obtenidos con el cumplimiento o no con los estándares de la norma nacional, cuyos parámetros de medición no necesariamente han respondido a los datos históricos ambientales de la zona y no siempre han sido los más idóneos para medir los impactos especialmente sobre la diversidad biológica.

Un sistema de vigilancia integral tiene que incluir además, la vigilancia de cambios en los parámetros biológicos, que permita medir el grado de recuperación del ecosistema y sus recursos ⁽³⁾.

5. ANTECEDENTES, MARCO TEORICO Y MARCO LEGAL

5.1 ANTECEDENTES

Respecto a la vigilancia del ambiente marino en el área de Pisco, existen varios antecedentes como el informe de la CPPS ⁽⁴⁾ en el que se identificó entre otros, al área de Pisco como una de las áreas más impactadas por los efluentes de la industria pesquera. Sin embargo, a través del monitoreo realizado en los últimos años por IMARPE PISCO, se evidencia una mejora del estado de calidad del medio marino en la bahía de Paracas, que de categoría grave de contaminación ha pasado a moderada, debido a una mejora tecnológica en el tratamiento de los efluentes ⁽⁵⁾. En general los programas de vigilancia, se han centrado principalmente en la evaluación de ambientes físicos (calidad de aguas, aire, suelos); este aparente sesgo ha llevado a no tomar en cuenta los impactos sobre la diversidad biológica, debido a que son más complejos de evaluar ⁽³⁾. El monitoreo ecosistémico, ejecutado en su momento por entidades involucradas en el marco del Plan estratégico de la bahía Paracas, no tuvo el enfoque ecosistémico, que consiste en reconocer que los ecosistemas funcionan como entidades completas que requieren ser manejados como tales y no por partes ⁽³⁾.

En el presente trabajo se presenta este nuevo enfoque ecosistémico, como el descrito en Jarre et al. (2000), quienes enfatizan la necesidad de identificar y comprender los diferentes estados del ecosistema, recomiendan que los indicadores apropiados a ser usados, describan y cuantifiquen cambios en el ecosistema, sean sintetizados y permitan predicciones. Las fuerzas impulsoras del ecosistema marino pelágico en la región de Benguela, son los vientos y corrientes oceánicas. Cambios en la fuerza de los vientos afectan la estabilidad en la columna de agua y la provisión de nutrientes en la zona eufótica ⁽⁶⁾. La zona de Pisco-Paracas, es una zona de afloramiento y de fuertes viento "Paracas", que pueden inducir a cambios en el ecosistema, de allí la importancia de incluir la medición de indicadores biológicos que permitan identificar y cuantificar dichos cambios.

5.1.1 Ubicación y características ambientales del área de estudio.

El área marina costera de Pisco-Paracas, se ubica al oeste de la costa central del Perú, pertenece a la provincia de Pisco y región Ica. Está delimitada por un cordón insular de 9 islas, por el oeste con el Cerro Colorado, por el extremo norte y este de la bahía de Paracas desde playa Media Luna hasta la desembocadura del río Pisco y en el extremo sur y este de la bahía Paracas con una línea costera bordeada por una extensa playa arenosa sin promontorios ni cerros; la mayor parte de esta bahía está incluida en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Paracas. En la Figura 1 se observa una imagen satelital del área en mención.

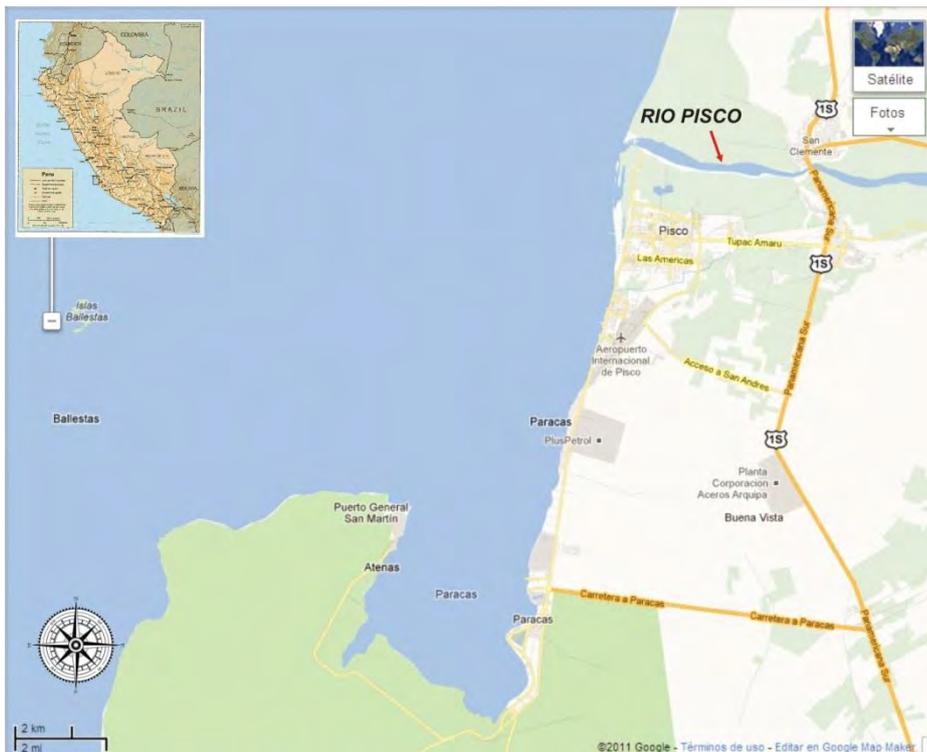


Fig. 1. Imagen satelital del área Pisco – Paracas.

Clima

En la provincia de Pisco el clima es templado y desértico, debido a su ubicación geográfica en el hemisferio sur. La humedad atmosférica es alta en el litoral y disminuye hacia el interior, con escasas precipitaciones e inferiores a 15 mm anuales en promedio; las lluvias de gran intensidad son de corta duración y suceden excepcionalmente. Temperatura en verano y cerca al mar: máximo de 26.9°C y un mínimo de 20,0°C ⁽⁷⁾.

Vientos Paracas

Los vientos Paracas son un fenómeno físico de especial importancia, cuyos vientos de brisa marina alcanzan excepcional velocidad en el sur de Pisco con mayor intensidad en los meses de agosto setiembre.

Mareas y Corrientes

Las mareas son del tipo semidiurno, con amplitudes promedio del orden de los 0.58m. En la zona litoral Pisco – Paracas, la distribución de las corrientes superficiales presentan direcciones variables, con predominancia de la dirección sur, especialmente frente a desembocadura del río Pisco y Punta Paracas. En la bahía Paracas, la intensidad de la corriente superficial varió de 3.14 a 32.12 cm/s con un promedio general de 14.66 m/s ⁽⁸⁾. La dirección presenta características diferenciadas en la zona norte y sur de la bahía. Una alta variabilidad en el comportamiento de los flujos, los más débiles principalmente en la zona central y sureste de la bahía, y los más intensos estuvieron en zona adyacente a la zona industrial pesquera, Punta San Martín y Playa Atenas ⁽⁸⁾, como se aprecia en la Fig. 02.

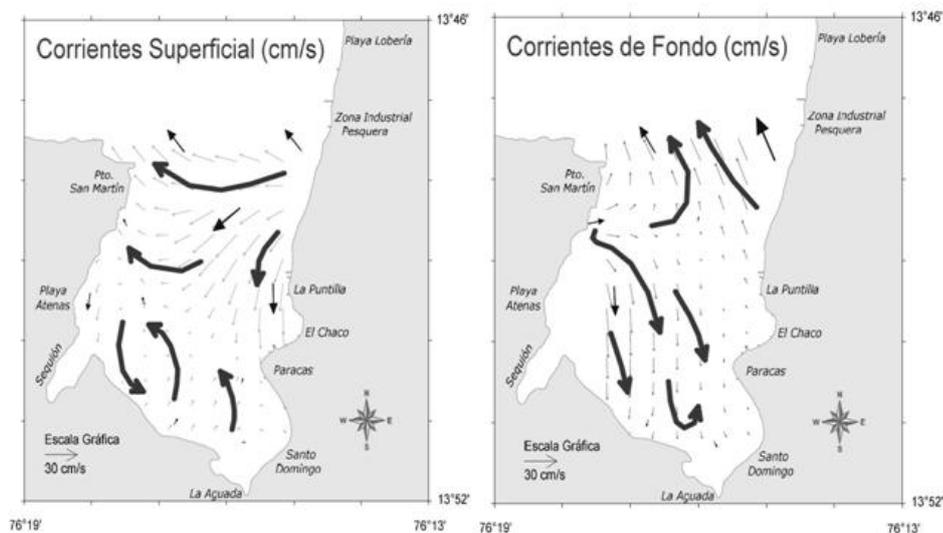


Fig. 2. Corrientes en superficie y fondo, Bahía Paracas

Fuente: IMARPE PISCO 2010.

Temperatura del mar

En el área de estudio de la bahía Paracas las investigaciones realizadas muestran que en promedio, en julio - agosto se presentan temperaturas superficiales máximas entre 17.75°C, y 19.5°C con un valor promedio de 18.77°C (7)

Afloramiento costero

En el mar de Pisco Paracas circulan aguas ricas en nutrientes provenientes del afloramiento permanente de San Juan. Estas aguas son el sustento de la gran actividad primaria de micro y macroalgas.

5.1.2 Población características sociales y económicas

Como se observa en la Tabla N^o 1, los censos realizados entre los años 40 al 2007 muestran un incremento poblacional sostenido en la provincia de Pisco de 125 879 habitantes, con una tasa de crecimiento de 1.3; el incremento poblacional proyectado al 2013 es del 6.4%, ver figura 5.1.2 A (Anexo). La población asentada en los distritos relacionados con la bahía y el área de influencia son Pisco, Paracas; San Andrés, San Clemente y

Túpac Amaru, constituyen aproximadamente el 84% de la población de la provincia de Pisco. Casi el 58% de su población es relativamente joven (≤ 29 años). El distrito de Pisco concentra el 44% de la población, cuya población económicamente activa entre los 14 a 29 años, representa el 39% de su población.

El distrito de Paracas ha mostrado un mayor incremento intercensal, esto asociado a un mayor asentamiento poblacional motivado por un incremento turístico en la zona y el desarrollo de actividades relacionadas.

Tabla 1. Población censada, según provincia Pisco y distritos. Censo Nacional 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2005 y 2007. Tasa de crecimiento intercensal.

PROVINCIA / DISTRITO	CENSOS NACIONALES							Tasa de crecimiento
	1940	1961	1972	1981	1993	2005	2007	
PROV. PISCO	25 289	43 645	63 665	78 623	104 512	116 865	125 879	1.3
PISCO	20 308	28 519	43 454	55 604	52 019	54 193	54 997	0.4
HUANCANO	709	1 938	2 665	1 605	2 041	1 528	1 758	
HUMAY	2 910	4 288	3 918	4 192	4 347	5 499	5 437	
INDEPENDENCIA	-	4 661	5 479	7 421	8 634	11 166	12 390	
PARACAS	-	727	1 209	1 338	1 196	1 252	4 146	9.1
SAN ANDRES	1 362	3 512	6 940	8 463	12 531	14 134	13 151	0.3
SAN CLEMENTE	-	-	-	-	14 202	17 351	19 324	2.2
TUPAC AMARU INCA	-	-	-	-	9 542	11 742	14 676	3.1

FUENTE : INEI - Dirección Nacional de Censos y Encuestas

5.1.3 Actividades Costeras: Fuentes potenciales de contaminación

A pesar de la importancia y riqueza en la biodiversidad del ecosistema marino, de las características “sui géneris” y la fragilidad de su ecosistema, se ha ido permitiendo a través del tiempo el desarrollo e instalación de importantes infraestructuras correspondientes a diversas actividades productivas (Fig.3), aunado a un incremento del tráfico marítimo, que causan contaminación marina y ponen en serio riesgo la fragilidad de un ecosistema tan importante que puede comprometer a la única Reserva marina.

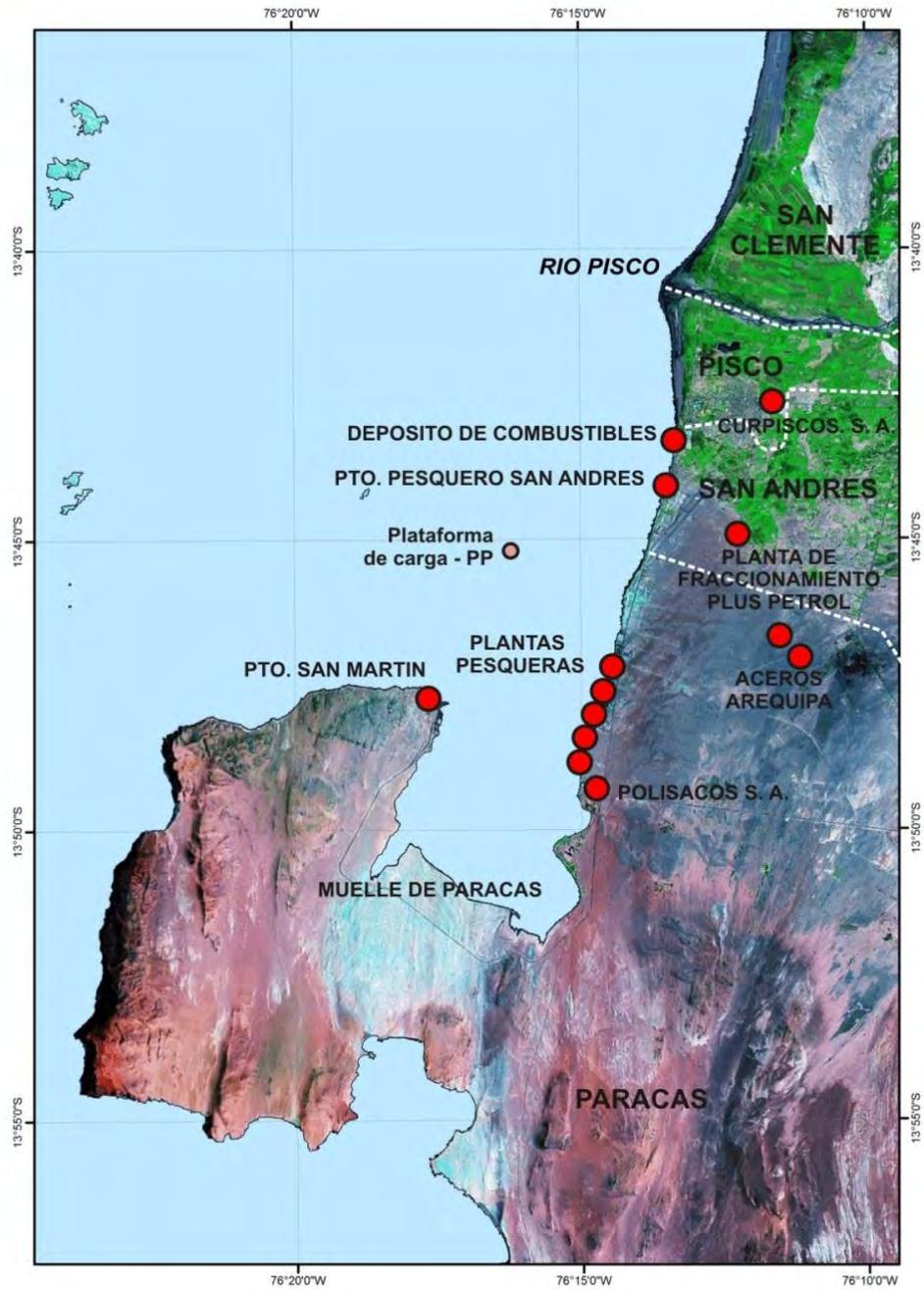


Fig. 3. Fuentes Potenciales de Contaminación
Fuente: Informe CDSP, 2004 (modificado por M. Jacinto).

5.1.4 Eventos biológicos naturales: Floraciones Algales Nocivas (FAN), Varazones y mortalidades masivas

Floraciones algales nocivas (FAN). Las floraciones algales son discoloraciones visibles a simple vista, debidas a proliferaciones de microorganismos planctónicos pigmentados. Las “Floraciones Algales Nocivas” (FAN), es un término acuñado por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), que designa a las apariciones de un heterogéneo grupo de cualquier población microalgal (planctónica o bentónica) incluso a concentraciones no muy elevadas, siempre y cuando su aparición conlleve a un efecto nocivo. Muchos son los factores que pueden condicionar estos florecimientos, nadie duda de la creciente presión antropogénica sobre el litoral, que influyen sobre la composición del fitoplancton y puede favorecer el desarrollo de especies oportunistas (⁹). Estos episodios son muy frecuentes en la bahía, las épocas de mayor intensidad son en los meses de verano y otoño; al respecto IMARPE e IMARPE-PISCO vienen realizando un programa de seguimiento. En la **Fig.4** se observa que los dinoflagelados constituyen el principal grupo de los FAN (periodo 2000-2010).

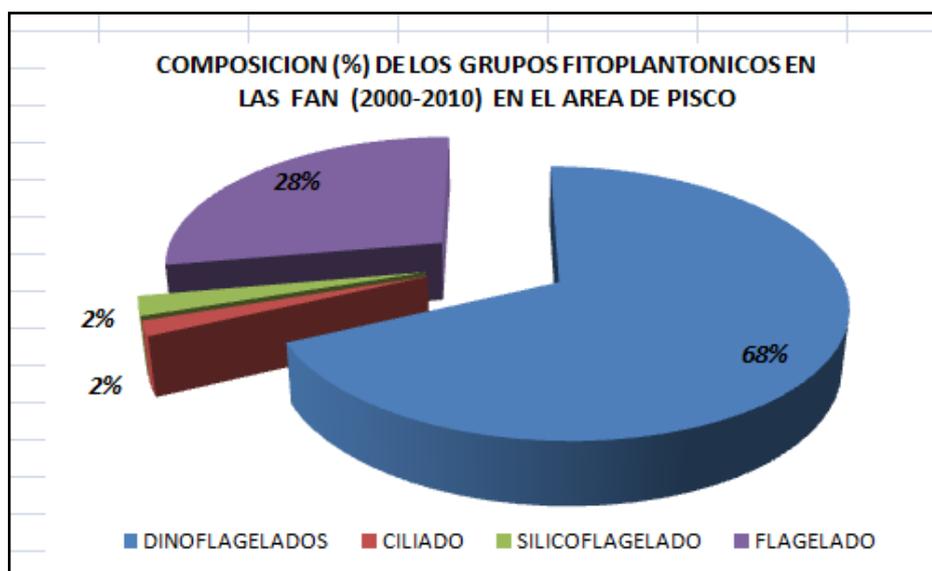


Fig. 4. Composición porcentual de los grupos fitoplanctónicos en las FAN PISCO 2000 – 2010. Fuente: IMARPE – PISCO, 2011,

También en este periodo se ha registrado varazón y mortalidad de recursos de la zona, especialmente de la concha de abanico. En Anexo, la tabla N° 5.1.4.A, presenta un resumen de estos eventos.

5.1.5 Actividades extractivas y productivas

Invertebrados

A través de la información brindada por la pesca artesanal, se conoce la presencia de bancos naturales de Invertebrados comerciales: se extraen invertebrados comerciales principalmente en 13 zonas de pesca, como: Talpo, Atenas, Petro Perú, Ovillos, Punta Pejerrey, El Cangrejal, Bahía Paracas, Punta Ballena, Puerto Nuevo, Santo Domingo, Lobería, Candelabro, San Andrés; y 15 especies de invertebrados comerciales como concha de abanico *Argopecten purpuratus*, choro *Aulacomya ater*, caracol *Thais chocolate*, almeja *Garisolida*, lapa *Fissurella spp*, chanque *Concholepas concholepas*, almeja redonda *Semele corrugata*, baboza, *Sinumcymba*, pulpo *Octopusmimus*, cangrejo *Cáncer setosus*, jaiva *Cáncerporteri*, cangrejo morado *Platyxanthus orbigny* entre otros.

En cuanto a los volúmenes de desembarque artesanal, las caletas de Pisco recibieron entre el período 2000 – 2010 un acumulado total de 129,000,000 kg, principalmente del choro, concha de abanico y caracol negro; durante dicho periodo, el desembarque de invertebrados ha mostrado una tendencia decreciente, destacando Laguna Grande por la mayor cantidad de desembarques en contraste con San Andrés y El Chaco (Fig. 5.1.5 A, en anexo). Los invertebrados estuvieron constituidos principalmente por choro y concha de abanico (Fig. 5.1.5 B en anexo).

Macroalgas

Otro recurso potencial que va adquiriendo mayor demanda internacional, es la extracción de las macroalgas; destaca como especie dominante el "yuyo" *Chondracanthus chamissoi*, seguida de *Macrocystis*

pyrifera, ***Lessonia trabeculata*** y *Rhodymenia* sp. La extracción del yuyo se lleva a cabo por pescadores artesanales mediante buceo a „pulmon“, dicha actividad es el sustento económico de las familias de estos pescadores, pero que al mismo tiempo somete a importantes reducciones de las densidades de la especie en las praderas naturales. Evaluaciones realizadas en diciembre 2007 en la bahía Paracas por IMARPE PISCO, se estimó una biomasa total de 194 toneladas. La principal área de distribución es la zona somera comprendida entre Playa Lobería y Puerto Nuevo en la bahía de Paracas (¹⁰)

Pesca Artesanal

La principal actividad económica es la pesca, tanto la industrial (harina) como la de consumo humano directo, esta última proviene de la pesca artesanal, la cual constituye en la zona una importante fuente de trabajo especialmente para la población de escasos recursos.

Conforme a la segunda encuesta estructural de la pesquería artesanal en el Perú, región Ica - II ENEPA - IMARPE 2004-2005, concretamente en la zona de Pisco, se ha observado un crecimiento del 48.6 % en la población de pescadores artesanales, con relación a la primera encuesta de los años 1995 – 1996, principalmente en la zona de San Andrés; están incluidos también pescadores de camarón de río y algueros, éste último grupo ha mostrado un incremento significativo debido al auge de dicha actividad en la zona de Pisco, ver tabla N^o 2 y Fig. 5.1.5C (en anexo).

Dicho incremento está asociado al crecimiento demográfico, como consecuencia también de la migración hacia Pisco, que halla en la pesca artesanal una alternativa accesible de empleo. En Pisco, según encuesta se observó también un incremento en el número de embarcaciones, el mayor porcentaje de embarcaciones se encontró en el rango de 2-5 t (42,7%) y de 1-2 t (30,5%) en la II ENEPA.

Tabla 2. Número de pescadores artesanales en Pisco Región ICA.

Lugar de desembarque	PESCADORES		
	I ENEPA 1995 - 96	II ENEPA 2004 - 05	Variación %
Pisco	205	*	
Río Pisco (camaroneros)		110	
San Clemente (algueros)		106	
San Andrés	440	1,377	213,0
El Chaco	145	498	243,4
Lagunillas	218	212	-2,8
Rancherío	125	155	24,0
Laguna Grande	269	273	1,5
TOTAL ICA	2,372	3,525	48,6

* Lugar no muestreado

Fuente: IMARPE - Unidad de Estadística y Pesca Artesanal

La edad predominante (47.6%) del pescador varía entre los 30 a 49 años, que se concentra principalmente en San Andrés (Ver fig. 5.1.5D). Dentro de los principales problemas que agobian al pescador artesanal, están relacionados con la escasez del recurso, las condiciones ambientales y climáticas que afectan el normal desarrollo de la actividad y la contaminación marina generada por las diversas actividades productivas de la zona. El acceso a los servicios de salud es aún mínimo para el pescador de esta región, sólo el 10% de la población cuenta con seguro médico y el 7,5 % con seguro de vida ⁽¹¹⁾.

Pesquería industrial de harina y aceite de pescado

En la tabla N° 3 se presentan los desembarques de la pesca industrial, así como la producción de harina y aceite en Pisco; como se observa durante el período 2000-2011, el desembarque de anchoveta fue de 7 412610 Ton

Tabla 3. Desembarque de anchoveta, producción de harina y aceite de pescado, en puerto de Pisco 2000 – 2011

Desembarque y Producción	TOTAL	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Desembque. * anchoveta (Ton)	7 412610	1053787	339396	869162	330167	260143	949547	485341	353080	525623	804726	365841	1075797
Harina de pescado (TMB)**	1 709710	236119	127831	193182	76721	58440	214346	110813	82344	112346	195306	87066	215196
Aceite crudo pescado(TMB)**	388058	76171	27999	22911	18319	13813	50942	25747	21038	25512	44408	16790	44408

Fuente: *Dirección Recursos Pelágicos – IMARPE - 2012

** Estadísticas Pesqueras PRODUCE - 2012

Turismo

El turismo es una importante actividad en la bahía y ha ido desarrollándose con la intervención importante de operadores locales quienes tienen especial gravitación en cuanto a las visitas y tráfico en la bahía. En la Fig. 5.1.5 E (anexo) se aprecia la cantidad de ingresantes a la Reserva Nacional de Paracas, observándose una tendencia creciente del turismo nacional hasta el 2007, que disminuyó en el 2008.

TRANSPORTE

Tráfico marítimo

El flujo de embarcaciones que llega a la bahía se ha incrementado por las operaciones de abastecimiento de gas que se realiza en la plataforma de carga (Foto 1 en anexo). Existe una constante preocupación por los efectos contaminantes y riesgo de accidentes, fugas o derrames que puedan darse durante las operaciones de embarque. Durante el tránsito, en función del tipo de buque, se produce un cambio morfológico del fondo, la

re-suspensión de sedimentos, entre otros, dependiendo del desplazamiento, la velocidad y el estado de carga del buque⁽¹²⁾,

INFRAESTRUCTURAS MARINAS EN PISCO – PARACAS

Plataforma de Carga y Líneas

La empresa Pluspetrol ha instalado 3 tuberías submarinas (sub-superficiales) que se internan en el mar en dirección 277°. Su posición inicial se ubica en Latitud 13°46'14.9" Sur y Longitud 76°14'15.4" Oeste, y su posición Final en Latitud 13°46'05.2" Sur y Longitud 76° 15'58.0" Oeste.

El terminal de estas tuberías culmina en la unión a una plataforma que se emplea en las operaciones de carga de los productos derivados del gas.

Amarradero multiboyas de Consorcio Terminales

De las instalaciones de esta compañía, nacen unas tuberías que se internan en el mar en dirección 272° hasta alcanzar el veril de los 10 a 11 m y a una distancia aproximada de 1,800 metros desde la línea de la costa. El terminal flexible de esta tubería se emplea en las operaciones de carga y descarga de los buques que hacen uso de ella.

Tuberías submarinas pesqueras

Existen también un aproximado de 30 tuberías submarinas entre playa Santa Elena y playa Puerto Nuevo, que nacen del perfil de costa y se internan mar adentro (aprox. 1/2 milla) en dirección Oeste hasta el veril de los 5 metros, el terminal de estas tuberías rematan en sus respectivas chatas absorbentes que son depósitos de productos pesqueros que descargan las embarcaciones pesqueras de las diferentes empresas.

APROPISCO

Es preciso anotar que la tubería de APROPISCO se extiende aproximadamente hasta el veril de los 50 metros de profundidad, siendo su posición inicial en Latitud 13°46'46.0" Sur y Longitud 76°14'23.0" Oeste, y su posición final en Latitud 13°41'21.0" Sur y Longitud 76°18'06.0" Oeste. Tubería de descarga constituida por una tubería de polipropileno de alta densidad de 18" de diámetro interior y 13,8 Km de longitud, con 51 m de profundidad. Cuenta con dispersor al final del emisor, que es un sistema de toberas espaciadas uniformemente en forma de cuello de ganso cuya función es facilitar la dilución y dispersión del efluente en el cuerpo receptor.

5.2 MARCO TEORICO

Las actividades humanas están incrementando cambios en el ambiente, afectando su capacidad para proporcionar bienes y servicios en apoyo del bienestar y desarrollo humano. Los pobres son a menudo los que dependen directamente de estos servicios y son afectados en forma desproporcional por estos cambios ambientales.

Nuestro país no es ajeno a esta realidad, el deterioro de los recursos naturales, la pérdida de diversidad biológica y la afectación de la calidad ambiental en los diversos cuerpos de agua, como consecuencia de las diversas actividades extractivas, productivas y de servicio, constituyen uno de los problemas más graves del país; el medio marino costero recibe el mayor volumen de descargas domésticas e industriales proveniente de fuentes terrestres. Se hace pues necesario contar con una apropiada formulación de políticas y estrategias de planificación; en ese sentido es necesario disponer de una información ambiental oportuna, adecuada y confiable, reconocible en diferentes actores y escenarios: para los Gobiernos en el rol implementador de políticas públicas, para el Congreso en los debates legislativos, para las empresas en los proyectos de inversión, e incluso para el ciudadano común.

Los responsables de la toma de decisiones necesitan información oportuna, precisa y confiable sobre el medio ambiente y desarrollo sostenible. Los indicadores tienen el potencial de convertirse en herramientas importantes para la comunicación de información técnica y científica. La información de alta calidad, integral y oportuna sobre el medio ambiente sigue siendo un recurso escaso y la búsqueda de información „correcta“ puede plantear problemas ya que es más difícil y caro obtener datos. También es difícil encontrar indicadores que registren y reflejen la complejidad del medio ambiente y la vulnerabilidad del ser humano ante el cambio ambiental.

La falta de datos cronológicos confiables y sistemáticos sobre el estado del medio ambiente obstaculiza sobremanera la posibilidad de aumentar la eficacia de las políticas y programas. Además, imposibilita el seguimiento sistemático de muchas de las fuerzas impulsoras del cambio ambiental y sus impactos (¹³).

En nuestro país, el Ministerio del Ambiente (MINAM) es la autoridad ambiental y el ente encargado de administrar el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), el cual es un instrumento de gestión ambiental indicado en la Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente, que promueve la consolidación de la información ambiental de los distintos organismos públicos y privados. La información ambiental existente en el SINIA está constituida por indicadores ambientales, mapas temáticos, informes sobre el estado del ambiente, normatividad ambiental, entre otros; aún no se ha trabajado los indicadores de desarrollo sostenible. A través del Sistema Nacional de Información Ambiental, la Autoridad Ambiental Nacional ha sistematizado la información brindada por las entidades con competencias ambientales, la cual está disponible al público en general vía Internet, en su enlace: www.minam.gob.pe.

Conforme a lo reportado en la página web del MINAM, el establecimiento de indicadores ambientales ha sido un largo proceso que se inició en el 2009. La evaluación, y priorización de los indicadores se llevó a cabo en talleres de trabajo que se realizaron entre el 2011-2012, con representantes de los diversos sectores, órganos adscritos al MINAM,

Regiones, quienes por consenso priorizaron la selección de 15 indicadores ambientales relacionados con temas de cambio climático, calidad del aire, residuos sólidos, minería, conflictos, gestión ambiental, biodiversidad.

Del total de ello, solo hay un indicador (volumen de aguas residuales sin tratamiento) relacionado con el tema de calidad del agua; aún no se trabaja el tema de indicadores de sostenibilidad ni de la calidad del medio marino y ecosistema marino costero. Diversas fuentes han alimentado este proceso: ILAC (indicadores de iniciativa latinoamericana y caribeña – Foro de Ministros), ODM (Objetivos del desarrollo del milenio), CAN (Indicadores de la Comunidad Andina, GEO indicadores del PNUMA, Plan Perú (Indicadores ambientales propuestos por el Plan Perú al 2021, NAC (Indicadores trabajados por MINAM con los sectores).

Con relación a la diversidad marina, se ha elaborado el indicador: Áreas costeras- marinas protegidas con respecto al área marino costera y total, presentado en el informe denominado “Iniciativa Latinoamericana y Caribeña - Indicadores de Seguimiento – Perú 2008”, a fin de asegurar la conservación y uso adecuado en particular de los ecosistemas marino costeros en dos áreas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINANP); una de ellas es la Reserva Nacional de Paracas, cuya área de amortiguamiento forma parte del presente estudio. Dicha reserva, que es la primera unidad de conservación costera, con una superficie de 335 000 ha, incluye en su ámbito al medio marino en un 65%.⁽¹⁴⁾.

El Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA PERU 2011-2021) es un instrumento de planificación ambiental nacional de largo plazo, sus objetivos son los mismos que se proponen lograr en la Política Nacional del Ambiente. La ejecución de las metas prioritarias por las entidades responsables y la sociedad en su conjunto, serán evaluadas mediante indicadores de gestión e indicadores ambientales, bajo la supervisión del MINAM ⁽¹⁵⁾.

La información ambiental cuidadosamente trabajada y procesada se convierte en un indicador. Según la OECD (Organization for Economic Cooperation and Development, 2001) el Indicador se define como un valor derivado de parámetros, el cual apunta hacia, proporciona información acerca de, o describe el estado de un fenómeno / ambiente / área, con un significado que va más allá de lo asociado directamente con el valor de un parámetro (¹⁶).

Los indicadores deben proporcionar información esencial sobre la viabilidad de un sistema y su tasa de cambio, y sobre la forma en que contribuyen al desarrollo sostenible del conjunto del sistema. Una serie de limitaciones son generalmente evidentes en este trabajo. Una limitación común es el énfasis en los aspectos biofísicos de la sostenibilidad, la exclusión de los factores socioeconómicos pueden, de hecho, con frecuencia ser la fuerza impulsora detrás de los cambios ambientales (¹⁷).

El programa de indicadores ambientales del OECD reconoce que no existe una serie universal de indicadores; más bien existen varias series, que corresponden a objetivos específicos. Los indicadores pueden ser usados a nivel nacional e internacional en el reporte del estado del ambiente, en la medición del desempeño ambiental y reporte de informes sobre los progresos realizados hacia el desarrollo sostenible.

En el desarrollo armonizado de indicadores ambientales internacionales, los países de la OECD adoptaron un enfoque pragmático, el cual condujo, en particular a un acuerdo: sobre un marco conceptual común, basado en definiciones y comprensión de conceptos comunes, y sobre el modelo presión – estado – respuesta (PSR).

El PSR considera que las actividades humanas ejercen presión sobre el ambiente y afectan su calidad y cantidad de recursos naturales (“estado”); la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales en general y a través de cambios en la conciencia y comportamiento (“respuesta social”), El modelo PSR tiene la ventaja de

poner de relieve estos enlaces y ayuda a los tomadores de decisiones y al público ver los temas ambientales y otros interconectados (aunque esto no debe ocultar de vista las relaciones más complejas en los ecosistemas y las interacciones ambiente-economía y ambiente-social). En la Fig. 5. Se presenta un Modelo Presión – Estado – Respuesta, según OECD 2001 (17).

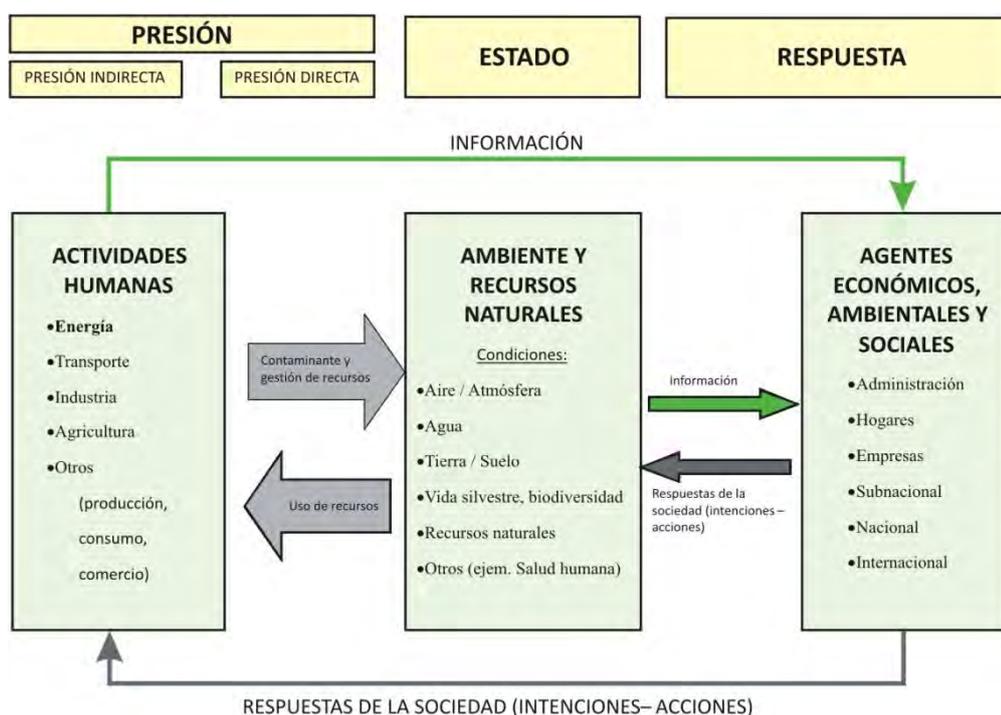


Fig. 5. Modelo: Presión – Estado – Respuesta (OECD, 2001).

Indicadores de presiones ambientales, describe presiones de actividades humanas ejercidas sobre el ambiente e incluso sobre los recursos naturales. Las presiones aquí cubren presiones subyacentes o indirectas (i.e. la actividad en sí y las tendencias y patrones de significancia ambiental), así como las presiones inmediatas o directas (i.e. el uso de los recursos y las descargas de contaminantes y materiales de desecho). Los indicadores de las presiones ambientales se centran en las presiones directas y están estrechamente relacionados con los patrones de producción y consumo.

Indicadores de estados ambientales, relaciona a la calidad del ambiente y la calidad y cantidad de recursos naturales. Como tales reflejan el objetivo último de las políticas ambientales. Los indicadores de condiciones ambientales son diseñados para dar una visión de la situación (estado) con relación al ambiente y su evolución en el tiempo.

Indicadores de respuestas de la sociedad, muestran el grado en que la sociedad responde a las preocupaciones ambientales, ellos se refieren a las reacciones individuales y colectivas, destinadas a:

- Mitigar, prevenir o compensar los efectos negativos inducidos por el hombre sobre el ambiente.
- Detener o revertir el daño ambiental ya causado
- Preservar y conservar la naturaleza y los recursos naturales

Hasta el momento la producción efectiva de indicadores de desarrollo sostenible en la región, ha consistido en construir conjuntos de indicadores que incorporan los principales indicadores provenientes de la economía, lo social y lo ambiental, sin integrar ni capturar adecuadamente sus interrelaciones.

Con relación a los océanos y áreas marinas costeras, diversos programas ⁽¹⁾ han orientado sus esfuerzos para contribuir al desarrollo y a la utilización sostenible de las áreas costeras y oceánicas y de sus recursos biológicos. ICOM (Manejo integrado de costas y océanos) es un proceso dinámico, multidisciplinario, iterativo y participativo de promoción del manejo sostenible de las zonas costeras y oceánicas, a través de un equilibrio sustentable a largo plazo de los objetivos medioambientales, económicos, sociales, culturales y recreativos ⁽¹⁾.

En las zonas costeras y oceánicas a menudo confluyen múltiples usuarios y organismos gubernamentales de distintos niveles (i.e. nacional, provincial y local) y en el caso de mares compartidos, las costas y océanos son además lugares de interacción con otras naciones.

También se ven afectados por temas sobre tierras y aguas dulces, por lo que su manejo exige conocimientos propios de distintas disciplinas. Por este motivo, un elemento central de ICOM es la integración de las siguientes dimensiones: intersectorial, intergubernamental, espacial, científica e internacional. El manejo de las costas y océanos debe regirse por la ética, justicia e igualdad entre todos los usuarios, y por la prioridad de proteger, en situaciones de conflictos irreconciliables, los recursos biológicos y sus hábitats por encima de la explotación de los recursos no biológicos y no renovables.

Indicadores ICOM

Existen tres tipos de indicadores ICOM. Cada uno de ellos refleja uno de las tres dimensiones de ICOM (IOC 2006):

- **Indicadores de gobernanza:** miden el desempeño de los componentes del programa, así como el progreso y la calidad de las intervenciones y del propio proceso de gobernanza ICOM.
- **Indicadores ecológicos:** reflejan las tendencias del medio ambiente. Son de naturaleza descriptiva si detallan el estado del medio ambiente respecto a un tema determinado (ejem. Eutrofización, sobrepesca, pérdida de biodiversidad). Y son indicadores de desempeño si comparan las condiciones actuales con las condiciones ecológicas objetivo.
- **Indicadores socioeconómicos:** reflejan el estado del componente humano de los ecosistemas marinos y costeros (por ejem. Las actividades económicas) y son un elemento fundamental en la elaboración de los planes ICOM.

Estas 3 categorías engloban: 15 indicadores de gobernanza, 9 indicadores ecológicos y 13 indicadores socioeconómicos.

Entre los marcadores de desempeño empleados con frecuencia para monitorear los programas ICOM, se encuentran la fuerza motriz-presión-estado-impacto-respuesta (DPSIR) representado en la figura N° 7 (AEMA, 1998), fuerza motriz – estado- respuesta (DSR, Naciones Unidas y Banco

Mundial, 2001) y presión-estado-respuesta (PSR, OCDE, 1993) con sus indicadores correspondientes. Estos marcos se emplean en las valoraciones medioambientales y en los reportes sobre el estado del medio ambiente (¹).

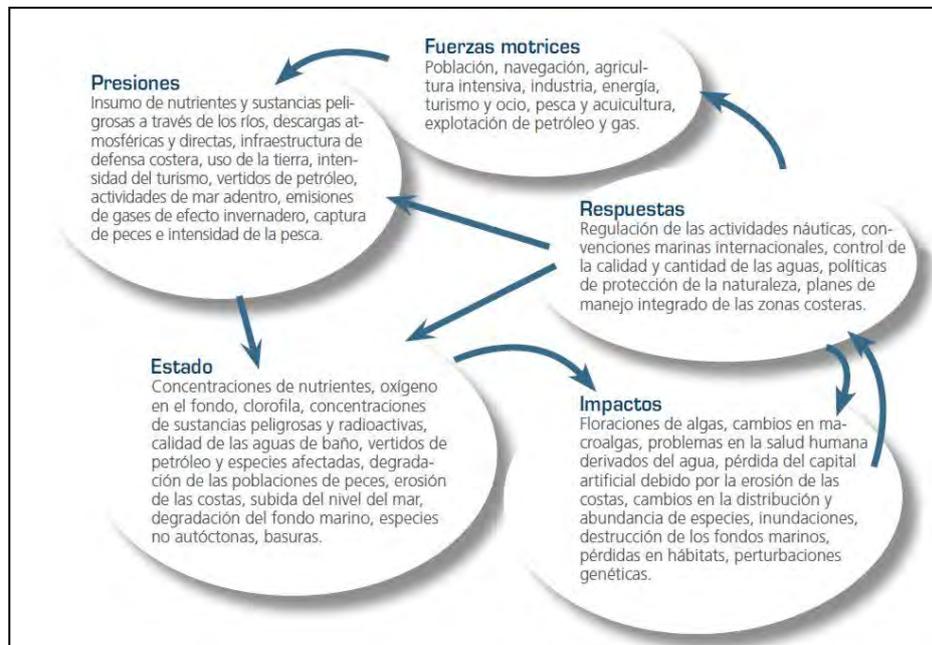


Fig. 6. Aplicación del Marco DPSIR al medio ambiente marino (AEMA, 2000).

El marco DPSIR es un enfoque apropiado para analizar las relaciones entre las tendencias socioeconómicas, los fenómenos ecológicos y las respuestas institucionales. Sigue una línea causal, que comienza con las fuerzas motrices del cambio medioambiental (ejem.: crecimiento y densidad demográfica), las cuales generan presiones en el medio ambiente (ejem.: aumento de las descargas de aguas residuales en aguas costeras), que a su vez provocan cambios en el estado del medio ambiente (por ejemplo, cantidades de contaminación orgánica en aguas costeras) y éstos tienen impactos medioambientales y socioeconómicos (ejm.: cambios en el valor recreativo de las aguas de baño) y generan respuestas institucionales (ejm.: mejora del tratamiento de aguas residuales).

Las actividades humanas tienen impactos directos e indirectos en la salud y en la productividad de los ecosistemas costeros y marinos. Desde una perspectiva DPSIR y de otros marcos relacionados, el manejo eficaz de las presiones antropogénicas que afectan la zona costera debe traducirse en una mejora de la calidad ambiental y en una reducción de los impactos adversos. Esto, a su vez, debe traer consigo una mejora de los beneficios socioeconómicos a largo plazo.

En el marco DSR original elaborado por la CDS de la ONU (1996), se identificaron los indicadores de las fuerzas motrices, del estado y de las respuestas para las cuatro dimensiones del desarrollo sostenible (social, económica, medioambiental e institucional). La tabla N° 3 ilustra ejemplos de estos indicadores

En el enfoque revisado se enmarcaron los indicadores de desarrollo sostenible en un enfoque temático, como se muestra en la tabla N° 4 (ONU, 2001).

La elección de una escala temporal para la medición de indicadores puede variar en función de los sistemas de monitoreo y evaluación. Generalmente se debe medir con mayor frecuencia los indicadores que cambian más rápidamente y con menor frecuencia los que cambian más lentamente.

A pesar de su gran utilidad, los indicadores pueden originar problemas o ser insuficientes. Estos pueden surgir de un uso indebido de los indicadores, un proceso pobre de elaboración y el empleo de indicadores incorrectos. Un uso adecuado de los mismos, los convierte también en herramientas poderosas en el ciclo de retroalimentación de un plan de acción, sirven de alerta temprana de posibles problemas y ofrecen un mensaje conciso de participación, educación y sensibilización. El uso sostenible de las áreas costeras, oceánicas y de sus recursos debe abarcar dimensiones de la gobernanza, ecología (incluido el medio ambiente) y socio economía, así como las interrelaciones entre ellas (¹).

Tabla 4. Ejemplos de indicadores DSR para las cuatro dimensiones del Desarrollo Sostenible. Fuente: IOC, 2006

Dimensiones del desarrollo sostenible, indicadores	Fuerzas Motrices	Estado	Respuestas
SOCIAL	Índice de crecimiento demográfico en las zonas costeras urbanas	Niveles de ingresos y de pobreza.	Presupuesto asignado para la capacitación en temas medio-ambientales; número de campaña de capacitación.
ECONOMICA	Dependencia de las comunidades costeras de la pesca.	Empleo en la industria pesquera.	Utilización de técnicas pesqueras más eficaces.
MEDIO AMBIENTAL	Cambios en los patrones de corrientes.	Composición química del agua.	Cambios en la dinámica de las poblaciones de peces.
INSTITUCIONAL	Grado de cumplimiento de las leyes y regulaciones del manejo del área costera.	Índices de consumo de pescado	Número de arreglos de co-manejo para mejorar la eficacia del manejo.

Tabla 5. Ejemplos de indicadores de Desarrollo Sostenible para océanos, mares y costas. Fuente: IOC, 2006

TEMA	SUBTEMA	EJEMPLO DE INDICADORES
OCEANOS, MARES Y COSTAS	ZONA COSTERA	Concentración de algas en las aguas costeras.
		Porcentaje de población total en las áreas costeras.
	PESCA	Captura anual por cada especie principal

Desde una perspectiva socioeconómica, existen costos tanto directos como indirectos asociados a las actividades generadoras de ingresos y a los efectos de la población y del desarrollo en las áreas costeras; al respecto los indicadores medioambientales se concentran en las actividades humanas realizadas en el medio ambiente costero y marino que afectarán al estado del ecosistema.

Existe también una relación directa entre la dimensión medioambiental y la dimensión de salud y seguridad pública, especialmente en lo que se refiere a la introducción de contaminantes en el ambiente marino. Aumenta la preocupación por el incremento de enfermedades y dolencias asociadas a la contaminación de aguas marinas, peces y otras especies; los riesgos que conlleva para la salud humana pueden originar grandes pérdidas económicas. Estimaciones preliminares de Shuvall (2001) sugieren pérdidas económicas del orden de USD 16 mil millones anuales, con relación a la carga global por enfermedad y los costos asociados al consumo de crustáceos crudos o ligeramente hervidos procedentes de aguas contaminadas con aguas residuales y biotoxinas marinas naturales (¹). En el Perú, la OMS estimó una pérdida neta de 495.3 millones de dólares en el año 1991 causada por la incidencia y mortalidad del cólera (¹⁸).

En el marco internacional sobre funciones del ICOM, todos coinciden en el alcance y propósitos del manejo integrado de zonas costeras y oceánicas, así como en sus enfoques y principios fundamentales.

En nuestro país, el programa de manejo integrado de la zona marino costera, a cargo del MINAM y con la participación de diferentes entidades involucradas con el medio marino, aún muestra un lento avance; si bien se vienen elaborando proyectos y planes sobre manejo integrado, se han dado algunas normas, las cuales establecen lineamientos generales, se observa la ausencia de una política ambiental oceánica y marino costera como base para poner en marcha la gestión integrada, por lo tanto el tema de indicadores ambientales y de sostenibilidad es uno de los tantos retos importantes y necesarios a ejecutar.

Es conveniente mencionar que en el marco del programa global del Gran Ecosistema marino de la corriente de Benguela (BCLME), orientado a mejorar la comprensión de la variabilidad y complejidad de las interacciones que existen entre los componentes vivos y no vivos de los ecosistemas, se llega a la conclusión de que no es posible aplicar un enfoque único ⁽⁶⁾; en ese sentido han puesto de relieve una serie de métodos para detectar y monitorear cambios a largo plazo.

Jarre et al ⁽⁶⁾ enfatizaron la necesidad de identificar y comprender los diferentes estados de los ecosistemas, los controles que operan dentro de ellos y los procesos por los cuales ocurren los cambios. Así mismo recomendaron que los conjuntos de indicadores ambientales a ser usados, describan y cuantifiquen cambios en el ecosistema y que estos indicadores sean sintetizados para permitir predicciones.

La respuesta del ecosistema a las presiones ambientales o antropogénicas dependerá del estado del ecosistema y su funcionamiento, subrayando la necesidad de comprender las características inherentes de los ecosistemas para ser capaces de comprender los probables cambios.

Debido a que no hay una teoría general que pueda describir todo el funcionamiento del ecosistema marino, el proceso de toma de decisiones debe estar basado en distintos tipos de herramientas, análisis, modelos e indicadores. La posición y tendencia del indicador en relación a los puntos de referencia o valores indican el estado presente y la dinámica de aquel sistema. Jarre et al. ⁽⁶⁾, utiliza el término "Indicador del Ecosistema", como una característica medible de un ecosistema, el cual puede proporcionar información a la pregunta de si un cambio en el ecosistema a largo plazo está o no ocurriendo.

Con frecuencia se cuestiona si los indicadores realmente mejoran nuestra habilidad de detectar/predecir cambios en los recursos y ecosistemas, más allá de la capacidad de detección/ predicción de lo que solo un simple camino o recorrido de especies/recursos pueda ofrecer. El

peligro de confiar en indicadores de una sola especie (e.g. registro de medición o captura) es que se pierde de vista los efectos de las interacciones entre estos recursos, y la data de captura en particular puede no necesariamente reflejar que está sucediendo a nivel de la comunidad o ecosistema. En anexo se presentan unas tablas sobre indicadores relevantes como los socio económicos (Tabla 5.2 A) y de hábitats (Tabla 5.2 B), propuestos por Jarre et al. (⁶).

Con respecto a la gestión, existen varios marcos para el uso de indicadores; nuestra discusión se basa en el marco DPSIR tan usado, entre otros, por GOOS (Sistema Global de Observación Oceánica) y la Comunidad Europea; las contribuciones de las ciencias naturales se centran en las categorías presión (P) y estado(S), mientras que los indicadores de fuerzas (D), impacto (I) y respuesta (R) con frecuencia tendría sus raíces en las ciencias sociales.

Jarre et al (⁶) han trabajado diferentes tipos de modelos direccionados a diferentes componentes del ecosistema, en diferentes escalas temporales y espaciales. Uno de estos modelos es el sistema experto que tiene un alto nivel práctico de una forma que lo hace accesible. Los modelos de sistemas expertos deben promover un medio efectivo de comunicación entre científicos y usuarios finales, y ellos tienen el potencial para informar a grupos de administradores dentro de la región acerca del estado actual y un posible estado futuro del ecosistema de una manera coherente.

Tal conocimiento será usado por administradores de recursos, en el planeamiento a largo plazo entre diferentes sectores pesqueros y administradores del ambiente. Asimismo el modelo del sistema experto captura la experiencia de una variedad de especialistas, los cuales proveen una fuente importante de información interdisciplinaria para comunidades científicas a nivel local, regional e internacional, incluyendo académicos, profesionales, tomadores de decisión y estudiantes.

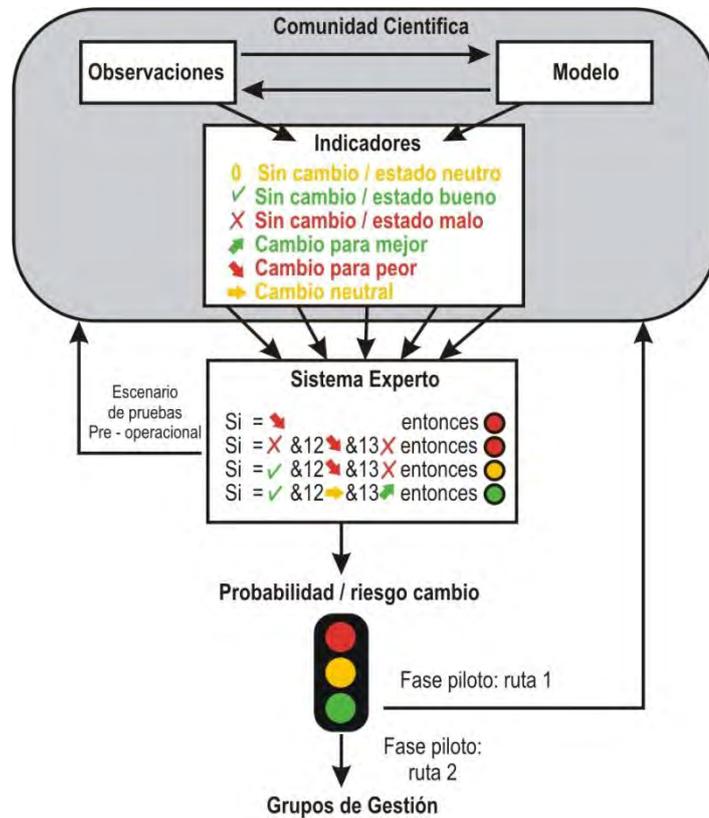


Fig. 7. Diseño aproximado del sistema experto, recomendado para integrar la información de varios indicadores de cambios a largo plazo en todo BCLM o sus subregiones. Fuente: Jarre, et. al (2006).

El sistema experto captura y organiza el conocimiento en una base de datos, que proporcionan un medio formal de síntesis, a través de un lenguaje operacional que es equivalente a las matemáticas como lenguaje de análisis.

En las etapas iniciales, previas a la operación de desarrollo, la atención se centrará en el ámbito científico (figura N° 8), donde se prueba el sistema con escenarios hipotéticos y modificados. Guimaraes- Pereira et al. (2005) señalaron que la participación amplia de todos los interesados en el diseño y el ejercicio del sistema basada en el conocimiento, correspondía a un proceso de revisión por pares, proporcionando elementos de garantía de calidad.

Para desarrollar y mantener un sistema operacional para detectar y predecir cambios en el ecosistema, se requiere una estructura organizacional e infraestructura. De gran importancia para un sistema sostenible es la necesidad de mejorar el manejo de datos, incluyendo sistemas para el aseguramiento y control de calidad y una buena comunicación ⁽⁶⁾.

La presente tesis, sentaría las bases para un futuro desarrollo de un sistema experto para la toma de decisiones en la Bahía de Paracas.

5.3 MARCO LEGAL

El marco legal relacionado a los sistemas de indicadores comprende las siguientes normas:

- Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental - Ley N° 28245
- DS 008-2005 PCM. Reglamento Sistema Nacional de Gestión Ambiental
- Reglamento de la Ley 28245, Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental
- Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente
- Estándares nacionales de calidad ambiental para agua, DS 002-2008 MINAM
- Límites máximos permisibles para la industria de harina y aceite de pescado y normas complementarias, DS 010-2008 PRODUCE
- Ley 28611 (2005). Ley General del Ambiente
- Ley N° 27806 –Ley de transparencia y acceso a la información pública.
- Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento (Decreto Supremo No 001-2010-AG) que crea y pone en funcionamiento el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos a cargo de la Autoridad Nacional del Agua - ANA,

establece un nuevo modelo de gestión integral de los recursos hídricos en el país.

- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM de 23 de Mayo de 2009: Política Nacional del Ambiente.
- Decreto Supremo 023-2009 Disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua.
- Decreto Supremo N° 014-2011 del 09 julio del 2011: Plan nacional de acción ambiental PLANAA- PERU - 2011-2021. instrumento de planificación nacional de largo plazo

6. OBJETIVOS

Con el propósito de definir un conjunto de indicadores específicos para este trabajo, se plantean los siguientes objetivos:

- a. Recopilar información sobre variables ambientales de calidad acuática marina y de importancia socio económica en la zona marino costera de Pisco – Paracas.
- b. Realizar un análisis retrospectivo de la variación temporal de las variables ambientales seleccionadas.
- c. Proponer un sistema de indicadores que responda a la realidad y necesidades del área marino costera de Pisco – Paracas.

7. HIPOTESIS

Los parámetros ambientales que caracterizan al área marino costera Pisco – Paracas no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental, por lo que es necesario proponer un sistema de indicadores idóneo, que contribuya a una gestión eficiente del manejo de la bahía y sus recursos.

8. MATERIALES Y METODOS

8.1 Datos

Se recopiló información sobre variables ambientales físico químico de calidad acuática marina y de importancia socio económica en la zona marina costera de Pisco – Paracas, principalmente entre el 2000 al 2010.

La información recolectada tuvo como principal fuente la data ambiental de IMARPE (sede central) e IMARPE PISCO, quienes vienen desarrollando un seguimiento periódico en el área de interés; dicha actividad forma parte de las actividades del plan operativo institucional.

Otra fuente importante utilizada fue la proporcionada por la empresa PLUS PETROL (¹⁹) correspondiente a su programa de seguimiento, los datos corresponde al período 2003 al 2010, a través de los reportes o informes del monitoreo biótico y abiótico en playa Lobería de la ERM.

La información con respecto a los desembarques de anchoveta y especies acompañantes, invertebrados y otros, sobre pesca artesanal han tenido como fuente a IMARPE sede, IMARPE Pisco, PRODUCE – Estadística, Información sobre eventos: floraciones algales nocivas (FAN), varazones, mortandad obtenida de los registros de IMARPE PISCO (Lorenzo, com. pers. 2011).

Área de Estudio

El área de estudio comprende el área marina costera de Pisco – Paracas que se indica en la Fig. 8.

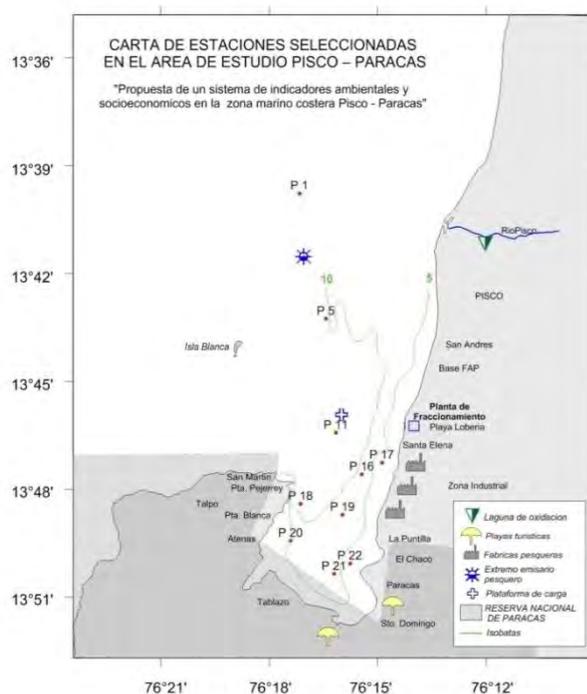


Fig. 8. Carta de estaciones en área de estudio.

Es decir desde el norte frente a la desembocadura del río Pisco, hasta el sur por la bahía Paracas y la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de la bahía, hasta una distancia aproximada de 4 millas náuticas de la línea costera.

8.2 Análisis de Datos

Se analizó la variación temporal de las variables ambientales seleccionadas, mediante la elaboración de figuras de series de tiempo, y análisis estadísticos (análisis de regresión y pruebas t de estimación).

En base a la información analizada, se elaboró una propuesta de sistema de indicadores, que comprende las siguientes partes:

- **Indicadores identificados:** En base a los parámetros de calidad ambiental que se han ejecutado.
- **Puntos de referencia.** Los Estándares de calidad ambiental del agua.
- **Propuesta.** Sistema de indicadores

9. RESULTADOS

9.1 ANÁLISIS RETROSPECTIVO

Se analizaron los siguientes indicadores de presión, estado y respuesta:

(i) Indicadores de presión:

- Desembarques
- Efluentes

(ii) Indicadores de estado:

a. Ambientales:

- Temperatura superficial
- Temperatura en fondo
- Oxígeno superficial
- Oxígeno en fondo
- Sólidos suspendidos totales en superficie
- Sólidos suspendidos totales en fondo
- pH en superficie
- pH en fondo
- Aceites y grasa
- Sulfuro de hidrógeno
- Eventos biológicos (FAN, VARAZONES Y MORTANDAD)

b. Socioeconómicos:

- Población costera
- Ingresos por la concha de abanico

(iii) Indicadores de respuesta:

- Número de medidas por quinquenio.

(i) **Indicadores de presión: Desembarques y Efluentes**
Desembarques

Como se aprecia en la tabla 6, durante el período 2000-2011 se registró en el puerto de Pisco un desembarque total de 7 412.610 Ton de anchoveta, correspondiente a la flota industrial pesquera de las 7 plantas que se asientan en el litoral de Paracas. La tasa de captura promedio mensual para el periodo estudiado fue de 98835 Ton.

Tabla 6. Desembarque de anchoveta y especies acompañantes, puerto Pisco, Ica 2000 - 2011

MESES	AÑOS											
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Enero		45	5831		8648						66382	100268
Febrero							39801					
Marzo	224769	14365	99867									
Abril	115032	78700	123022	96095	36218	209022	41677	64522	142094	112018		294470
Mayo	213339	147585	212232	166258	22425	254094	116997	127099	57389	212618	166397	242644
Junio	148889	35405	173881	67814	82737	63775	156066	96214	98717	117143	105610	172093
Julio	117889	56805	71241			95382					90	17682
Agosto												
Septiembre												
Octubre	28750	6153	2086									
Noviembre	148642	336	37179			303254	72176	58863	122979	169291	24423	77730
Diciembre	56477	2	179823		70840	24019	58625	6381	104444	193657	2937	170908
Total anual	1053787	339396	869162	330167	260143	949547	485341	353080	525623	804726	365841	1075797
TOTAL	7 412.610 Ton											

Fuente: Dirección Recursos Pelágicos- IMARPE, 2011

La captura incidental se presentó con un porcentaje menor a 1.7%, entre las principales especies merecen mencionarse al jurel, caballa, munida, pota, bagre, entre otros.

A pesar de la abundancia de recursos hidrobiológicos, la pesca industrial de la zona se ha centrado principalmente en la extracción del recurso anchoveta, cuya importante biomasa a lo largo de nuestro litoral ha favorecido su explotación, la cual se destina principalmente a la producción de harina de pescado. El sector pesquero ha presentado un conjunto de problemas como consecuencia de la sobreexplotación del recurso y una inadecuada distribución de los beneficios. Dentro de los problemas

principales se encuentra el sobredimensionamiento de la flota pesquera y capacidad de desembarque, reducido número de días de pesca, lo que genera presión sobre el recurso anchoveta, sobre inversión por el reducido número de días de pesca, contaminación ambiental, entre otros ⁽²¹⁾. A fin de proteger el recurso PRODUCE estableció vedas y suspensiones temporales de la pesca industrial en la región Ica, cuyos períodos más largos se dieron entre el 2005 al 2008, Fig. 9.

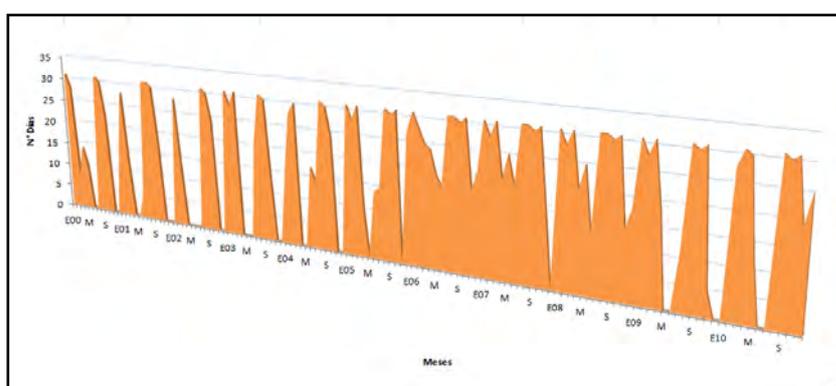


Fig. 9. Períodos de veda de anchoveta en Pisco (2000-2010)

Fuente: IMARPE PISCO, 2012.

La sobrepesca de una especie pelágica en particular puede alterar la abundancia, composición y distribución de otros, así como la de otros componentes de la comunidad pelágica, induciendo cambios drásticos de estado. El control de arriba hacia abajo (depredación) es considerado como la fuente más importante de mortalidad para las especies explotadas, y puede afectar a todo el ecosistema debido a la depredación de especies muy relacionadas ⁽⁶⁾.

La pesca, que actúa como un depredador, causa un cambio del ecosistema dominado por grandes peces depredadores, a uno dominado por peces pelágicos pequeños los cuales son más sensibles a los cambios ambientales. Tales cambios generalmente no son probables de revertirse, ya que las poblaciones de peces más grandes no son muy resistentes. La pesca no sólo puede ser una causa de la alternancia de especies, sino

también puede ser una fuente de variabilidad adicional (por encima de la variabilidad natural) y puede acelerar colapsos de stock o retardar la recuperación del stock ⁽⁶⁾.

Probablemente los cambios más conocidos en los ecosistemas de afloramiento son los cambios de régimen a escala decadal que involucran a las sardinas y anchovetas, que se han observado en todo el mundo. Estos cambios tienen implicaciones importantes para la gestión, ya que pueden alterar la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y la forma en que responden a la pesca.

Si bien en junio del 2008 se promulgó el D.L. 1084 Ley sobre Límites máximos de captura por embarcación (LMCP) orientado a racionalizar el esfuerzo pesquero, con el fin de lograr el manejo sostenible del recurso y que contribuya además a solucionar los problemas en el sector, sin embargo uno de los más graves problemas que tiene este sistema es que no existe un control eficiente del cumplimiento de las cuotas de pesca, porque algunos malos empresarios descargan más de lo que están autorizados. Ello atenta gravemente contra la sostenibilidad de la anchoveta pues en la práctica se está pescando más de lo que indica la cuota global recomendada por IMARPE.

Según años, los mayores desembarques anuales de anchoveta se realizaron en los años: 2011 (14.5 %), 2000 (14.2 %) y 2005 (12.8 %); en los dos primeros períodos superó el millón de toneladas, observándose una extracción más intensa del recurso entre los meses de marzo a junio en los años correspondientes. Durante el período 2000-2011 se registró en el puerto de Pisco un desembarque total de 7 412.610 Ton de anchoveta, correspondiente a la flota industrial pesquera de las 7 plantas que se asientan en el litoral de Paracas. La tasa de captura promedio mensual para el periodo estudiado fue de 98835 Ton.

En la figura 10 se aprecian las fluctuaciones diarias de los desembarques con valores máximos registrados en noviembre del 2005 y abril del 2011 de casi 300000 Ton.

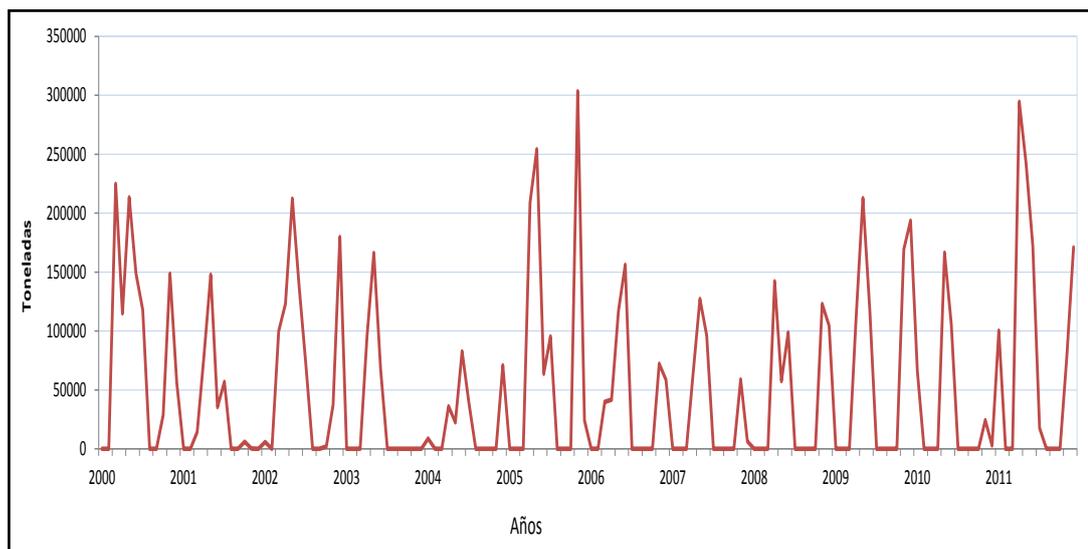


Fig. 10. Desembarques mensuales de anchoveta y especies acompañantes en Pisco (ton) 2000 – 2011.

Efluentes (Descargas de aguas residuales)

Los efluentes o aguas residuales industriales pesqueras (agua de bombeo, sanguaza, agua de proceso) se caracterizaron no solo por los grandes volúmenes de descarga, sino por su alto contenido de materia orgánica y compuestos grasos, que como se verá más adelante estuvieron asociados a estados anóxicos y altas concentraciones de aceites y grasa. La relación agua de bombeo (agua de mar) y pesca descargado, se ha venido reduciendo desde 1996 de un promedio de 2 a 3 toneladas de agua de mar para descargar una tonelada de pesca, a un promedio de 1 tonelada de agua de bombeo por cada tonelada de pesca descargada en el 2010. A fines del 2005, la disposición final de los efluentes se realiza hacia el norte, fuera de la bahía a través de un emisario de 13,8 Km y a 51 m de profundidad.

Este enriquecimiento del medio marino costero de Pisco por el aporte de las aguas residuales pesqueras, del río Pisco, y efluentes domésticos propicia el desarrollo de las floraciones algales (FAN). Se ha observado que entre marzo a junio del 2000 se registró una descarga de efluentes mayor a los 609000 Ton, que condujo a estados anóxicos prolongados,

especialmente a nivel de fondo (marzo-abril del 2000), se registró la presencia de floraciones fitoplanctónicas, 3 varazones de peces e invertebrados y una mortalidad de concha de abanico; el año 2000 fue uno de los años de intensa actividad industrial (superada por el año 2011).

(ii) Indicadores de Estado

Como se aprecia en la figura (carta de posiciones), las estaciones evaluadas se ubicaron desde el norte, próximo a las descargas del río Pisco hasta la bahía Paracas por el sur; a lo largo de ellas la batimetría ha ido variando. Con excepción de las estaciones P1, P11 y P18 cuyas profundidades estuvieron entre los 13 y 27 m, el resto de estaciones presentaron profundidades que fluctuaron entre 4,0 a 10m. Frente a la zona industrial y en el área de influencia de las mismas, se ubicaron las estaciones P16 y P17 con una profundidad de 6-9m. Las estaciones de menor profundidad (P21, P22 y P20) se encontraron dentro de la bahía de Paracas con profundidades que variaron principalmente entre los 4,0 a 6,0m.

El mayor volumen de datos para el período 2000-2010 corresponde a la bahía Paracas (estaciones P19, P20, P21 y P22); otro grupo de datos importantes de estaciones fuera de la bahía corresponden al período 2003-2009.

A continuación, se hace un análisis de los parámetros ambientales físicos y químicos registrados durante el período 2000-2010, los mismos que son comparados con los valores ECA de la categoría 4 Conservación del ambiente acuático (Tabla 7), clasificación a la que corresponde la Bahía de Paracas conforme a RJ N^o 202 – 2010-ANA.

Tabla 7. Valores de referencia ECA.

Categoría 4

Parámetros de indicador calidad de agua de mar	ECA- Categoría 4 DS 002 - 2008
Temperatura	delta 3° C
Oxígeno	≥ 4.0 mg/L
Sólidos Suspendidos Totales SST	30.0 mg/L
Potencial iones Hidronio (pH)	6.8 - 8.5
Aceites y Grasa	1.0 mg/L
Sulfuro de Hidrógeno	0.06 mg/L

a. Ambientales

TEMPERATURA SUPERFICIAL

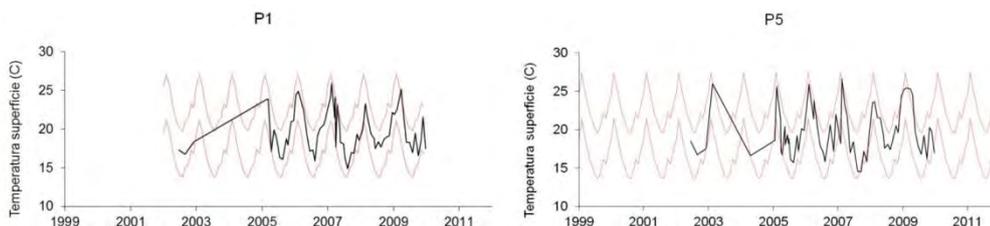
Como se observa en la tabla N° 8, la temperatura superficial fluctuó de 13.6°C a 27.9°C correspondientes a las estaciones P20 y P22, ubicadas frente a Atenas y El Chaco en la bahía Paracas, respectivamente. En general, el área marino costera Pisco – Paracas, presentó una temperatura promedio de 19.6°C; las estaciones ubicadas fuera de la bahía presentaron una temperatura promedio (19.6°C) ligeramente mayor a lo registrado (19.5°C) dentro de la bahía Paracas para el período 2000-2010.

Tabla 8. Rangos y promedios de temperatura en la superficie marina costera Pisco- Paracas, 2000-2010

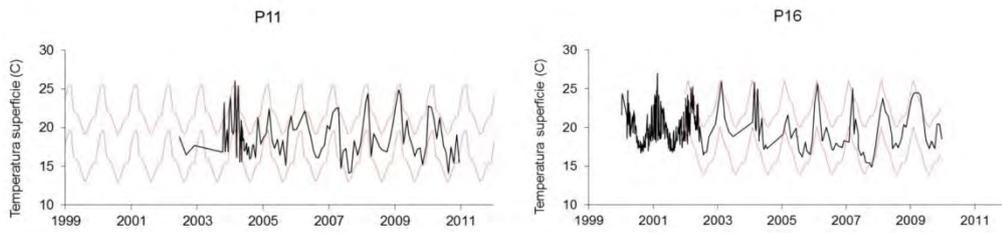
PARAMETROS	SUPERFICIE									
	P1	P5	P11	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Mínimo	14.9	14.5	14.1	14.9	16.5	14.5	14.8	13.6	15.2	14.1
Máximo	26.0	26.6	26.0	27.0	27.0	25.1	25.6	27.7	25.7	27.9
Promedio	19.9	19.5	18.8	19.9	20.1	19	19.9	19.0	20.4	19.6
PROMEDIO	19.6					19.6				

Las estaciones fuera de la bahía (P1, P5, P11, P16, P17) presentaron un rango de temperatura superficial que varió de 14.1°C (estación P11) a 27.0°C (estaciones P16 y P17), con una temperatura promedio de 19.6 °C; ambas estaciones se ubican en el área de influencia de la zona industrial pesquera. En la bahía Paracas las estaciones presentaron un rango de temperatura superficial de 13.6°C (P20) a 27.9 °C (P22), con una temperatura promedio también de 19.6°C.

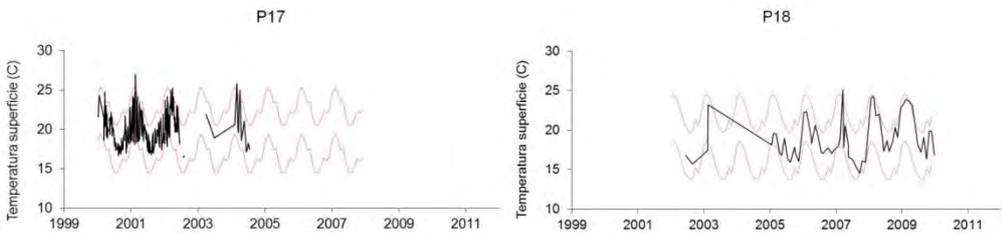
Como se puede observar, en las figuras 11(a hasta j) con excepción de algunos picos muy puntuales que superaron el ECA superior, registrado en las estaciones P11, P16, P17, P20, P22 especialmente en verano (febrero – marzo) de los años 2001, 2003 y 2004, en general se puede decir que a nivel superficial la temperatura promedio en el área marina costera de Pisco –Paracas fue de 19.6 °C los valores de temperatura no superaron los estándares de calidad ambiental inferior y superior del DS. 002-2008 MINAM.



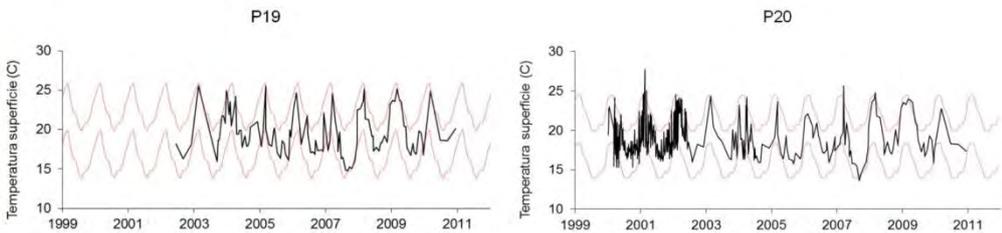
Figs. 11. a, b. Variación temporal de la temperatura superficial (línea negra) de las estaciones P 1 y P 5, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.



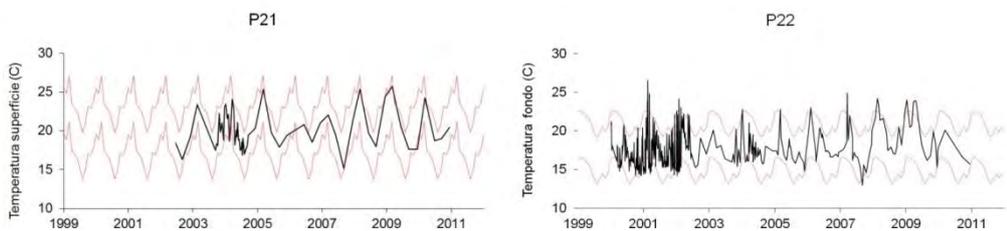
Figs. 11. c, d. Variación temporal de la temperatura superficial (línea negra) de las estaciones P 11 y P 16, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.



Figs. 11.e, f. Variación temporal de la temperatura superficial (línea negra) de las estaciones P 17 y P 18, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.



Figs. 11.g, h. Variación temporal de la temperatura superficial (línea negra) de las estaciones P 19 y P 20, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.



Figs. 11.i, j. Variación temporal de la temperatura superficial (línea negra) de las estaciones P 21 y P 22, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.

TEMPERATURA EN FONDO

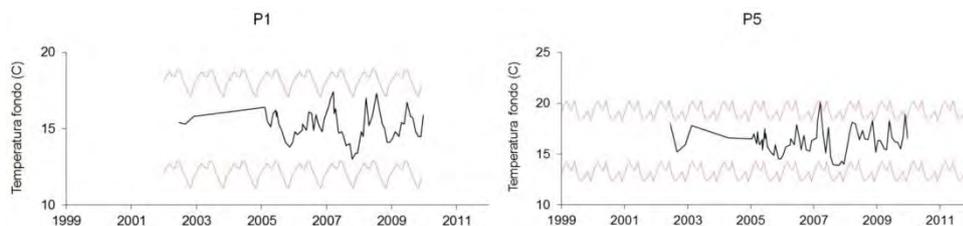
En la tabla 9, se observa que la temperatura a nivel de fondo varió de 12.3 °C a 27.7°C que corresponden a las estaciones P20 y P17, las cuales se ubicaron frente a Atenas- bahía Paracas y en la estación más costera en el área de influencia de la zona industrial respectivamente, estaciones con profundidades de 6-8m. El valor promedio del área marino costero Pisco – Paracas fue de 16.6°C, las estaciones dentro de la bahía mostraron valores promedios ligeramente mayores (16.7°C) a las estaciones fuera de la bahía (16.5°C), ello influenciado principalmente por la poca profundidad y lenta circulación de las aguas someras.

Tabla 9. Rangos y promedios de temperatura en fondo marino costero, Pisco- Paracas, 2000-2010

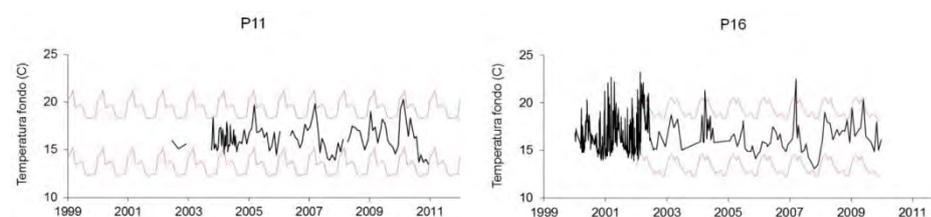
PARAMETROS	FONDO									
	P1	P5	P11	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Mínimo	13.0	13.9	13.5	13.1	13.5	12.8	12.9	12.3	12.5	13.0
Máximo	17.4	20.1	20.3	23.2	27.7	20.8	21.8	24.2	22.3	26.5
Promedio	15.2	16.3	16.2	16.7	17.9	15.6	16.0	16.8	17.0	18.0
PROMEDIO	16.5					16.7				

Los valores máximos de temperatura en fondo se hallaron en las estaciones P17 (27.7 °C) y P22 (26.5°C), y se registraron en febrero 2001. En general, la temperatura promedio a nivel de fondo para el área marina costera de Pisco – Paracas durante el período 2000-2010 fue de 16.6 °C.

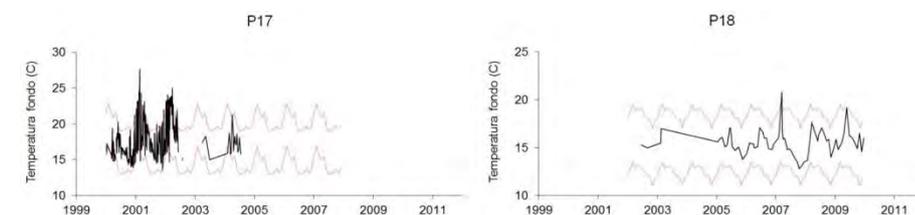
Como se observa en las figuras12 (a hasta j) las estaciones P16, P17, P20 y P22 en fondo, registraron una mayor frecuencia de picos que superaron los ECA inferior y superior del DS. 002-2008 - MINAM, especialmente en la estación de verano de los años 2001, 2002 y marzo 2004; esta situación fue más persistente en las estaciones P20 y P22, donde se registraron también picos en los meses de verano del 2006 al 2009, condiciones asociadas a aguas someras de poca profundidad.



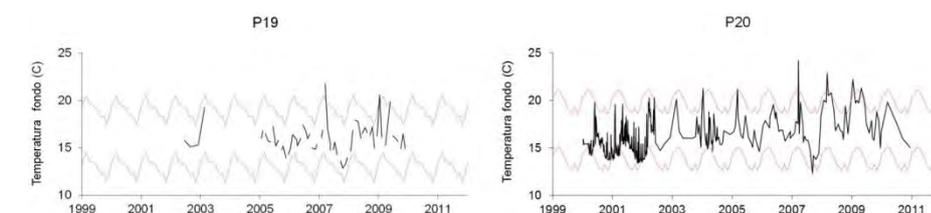
Figs. 12. a, b. Variación temporal de la temperatura en fondo (línea negra) de las estaciones P 1 y P 5, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.



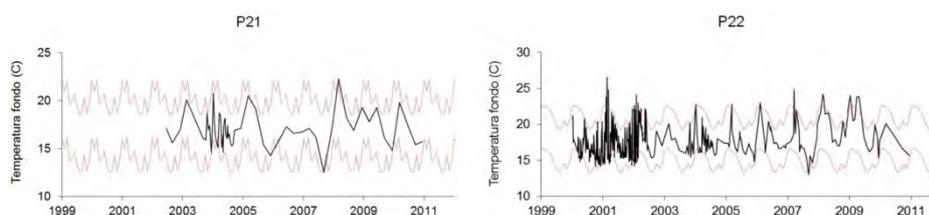
Figs. 12.c, d. Variación temporal de la temperatura en fondo (línea negra) de las estaciones P 11 y P 16, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.



Figs. 12.e, f. Variación temporal de la temperatura en fondo (línea negra) de las estaciones P 17 y P 18, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.



Figs. 12. g, h. Variación temporal de la temperatura en fondo (línea negra) de las estaciones P 19 y P 20, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.



Figs. 12.i, j. Variación temporal de la temperatura en fondo (línea negra) de las estaciones P 21 y P 22, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.

Con relación a la temperatura descrita se resume lo siguiente:

El rango de temperatura en superficie fue de 13.6⁰C (P20) a 27.9⁰C (P22) y la temperatura promedio superficial en el área marina costera de Pisco – Paracas para el período 2000 – 2010 fue de 19.6⁰C. En fondo, el rango varió de 12.3⁰C (P20) a 27.7⁰C (P17), mientras que el promedio a este nivel fue de 16.6⁰C; en general las estaciones dentro de la bahía fueron ligeramente más cálidas que las ubicadas al norte, fuera de ella.

Con excepción de algunos picos muy puntuales a nivel superficial, se puede decir en general que las temperaturas estuvieron dentro de los ECA límites superior e inferior del DS 002-2008 MINAM. Sin embargo a nivel de fondo, se observa una mayor frecuencia y persistencia de picos que superaron el ECA del límite superior especialmente en las estaciones P16, P17, P20 y P22 registrados en verano de los años 2001, 2002, 2004, 2007 y 2008.

Las estaciones anteriormente mencionadas que han presentado marcadas fluctuaciones de temperaturas han estado ubicadas en áreas de influencia de la zona industrial pesquera (P16 y P17) y frente a Atenas y sur de El Chaco (estaciones P20 y P22), zonas de aguas someras; la baja profundidad, la escasa circulación de sus aguas condicionan una lenta dinámica de los procesos físico - químicos y biológicos del ecosistema que se reflejan en las máximas de temperatura

OXIGENO SUPERFICIAL

Como se aprecia en la tabla 10, el oxígeno superficial para el período 2000-2010 varió de < 0.05 a 20.2 mg/L, hallados en las estaciones P16, P22 y P1 respectivamente, las cuales estuvieron ubicadas frente a la zona industrial pesquera (P16), frente a El Chaco (P22) y la estación más extrema (P1) ubicada al norte del río Pisco. En general, la concentración promedio de oxígeno en el área marino costero de Pisco – Paracas fue de 6.2 mg/L.

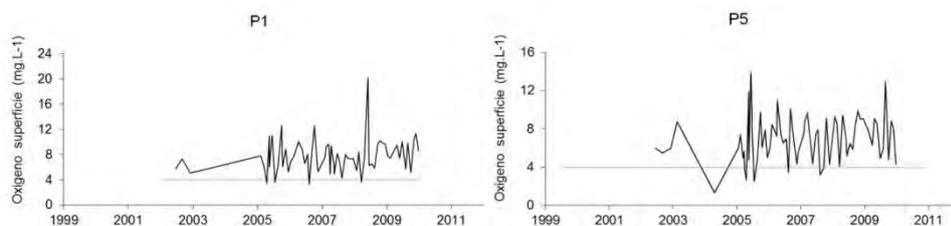
Tabla 10. Rangos y promedio de oxígeno disuelto (mg/l) en superficie marina costera de Pisco – Paracas, 2000 - 2010

PARAMETROS	SUPERFICIE									
	P1	P5	P11	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Mínimo	3.3	1.3	1.1	< 0.05	0.1	2.7	2.1	0.9	1.9	< 0.05
Máximo	20.2	13.9	15.0	14.3	14.8	13.7	15.4	12.7	12.9	17.4
Promedio	8.0	7.1	6.0	5.4	4.6	6.3	6.2	6.0	6.0	6.2
PROMEDIO	6.2					6.1				

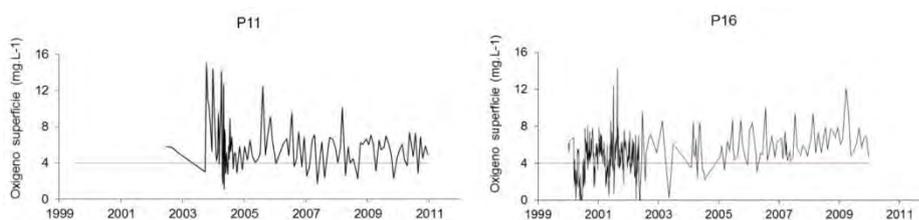
Dentro de la bahía se observa desde estados casi anóxicos hasta valores máximos (17.4mg/L), especialmente en la estación P22, zona somera de poca profundidad; mientras que fuera de la bahía, los estados casi anóxicos se observan en las estaciones P16 y P17, ubicadas en el área de influencia de la zona industrial pesquera, hasta concentraciones de 20.2mg/L (P1), valor máximo registrado en mayo 2008 y asociado a la presencia de una marea registrada entre abril – junio del 2008; las varaciones o muertes de peces, crustáceos o moluscos registrado entre el 2008 al 2010, estuvieron asociadas a estados anóxicos y a la presencia de FAN⁽²²⁾.

Como se observa en las figuras 13 (a hasta j), si bien en algunas estaciones se presentaron marcadas fluctuaciones entre estados anóxicos muy puntuales hasta concentraciones elevadas de oxígeno, se puede decir que en general las concentraciones de oxígeno en superficie, fueron óptimas con concentración promedio ≥ 6.0 mg/L, superior a lo establecido para las categorías 4 (Conservación del ambiente acuático para el ecosistema marino) y 2 (Actividades marino costeras) de los Estándares nacionales para calidad ambiental ((ECA) para agua según DS – 002-2008

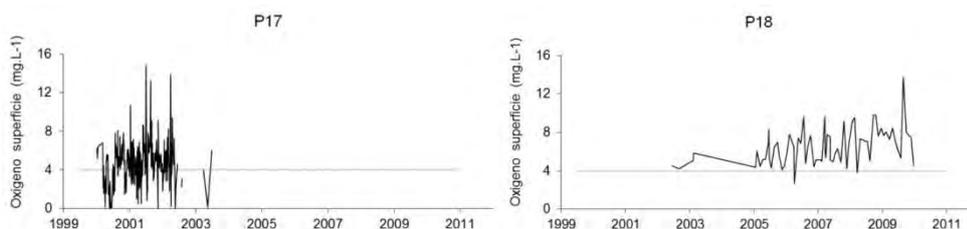
– MINAM. Los estados anóxicos o casi anóxicos que se mencionan se presentaron con mayor frecuencia en el 2000 (abril, junio), 2002 (mayo), 2003 (noviembre). Las concentraciones elevadas (≥ 10.0 mg/L) se dieron en general en toda el área de interés destacando los valores máximos registrados en las estaciones P1, P22, P19, P11 y P17 asociadas a altas temperaturas y a la presencia de floraciones algales tan frecuente en dicha zona.



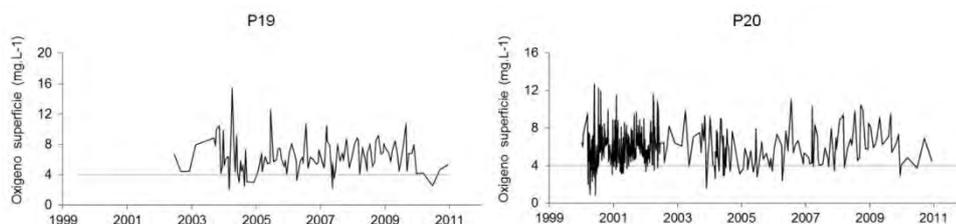
Figs. 13.a, b. Variación temporal del oxígeno superficial (línea negra) de las estaciones P 1 y P 5, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.



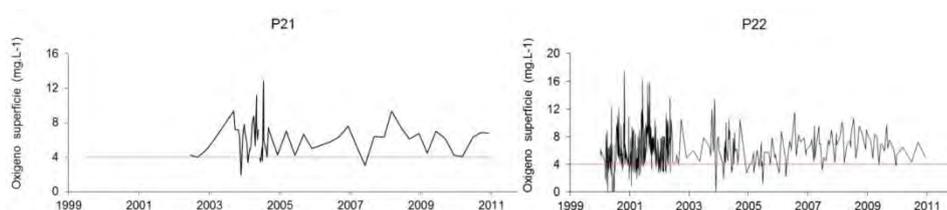
Figs. 13.c, d. Variación temporal del oxígeno superficial (línea negra) de las estaciones P 11 y P 16, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.



Figs. 13.e, f. Variación temporal del oxígeno superficial (línea negra) de las estaciones P 17 y P 18, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM.



Figs. 13.g, h. Variación temporal del oxígeno superficial (línea negra) de las estaciones P 19 y P 20, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 13.i, j. Variación temporal del oxígeno superficial (línea negra) de las estaciones P 21 y P 22, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM

OXIGENO EN FONDO

En la tabla 11 se presentan las concentraciones de oxígeno, que a nivel de fondo presentaron estados anóxicos (<0.05 mg/L) hasta concentraciones altas como las registradas en las estaciones P20 (13.0 mg/L), P16 y P17 (11.4 mg/L) asociadas a valores altos de temperatura. Los valores promedios en las estaciones fondo fluctuaron de 0.6 mg/L (P1) a 4.3 mg/L (P22), los cuales estarían relacionados también con el nivel de profundidad y la menor dinámica de sus aguas someras en una estación de poca profundidad, respectivamente.

Como se observa en las figuras 14(a hasta j), en general a este nivel la mayoría de estaciones estuvieron por debajo del valor límite para la categoría 4, predominando estados casi anóxicos especialmente en las estaciones P16 y P17, también se registraron intensas fluctuaciones que llegaron a picos que superaron los 4 mg/L, especialmente en las estaciones

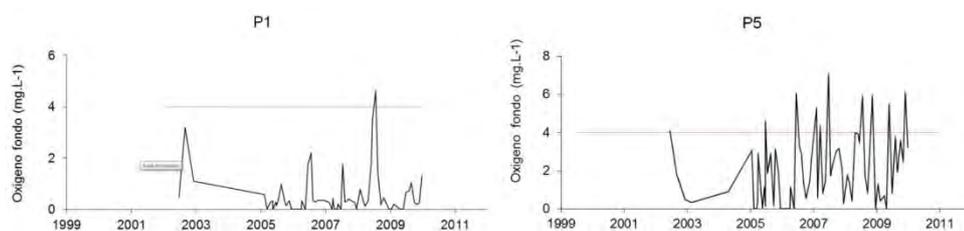
P20 y P22. Esta notoria variabilidad se observó con mayor frecuencia en verano y otoño de los años 2000, 2001 y abril 2002. Sin embargo, es conveniente destacar condiciones anóxicas prolongadas de casi un mes (mediados de marzo - mediados de abril del 2000) en la estación P20, asociadas a eventos de varazón de peces y mortandad de conchas de abanico.

Tabla 11. Rangos y promedio de oxígeno disuelto (mg/l), en fondo marino costero de Pisco Paracas, 2000 – 2010

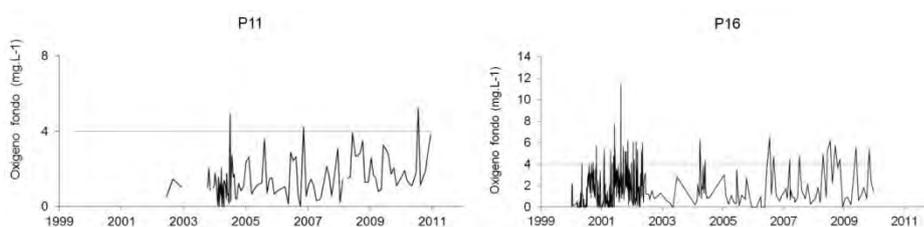
PARAMETROS	FONDO									
	P1	P5	P11	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Mínimo	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Máximo	4.6	7.1	5.2	11.4	11.4	7.6	6.2	13.0	7.1	11.3
Promedio	0.6	2.2	1.6	1.8	1.6	1.2	1.7	3.1	2.4	4.3
PROMEDIO			1.5					2.5		

Concentraciones máximas (10.0 – 11.3 mg/L) se hallaron con mayor frecuencia en la estación P22, especialmente entre el verano y otoño del 2006 al 2008, estación caracterizada por aguas someras de poca profundidad.

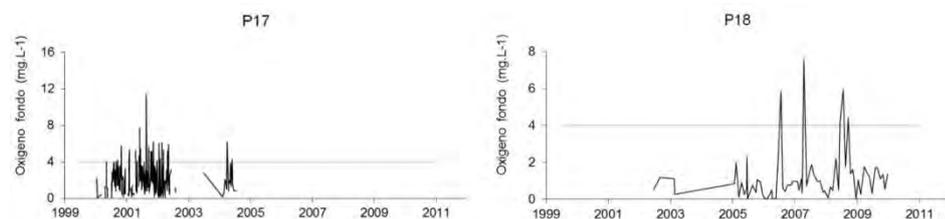
De lo observado vemos que existe una relación directa entre la temperatura y oxígeno, el cual puede verse influenciado por eventos físicos (El Niño, La Niña), afloramiento y procesos biológicos (floración de algas) que caracteriza a la zona, por lo cual la aplicabilidad del DS 0022008 podría verse limitada por un conocimiento insuficiente de las interacciones que se puedan dar en el medio marino.



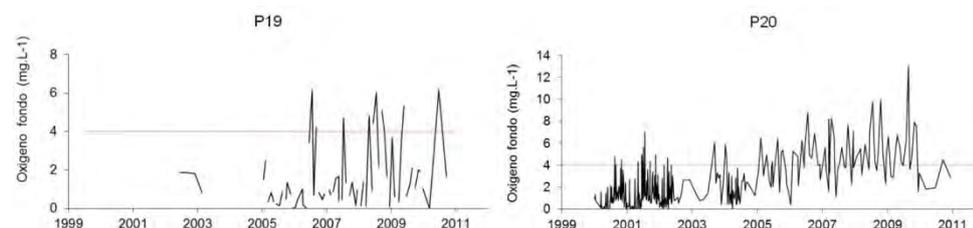
Figs. 14.a, b. Variación temporal del oxígeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 1 y P 5, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



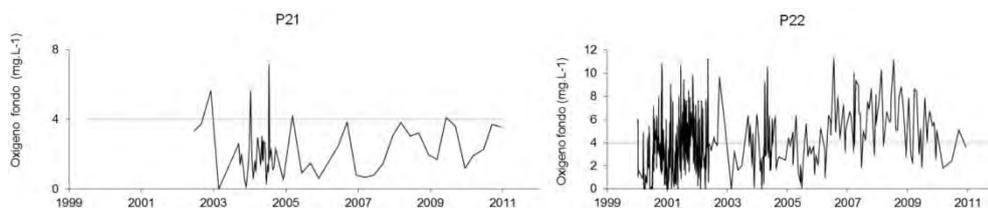
Figs. 14.c, d. Variación temporal del oxígeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 11 y P 16, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 14.e, f. Variación temporal del oxígeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 17 y P 18, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 14.g, h. Variación temporal del oxígeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 19 y P 20, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 15.a, b. Variación temporal de del oxígeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 21 y P 22, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM

Con relación al oxígeno descrito, se concluye lo siguiente:

Durante el período 2000-2010, el área marina costera de Pisco – Paracas presentó en general, a nivel superficial concentraciones óptimas de oxígeno ≥ 6.0 mg/L, superiores a los valores de ECA establecidos en la categoría 4 Conservación del ambiente acuático marino.

En general, las concentraciones máximas de oxígeno estuvieron relacionadas con altas temperaturas y al inicio de floraciones algales, evento muy frecuente en la zona.

La concentración promedio a nivel del fondo marino costero de Pisco – Paracas, se considera en general que fue de 2.0 mg/L, caracterizándose la bahía Paracas por su mayor contenido asociado a altas temperaturas y la poca dinámica de sus aguas someras, especialmente en el caso de la estación P22.

La concentración promedio a nivel de fondo está por debajo del límite establecido para la categoría 4 del ECA, según DS 002-2008, sin embargo la ausencia de ciertas especificaciones en la norma limitan su aplicabilidad a este nivel.

Los estados anóxicos registrados en toda el área, con algunos períodos prolongados, estarían asociados también a una serie de factores (profundidad, afloramiento, materia orgánica) que interactúan entre sí; los valores máximos de materia orgánica total (12- 13.8%) están asociados a sedimentos muy finos (⁸).

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST) EN SUPERFICIE

En la tabla 12, se resumen los rangos y promedio de sólidos suspendidos totales (SST) para el período 2000 - 2010; al respecto el área de interés presentó un rango de < 1.0 mg/L hasta 730 mg/L, correspondiente a las estaciones P22 ubicada frente a Paracas y estaciones P16 y P17 respectivamente, ubicadas en el área de influencia de la zona industrial pesquera. En general en el área marina costera de Pisco - Paracas a nivel superficial, la concentración promedio de SST fue de aproximadamente 25.0 mg/L, registrándose las mayores concentraciones al norte de la bahía.

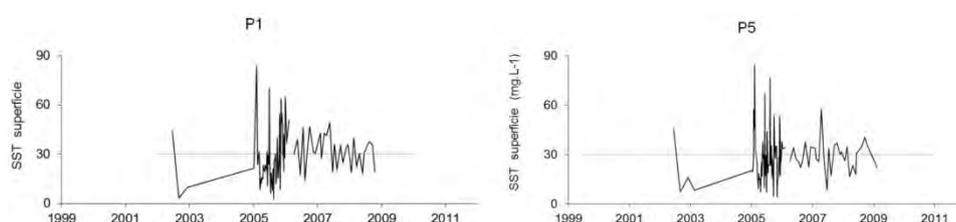
Tabla 12. Rangos y promedio de sólidos suspendidos totales en superficie, Pisco- Paracas, 2000 – 2010

PARAMETROS	SUPERFICIE									
	P1	P5	P11	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Mínimo	2.8	4.0	2.1	2.0	2.0	2.0	3.0	1.8	4.4	<1.0
Máximo	83.6	84.5	161.0	730.0	725.3	78.1	256.0	82.9	113.4	189.7
Promedio	33.3	29.3	15.6	27.2	23.1	26.7	26.3	21.2	19.1	22.8
PROMEDIO	25.7							23.2		

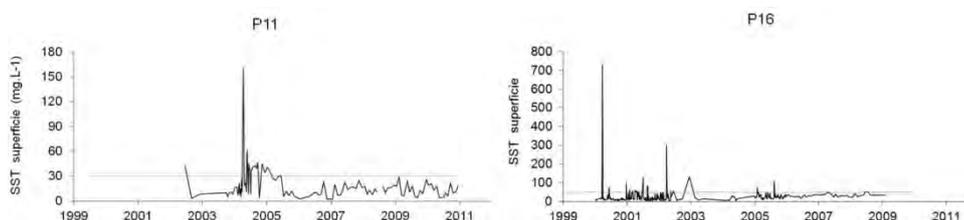
Con relación a ello, las máximas concentraciones que se hallaron en las estaciones P16 y P17 (728 mg/L) corresponden principalmente a material en suspensión proveniente de las descargas industriales pesqueras registradas en marzo del 2000, período que se caracterizó por una intensa actividad de la industria pesquera; los valores máximos en la estación 11 estuvieron muy próximos a los registrados por ERM entre abril y mayo del 2004 (período de dragado) con rangos que variaron entre 49 -384 mg/L ⁽¹⁹⁾ asociados a altos contenidos de grasa; es decir que fue una época en que sinergizaron estas dos fuentes de contaminación superando los ECA. Las estaciones P21 y P22 ubicadas en aguas someras de la bahía, destacan también por sus máximos contenidos de material en suspensión, asociado a máximas concentraciones de oxígeno y temperatura.

Como se observa en las figuras 15 (a hasta j), fluctuaciones intensas entre bajas a máximas concentraciones (70 – 730 mg/L) se observaron principalmente en verano 2000, 2001 y 2003, en 2005 (febrero, junio); la mayor y más frecuente variabilidad se observó en la estación P22; en general con excepción de estos picos puntuales los valores de los SST estuvieron por debajo del límite establecido del ECA.

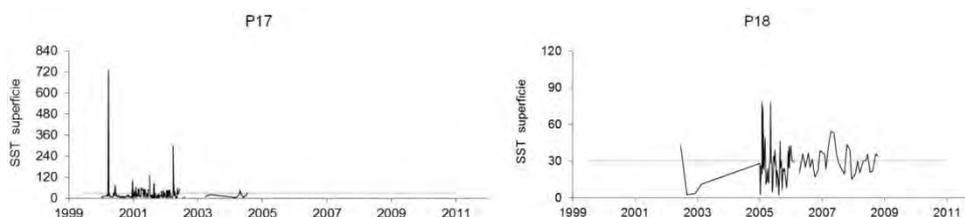
En general, el promedio en las diversas estaciones fue <30.0 mg/L, ligeramente inferior al límite establecido en los ECA's.



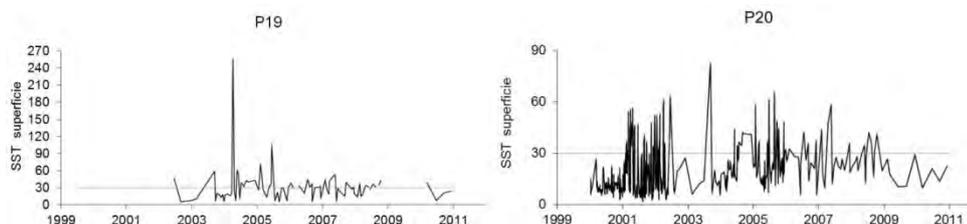
Figs. 15.a, b. Variación temporal de sólidos suspendidos totales en superficie (línea negra) de las estaciones P 1 y P 5, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



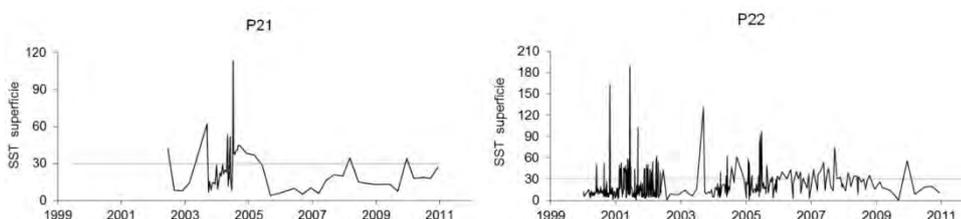
Figs. 15.c, d. Variación temporal de sólidos suspendidos totales en superficie (línea negra) de las estaciones P 11 y P 16, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 15.e, f. Variación temporal de sólidos suspendidos totales en superficie (línea negra) de las estaciones P 17 y P 18, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 15.g, h. Variación temporal de sólidos suspendidos totales en superficie (línea negra) de las estaciones P 19 y P 20, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 15. i, j. Variación temporal de sólidos suspendidos totales en superficie (línea negra) de las estaciones P 21 y P 22, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN FONDO

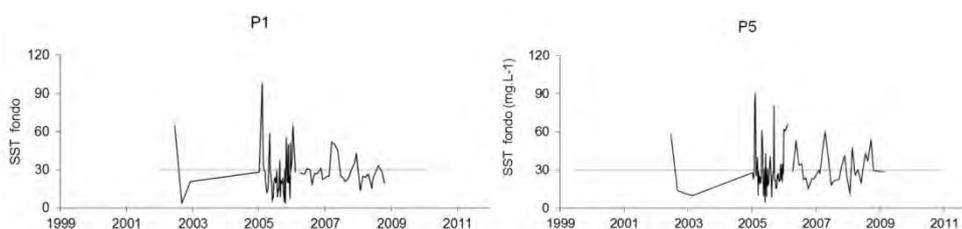
Como se observa en la Tabla 13 los sólidos suspendidos totales a nivel de fondo marino presentaron un rango de <math><1.0\text{ mg/L}</math> a 282.0 mg/L, correspondientes a las estaciones P20 y P16, ubicadas dentro de la bahía y en el área de influencia industrial respectivamente. En términos generales, la concentración promedio de SST del área marino costero Pisco Paracas en fondo fue similar al de superficie, caracterizándose la bahía de Paracas por su menor contenido con relación a las estaciones ubicadas fuera de ella. Al igual que en superficie a este nivel las concentraciones de SST fueron ligeramente inferior al ECA según DS 002- 2008 – MINAM.

Tabla 13. Rangos y promedio de sólidos suspendidos totales en fondo marino, Pisco – Paracas 2000 – 2010

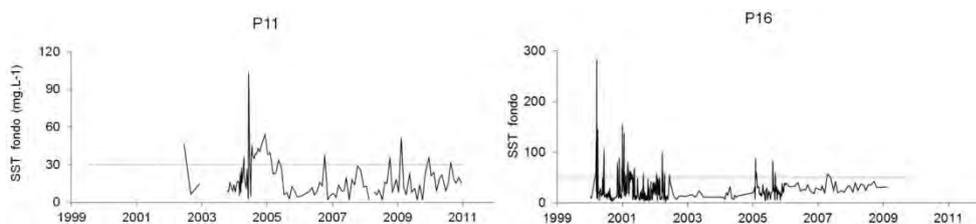
PARAMETROS	FONDO									
	P1	P5	P11	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Mínimo	3.7	4.9	2.0	2.4	2.4	3.6	3.6	<1.0	1.5	1.0
Máximo	97.8	89.7	103.2	282.1	272.7	67.7	57.3	107.9	52.6	81.0
Promedio	30.1	31.7	16.4	26.5	23.4	24.4	27.5	20.4	18.0	22.1
PROMEDIO	25.6					22.5				

La influencia de las descargas industriales se mantiene en las estaciones P16 y P17 al presentar éstas las máximas concentraciones a nivel de fondo (marzo 2000), aunque muy inferior a lo registrado en superficie.

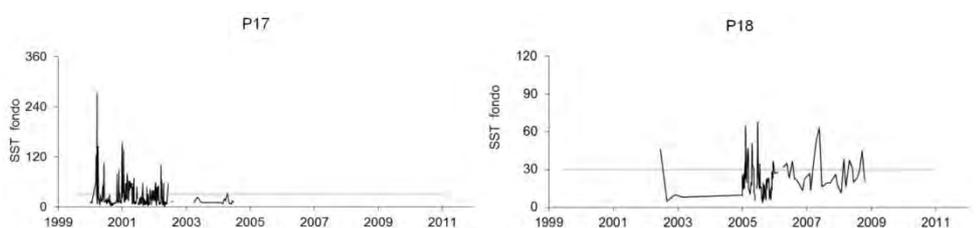
De lo observado en las figuras 16 (a hasta j), se registra casi la misma tendencia que en superficie, las concentraciones máximas puntuales (65 – 282 mg/L) se registraron especialmente en verano 2000, 2002, 2005 (febrero – junio). La concentración promedio a este nivel fue semejante al de superficie (<25.0 mg/L), también ligeramente inferior al valor del ECA (Categorías 2 y 4).



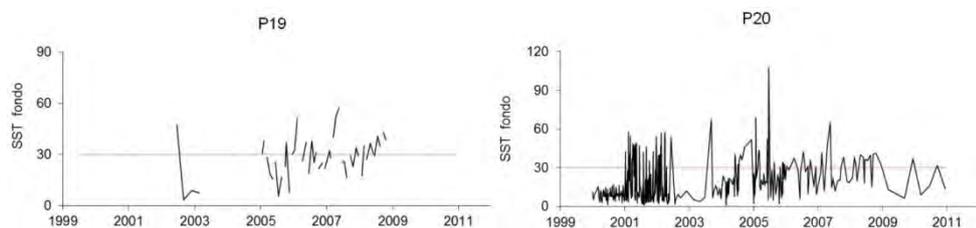
Figs. 16. a, b. Variación temporal de sólidos suspendidos totales en fondo (línea negra) de las estaciones P 1 y P 5, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



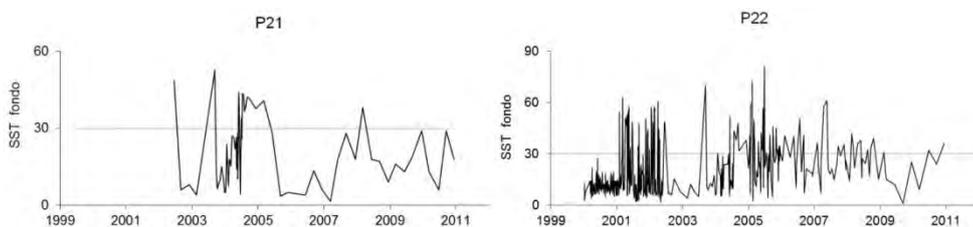
Figs. 16.c, d. Variación temporal de sólidos suspendidos totales en fondo (línea negra) de las estaciones P 11 y P 16, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 16.e, f. Variación temporal de sólidos suspendidos totales en fondo (línea negra) de las estaciones P 17 y P 18, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 16.g, h. Variación temporal de sólidos suspendidos totales en fondo (línea negra) de las estaciones P 19 y P 20, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 16.g, h. Variación temporal de sólidos suspendidos totales en fondo (línea negra) de las estaciones P 21 y P 22 con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM

Con relación a los sólidos suspendidos totales, se resume lo siguiente:

En general, tanto en superficie y fondo las concentraciones promedio para el período 2000 – 2010 fueron menor o igual a 30.0 mg/L, valor equivalente al estándar de calidad (30.0 mg/L) establecido para la categoría 4; sin embargo, es inferior si se compara con el ECA (50.0 mg/L) para la categoría 2 (actividades marino costeras) por lo que dicho valor estaría sobreestimado y ello podría ser contraproducente. Períodos críticos (380 mg/l) registrados por IMARPE y ERM, entre abril-mayo 2004, asociados a altos contenidos de grasa evidenciaron un efecto sinérgico proveniente de las actividades industriales pesqueras y proceso de dragado.

Las máximas concentraciones de carácter temporal tanto en superficie y fondo en el período 2000 - 2004, no influyeron significativamente en la concentración promedio del período de estudio.

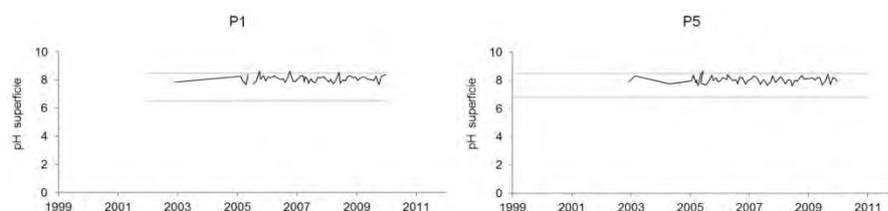
POTENCIAL DE IONES HIDROGENO (pH) EN SUPERFICIE

En la tabla 14 se presentan los rangos y promedios del Potencial de iones Hidrogeno a nivel superficial durante los años 2000 – 2010, con relación a ello el pH varió de 6.73 a 8.71 correspondientes a las estaciones P16 y P11, P21y P22 respectivamente; usualmente los máximos valores de pH han estado asociados a temperatura de aproximadamente 20°C y altos contenidos de oxígeno (> 10.0 mg/L), que podrían corresponder a la fase inicial del proceso de floración algal, evento muy común en el área marina de Pisco – Paracas.

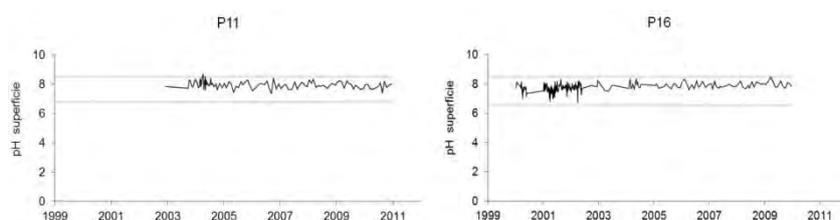
Tabla14. Rangos y promedio de potencial de iones hidrógeno (pH) en superficie, Pisco- Paracas 2000 - 2010

PARAMETROS	SUPERFICIE									
	P1	P5	P11	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Mínimo	7.67	7.63	7.35	6.73	6.99	7.62	7.15	7.27	7.40	7.16
Máximo	8.63	8.67	8.71	8.44	8.33	8.30	8.68	8.62	8.71	8.71
Promedio	8.10	8.05	7.94	7.85	7.78	7.93	7.90	7.88	7.95	7.92
PROMEDIO			7.94					7.92		

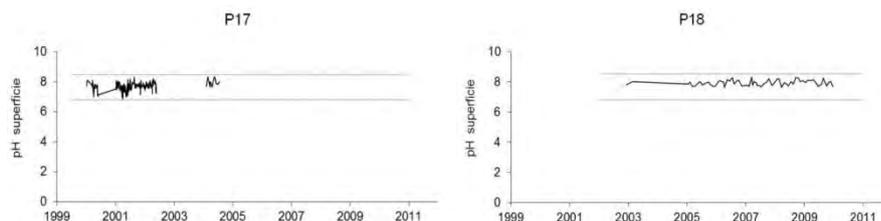
En las figuras 17 (a hasta j), se observa que picos muy puntuales registrados en abril 2004 - junio 2005, superan ligeramente el límite superior del ECA (6.8 – 8.5) que regula el pH, como es el caso de las estaciones P5, P11, P19, P21 y P22; en el caso de éstas últimas, ubicadas dentro de la bahía también se caracterizaron por su mayor temperatura, oxígeno y sólidos en suspensión, especialmente la estación P22. En general, el área marino costera en superficie presentó un pH en promedio de 7.93 siendo ocasionalmente un poco mayor en las estaciones ubicadas al norte de la bahía, especialmente al norte del río Pisco (P1) y San Andrés (P5).



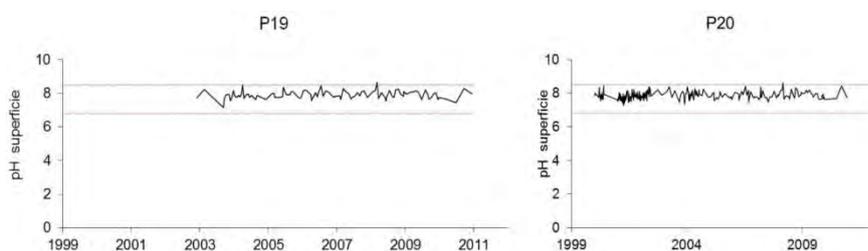
Figs. 17. a, b. Variación temporal de potencial de iones hidrogeno en superficie (línea negra) de las estaciones P 1 y P 5, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



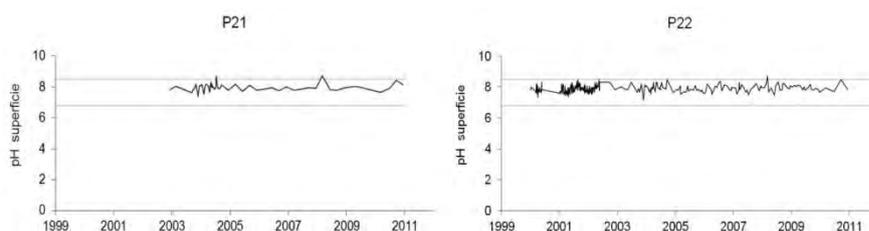
Figs. 17.c, d. Variación temporal de potencial de iones hidrogeno en superficie (línea negra) de las estaciones P 11 y P 16, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 17.e, f. Variación temporal de potencial de iones hidrógeno en superficie (línea negra) de las estaciones P 17 y P 18, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 17.g, h. Variación temporal de potencial de iones hidrógeno en superficie (línea negra) de las estaciones P 19 y P 20, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 17. i, j. Variación temporal de potencial de iones hidrogeno en superficie (línea negra) de las estaciones P 21 y P 22, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM

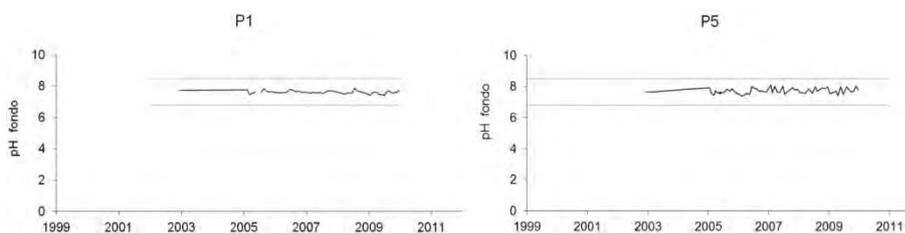
POTENCIAL DE IONES HIDROGENO (pH) EN FONDO

En la tabla 15 se observan los rangos y promedios del Potencial de iones Hidrogeno a nivel de fondo en el área marino costero Pisco – Paracas, correspondientes a los años 2000 – 2010.

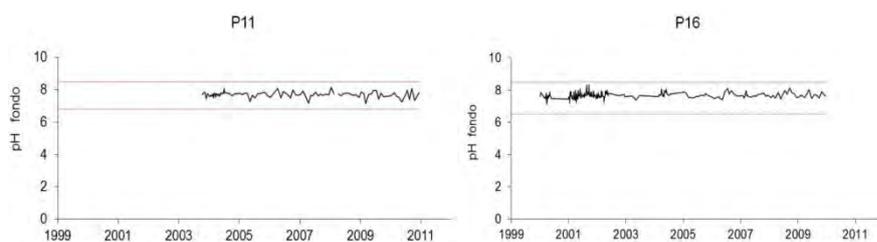
Tabla 15. Rangos y promedio de Potencial de iones Hidrógeno en fondo, Pisco- Paracas, 2000 – 2010

PARAMETROS	FONDO									
	P1	P5	P11	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Mínimo	7.40	7.37	7.16	7.14	7.14	7.40	7.36	7.20	7.28	7.20
Máximo	7.87	8.15	8.16	8.30	8.33	8.13	8.22	8.32	8.41	8.56
Promedio	7.62	7.73	7.70	7.68	7.70	7.64	7.68	7.76	7.75	7.83
PROMEDIO	7.69					7.73				

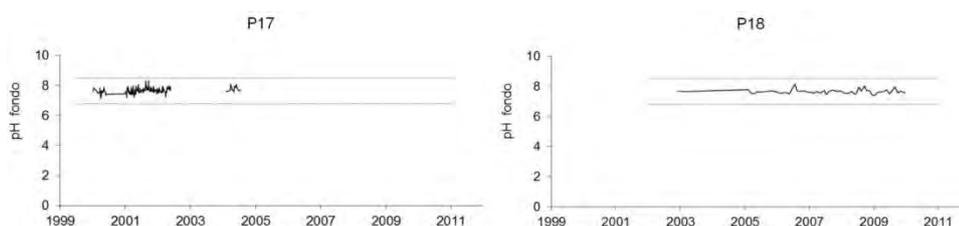
El valor de pH varió de 7.14 (estaciones P16 y P17) a 8.56 (P22); como se puede apreciar en las figuras 18 (a hasta j) al igual que en parámetros anteriores la estación P22 se caracterizó por presentar los valores máximos de pH que se ve reflejado en el mayor valor promedio dentro de la bahía, ello asociado a la mayor estabilidad en su columna de agua y a un lento desarrollo de los procesos físicos, químicos y biológicos. A nivel de fondo, en general el valor promedio de pH a este nivel fue de 7.71.



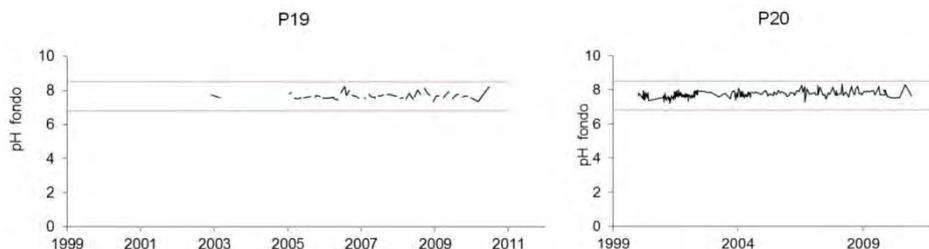
Figs. 18. a, b. Variación temporal de potencial de iones hidrógeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 1 y P 5, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



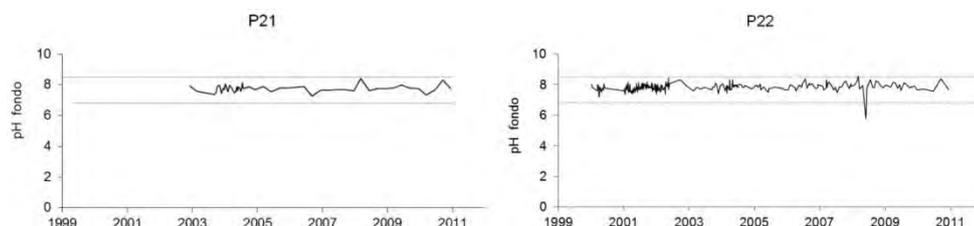
Figs. 18.c, d. Variación temporal de potencial de iones hidrógeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 11 y P 16, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 18.e, f. Variación temporal de potencial de iones hidrógeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 17 y P 18, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 18.g, h. Variación temporal de potencial de iones hidrógeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 19 y P 20, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 18. i, j. Variación temporal de potencial de iones hidrógeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 21 y P 22, con relación a los estándares de calidad ambiental inferior y superior (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM

Con relación a lo descrito sobre el pH, se concluye lo siguiente:

En general, a nivel superficial el rango amplio de pH establecido en el ECA no fue superado por los valores de pH registrados durante el período 2000-2010, salvo picos puntuales registrados en abril 2004 y marzo 2008 asociados a las floraciones algales nocivas para dichas fechas.

Los valores de pH en fondo estuvieron muy por debajo de los límites superior e inferior, destacando por su mayor valor la bahía Paracas.

Los ECA establecidos no son aplicables a nivel de fondo y es conveniente su revisión dada su interrelación con otros parámetros como la temperatura y procesos de floración algal nociva (FAN).

ACEITES Y GRASA

Los aceites y grasa son compuestos orgánicos que pueden interferir en los procesos biológicos aeróbicos o anaeróbicos al formar una película superficial o depósitos en la línea costera afectando la degradación del ambiente.

En el ámbito marino costero de Pisco – Paracas, la presencia de estos compuestos ha sido una constante, aunque sus concentraciones han ido variando significativamente. De los registros históricos (período 2000-2010) las concentraciones en superficie variaron de < 1.0 a 292 mg/L, esta última hallada en la estación P22, así mismo en la estación P20 se halló otro alto valor (115 mg/L), ambas ubicadas en aguas someras de la bahía Paracas.

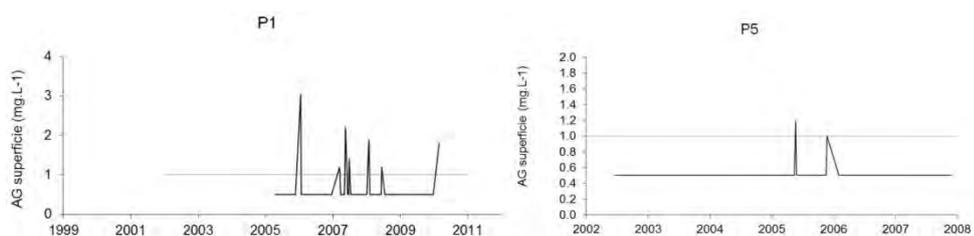
Tabla 16. Rangos y promedio de aceites y grasa en superficie marina, Pisco – Paracas 2000 - 2010

PARAMETROS	SUPERFICIE									
	P1	P5	P11	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Mínimo	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Máximo	3.1	1.20	109.5	85.0	81.0	1.1	48.3	115.4	33.8	292.4
Promedio	1.0	< 1.0	2.6	2.8	2.7	<1.0	1.3	2.3	1.3	9.7
PROMEDIO	2.0					3.0				

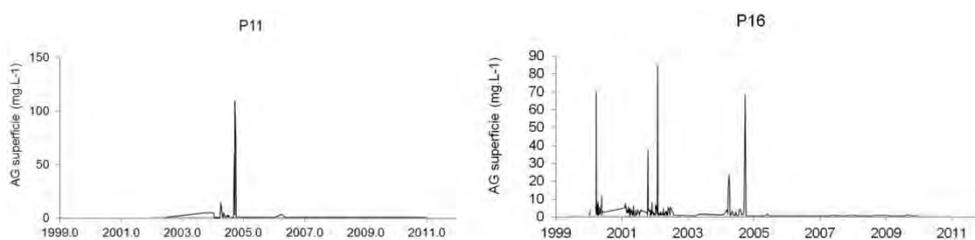
Como se aprecia en la tabla 16, las estaciones fuera de la bahía (P16, P17 y P11,) presentaron altas concentraciones, la P11 ubicada al sur de la plataforma de la planta de fraccionamiento y las otras en el área de influencia de la zona industrial pesquera. Durante las operaciones de dragado (abril-mayo 2004) también se registraron valores altos (13.0 a 296 mg/L) ⁽¹⁹⁾ de contenido graso, asociado a elevadas concentraciones de SST, que superaron lo registrado por IMARPE en la estación 11. En general el promedio dentro de la bahía fue mayor al de las estaciones ubicadas al norte, destacaron por su contenido en promedio las estaciones P20 y P22, debido a las características del área con flujos de corrientes muy débiles en la zona central y sureste de la bahía Paracas ⁽⁸⁾ y poca profundidad, favorecen una mayor permanencia de dichos compuestos.

En las figuras 19 (a hasta j) se aprecia especialmente entre el 2000 al 2004, picos puntuales con elevadas concentraciones que variaron entre 14 a 290 mg/L, superando ampliamente los ECA (categorías 2 y 4), destacando las estaciones P11, P16, P17, P20 y P22 halladas en mayo 2001, verano 2000 y 2002, abril, mayo y setiembre 2004; entre abril-mayo 2004 las concentraciones de grasa fluctuaron entre < 5.0 a 296.0 mg/L ⁽¹⁹⁾ estos últimos asociados a una intensa actividad industrial pesquera y a las operaciones de dragado para la construcción de la plataforma de carga de la planta de fraccionamiento de la Plus Petrol.

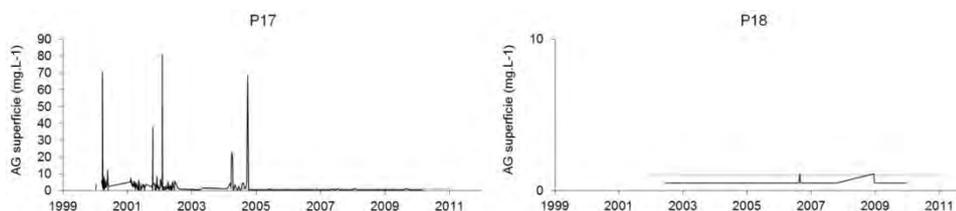
Entre el período 2006- 2010 la mayoría de concentraciones fueron ≤ 1.0 mg/L; esta reducción está asociada a mejoras en el sistema de tratamiento de los efluentes, industriales, así como en la reubicación de un solo emisario fuera de la bahía.



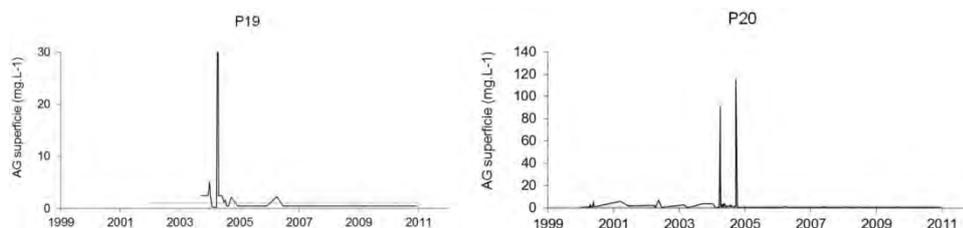
Figs. 19. a, b. Variación temporal de aceites y grasas en superficie (línea negra) de las estaciones P 1 y P 5, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



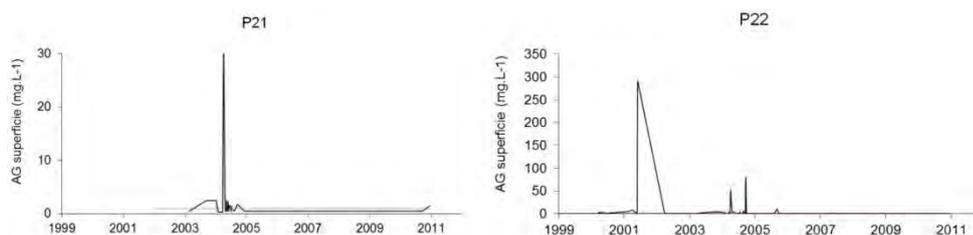
Figs. 19.c, d. Variación temporal de aceites y grasas en superficie (línea negra) de las estaciones P 11 y P 16, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 19.e, f. Variación temporal de aceites y grasas en superficie (línea negra) de las estaciones P 17 y P 18, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 19.g, h. Variación temporal de aceites y grasas en superficie (línea negra) de las estaciones P 19 y P 20, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 19. i, j. Variación temporal de aceites y grasas en superficie (línea negra) de las estaciones P 21 y P 22, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM

De lo descrito sobre los aceites y grasa, se concluye que:

Las concentraciones de los compuestos de aceites y grasa presentaron concentraciones muy variables, desde valores mínimos < 1.0 mg/L hasta 292 mg/L, las mayores concentraciones se registraron entre el 2000 – al 2004, destacando las estaciones P22, P20, P11, P16 y P17, ubicadas dentro de la bahía Paracas, al sur de la plataforma de la planta de fraccionamiento, y en el área de influencia de la zona industrial respectivamente.

En general, la concentración promedio en el medio marino Pisco – Paracas fue de 2.5 mg/L, destacando la bahía Paracas por su mayor contenido y favorecido por los procesos de circulación hacia el interior de la bahía y las características de ésta que favorecen una mayor permanencia de estos compuestos en el medio.

Las altas concentraciones de aceites y grasa entre el 2000 – 2004, estuvieron asociadas principalmente a los efluentes de la industria pesquera; el proceso de dragado con la remoción de fondo también registró un incremento significativo del contenido graso. La reducción de los niveles de compuestos grasos observadas principalmente a partir del 2006 estuvieron relacionadas a un mejor tratamiento de sus efluentes y a una reubicación de su emisario fuera de la bahía.

SULFURO DE HIDROGENO

El sulfuro de hidrógeno es un gas que se forma como consecuencia de estados anóxicos por descomposición de la materia orgánica. El parámetro de sulfuros se determinó a nivel de fondo del medio marino en el área de interés.

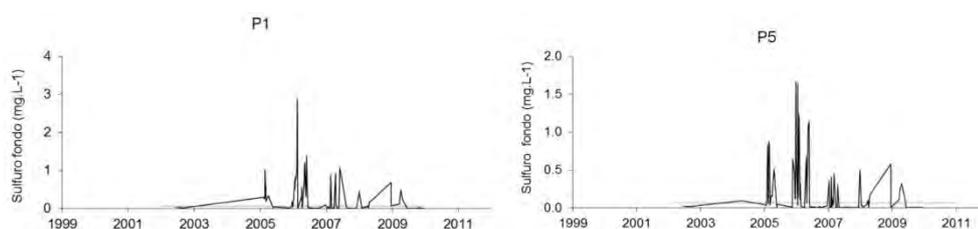
En la tabla 17, se presentan los resultados de este parámetro entre el 2000-2010. Como se observa los rangos variaron entre <0.004 a 3.3 mg/L, correspondiéndole a las estaciones P16 y P17 las máximas concentraciones de 3.3 mg/L. En general, el área marina costera Pisco – Paracas a nivel de fondo presentó una concentración promedio de 0.1 mg/L de H₂S-S/L, valor que supera el límite del ECA de 0.06 mg/L.

Tabla 17. Rangos y promedio de sulfuro de hidrogeno (mg/l) en fondo, Pisco – Paracas, 2000 - 2010

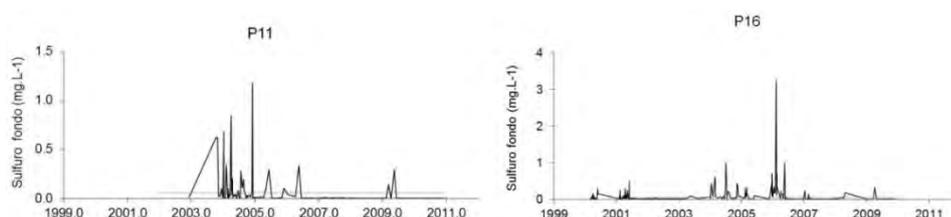
PARAMETROS	FONDO									
	P1	P5	P11	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
Mínimo	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Máximo	2.9	1.7	1.2	3.3	3.2	2.9	1.3	1.2	1.2	2.3
Promedio	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
PROMEDIO	0.1					0.1				

Como se observa en las figuras del 1 al 10, en casi todas se observan picos que van desde 0.25 hasta 3.3 mg/L H₂S-S/L, especialmente entre 2004 (junio, diciembre), 2006 (febrero, mayo).

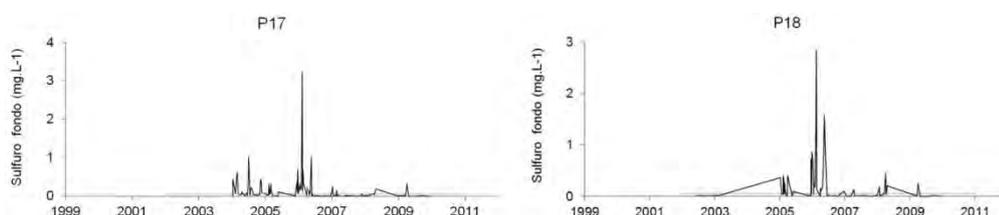
Es conveniente mencionar que con respecto a este parámetro la información es limitada, predominando información a partir del 2003 – 2004; otro limitante, es el límite de detección del método cuyo valor difiere significativamente entre las dos fuentes de información, e incluso para un mismo laboratorio. Dicho aspecto es muy importante, porque restringe la veracidad de los datos obtenidos; de allí que el valor promedio (0.1 mg/L) se considere como referencial, el cual es ligeramente mayor al valor del ECA – Categoría 4 que es de 0.06mg / L.



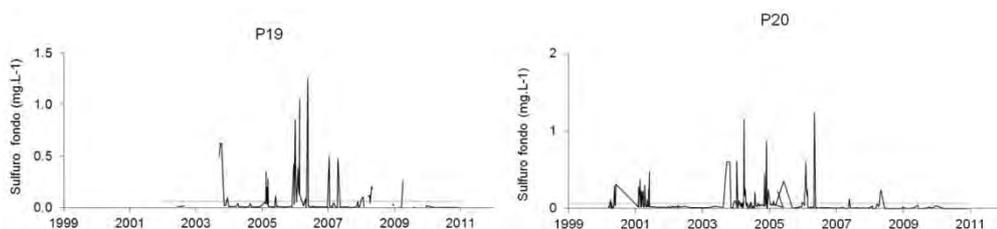
Figs. 20. a, b. Variación temporal de sulfuros de hidrógeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 1 y P 5, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



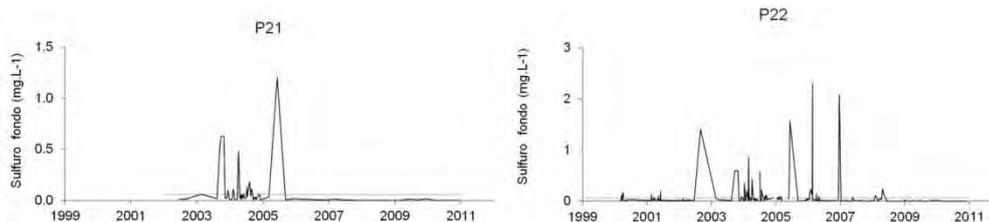
Figs. 20.c, d. Variación temporal de sulfuros de hidrógeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 11 y P 16, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 20.e, f. Variación temporal de sulfuros de hidrógeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 17 y P 18, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 20.g, h. Variación temporal de sulfuros de hidrógeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 19 y P 20, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM



Figs. 20. i, j. Variación temporal de sulfuros de hidrógeno en fondo (línea negra) de las estaciones P 21 y P 22, con relación a los estándares de calidad ambiental (línea roja) del DS 002 – 2008 MINAM

De lo descrito con respecto a sulfuros se resume lo siguiente:

Los valores puntuales con máximas concentraciones de sulfuros, especialmente durante el periodo 2004 – 2005, superaron ampliamente el ECA establecido para este parámetro.

El valor del ECA (0.06 mg/L) para este parámetro podría estar subestimado, si se compara con valor promedio en la bahía éste es mayor; así mismo, en algunos casos se ha observado valores inferiores al límite de detección del método de ensayo por lo que no pudo ser cuantificado.

EVENTOS BIOLÓGICOS: FLORACIONES ALGALES NOCIVAS (FAN), VARAZONES Y MORTANDAD

Uno de los eventos más comunes en el área marino costera de Pisco – Paracas es la aparición de floraciones algales nocivas (FAN), las cuales en los últimos tiempos se manifiestan en una forma más frecuente y persistente, especialmente en primavera y verano, cuando las condiciones cálidas, la luminosidad característico de la estación y una mayor estabilidad de sus aguas someras favorecen su desarrollo.

Es indudable que además de los procesos naturales (afloramientos) que enriquecen el medio marino, el área mencionada se ha visto incrementado por el aporte de nutrientes de las diversas descargas (río Pisco, aguas residuales domésticas e industriales, aguas de regadío,

escorrentías) que confluyen en su litoral u otras obras de ingeniería portuaria (dragados, excavaciones),o implicancias del transporte marítimo (aguas de lastre, remoción de fondo, etc.) en el medio marino; todos estos factores influyen en la composición del fitoplancton, y pueden favorecer el desarrollo de especies oportunistas y en algunos casos propiciar el incremento en intensidad y/o duración de algunas especies tóxicas ⁽⁹⁾. Estas floraciones causan un serio impacto en el ecosistema marino, que podría estar asociado o condicionar otros eventos como las varazones y mortalidad de recursos registrados en la zona.

Entre el año 2000-2011 se han registrado aproximadamente 15 varazones, 2 mortalidades de concha de abanico y 95 eventos de FAN. En el 2000 se registraron 3 varazones (marzo, abril y junio), una de ellas estuvo asociada a la presencia de una FAN, en el caso de las otras no hay información por falta de monitoreo.

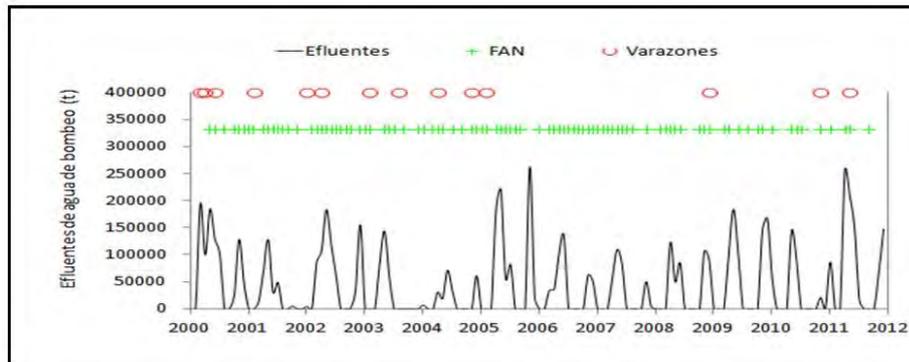


Fig. 21. Registro de efluentes, FAN y varazones en área marina costera de Pisco – Paracas 2000 - 2011

Como se observa en la Fig. 21. se puede decir que en ciertas etapas del período mencionado los eventos de FAN y varazones han estado asociados a época de intensa actividad industrial pesquera, especialmente de lo observado entre el 2000 al 2004, caracterizado por desembarques importantes de anchoveta, sistemas inadecuados de tratamiento de aguas residuales industriales que descargaban al interior de la bahía.

Destaca el desembarque entre marzo, abril y junio 2000 que fue de 488690 t y que originaron un volumen de efluentes al medio marino estimado en 422441 t. Registros del estado de calidad en la bahía de Paracas evidenciaron al inicio de estos eventos, un incremento de temperatura (19-22°C) alto contenido de oxígeno(7.5mg/L) y pH (8.2), seguidos de un incremento en las concentraciones de sulfuros y de aceites y grasa hasta alcanzar concentraciones muy altas (sulfuros:0.2- 1.2 mg/L; aceites y grasa: 2.0-91.0 mg/L) hasta su fase final caracterizado por períodos anóxicos o casi anóxicos, cuya duración fue variable, entre esto último destaca el prolongado período anóxico (19 marzo al 28 abril) a nivel de fondo del año 2000, situación aunada a una mortandad de concha de abanico registrada en Atenas, zona somera de lenta circulación. Las mareas son inofensivas en la mayor parte de los casos si se dan en zonas con una buena tasa de renovación de agua, podría resultar nociva si apareciera en una zona de escasa circulación (⁸).

En el período anteriormente mencionado, se han dado dos escenarios importantes en el área de interés; uno de ellos (2000-2005), un área fuertemente impactada por las descargas industriales pesqueras arrojadas al interior de la bahía; que posteriormente en 2005 fue sustituido por un solo emisario pesquero APROPISCO ubicado al norte de Pisco, fuera de la bahía; también por el 2004 (abril – mayo) se iniciaron las actividades de excavación para la construcción de la plataforma de carga de los productos derivados de la planta de fraccionamiento de la PLUS PETROL, y consecuentemente, un mayor tránsito marítimo de grandes embarcaciones que acoderan en su plataforma para abastecerse de los productos provenientes de la referida planta. Si bien las condiciones de calidad dentro de la bahía han mejorado, sin embargo los eventos de floraciones, varazones y mortandad (mayo 2011) siguen ocurriendo, incluso es conveniente mencionar que éstos se han dado en épocas de veda por lo que no se puede afirmar que existe una relación directa entre ellos.

Sin embargo, la bahía Paracas con características sui géneris (zona de afloramiento, vientos paracas, rica biodiversidad) es sometida a diversas y fuertes presiones que afectan su capacidad asimilativa para poder contrarrestar el desarrollo de estos eventos.

b. Socioeconómicos

Población

Como se mencionó en el ítem 5.1.2, se observa un crecimiento demográfico creciente durante las últimas décadas en la zona de Pisco-Paracas (Fig. b.1), especialmente en el distrito costero del mismo nombre, por lo que se ha considerado por conveniente incorporar como indicador social a la Densidad poblacional costera.

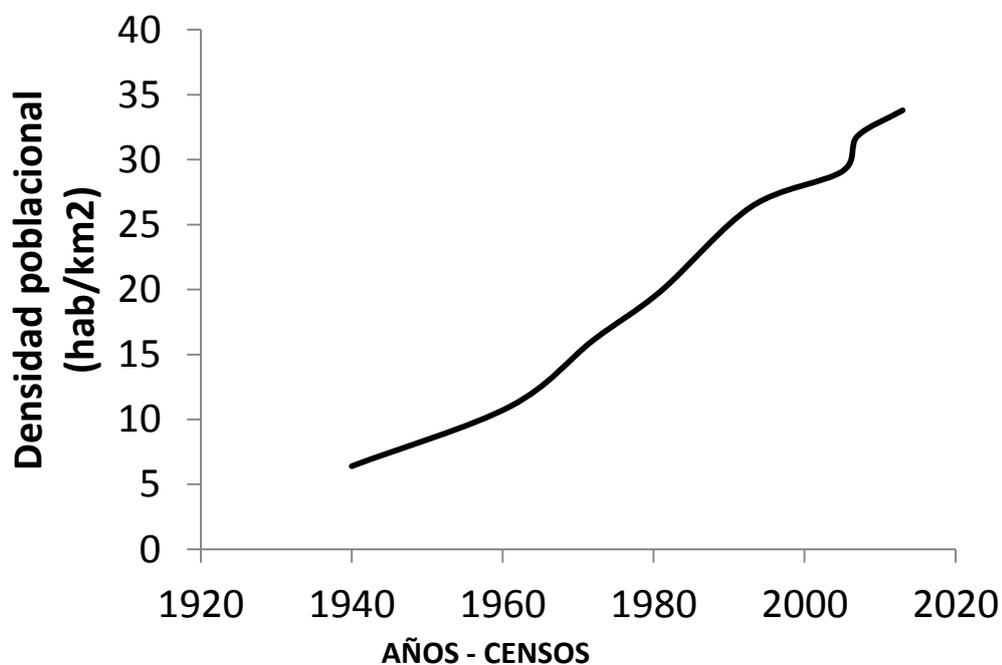


Fig. b.1 .Densidad poblacional por área costera de Pisco-Paracas.

Ingresos por la concha de abanico

En la Fig. b.2 se observa la variación temporal de los ingresos por la comercialización de la concha de abanico. Destaca la influencia de la contaminación y consecuente evento de mortandad ocurrida en el 2004, que ocasionó una baja en este indicador socioeconómico.

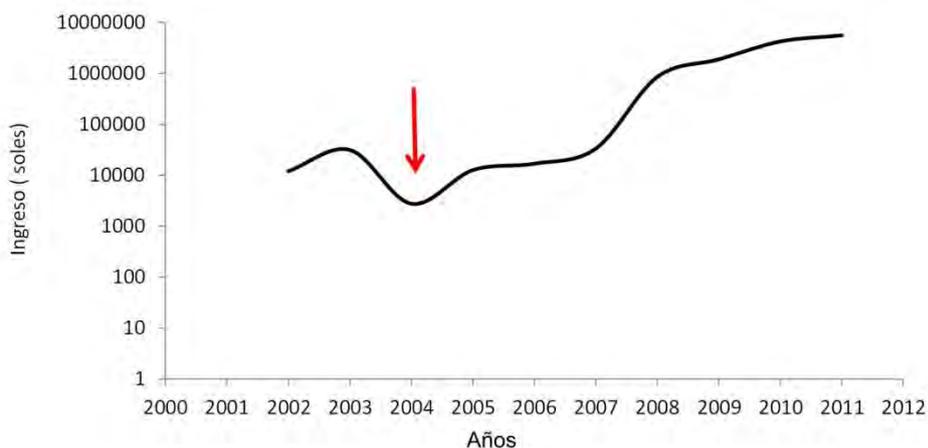


Fig. b.2 Ingresos por la concha de abanico

(iii) Indicador de Respuesta

Como indicador de respuesta, se presentan las diversas medidas y normas establecidas para prever, mitigar o compensar los impactos ambientales en el medio marino.

Número de medidas por quinquenio

Las medidas normativas por unidad de tiempo (5 años) se presentan en la Tabla. N^o 18.

Tabla 18. Número de medidas normativas por quinquenio

QUINQUENIO	NUMERO DE MEDIDAS NORMATIVAS	SECTORES
91 - 95	5 (relacionados con LMP, guías EIA - PAMA, Lineamientos, Programas evaluación, órgano normativo)	PESQUERIA MEM- Hidrocarburos DICAPI
96-2000	6 (relacionados con LMP (HP y derivados), lineamientos EIA dragado, construcción infraestructura, residuos)	PESQUERIA/ DICAPI MEM
2001-2005	4 DS, RM, RD: LGPesca, Protocolos, guía actualización PAMA, protocolos,	PE / PRODUCE
2006-2010	13 (Leyes, RM, DS: GA, RRHH, ECA's, plan ECA-LMP Efl. Pesq., protocolos, participación, consulta pública, Cronograma ECA-LMP, clasificación cuerpos agua, creación ANA, OEFA, implementación ECA)	MINAM / PRODUCE / DGCG/ANA/OEFA
2011 -2013	5 (RM, DS, RJ,: lineamientos, planes ECA-LMP, ampliación Plazos ECA-LMP, protocolo monitoreo, vertimientos)	MINAM / ANA

Las diversas presiones existentes en el ambiente marino costero de Pisco se vieron incrementadas con la ejecución del proyecto Camisea (planta de fraccionamiento, terminal de carga, líneas submarinas), cuya envergadura y ubicación generó mucha controversia; ello motivó la conformación de la Comisión para el Desarrollo Sostenible de la Bahía de Paracas (CDSP).

Esta entidad elaboró el Plan Estratégico de Rehabilitación y Manejo de Riesgos de la Bahía de Paracas, con la participación de empresas y organizaciones de la sociedad civil y representantes de organismos de gobierno nacional y local.

Dicho plan refleja una serie de propuestas así como un conjunto de actividades de responsabilidad de diferentes instituciones a fin de contribuir en la mejora ambiental de la bahía. En el marco de la misma, el sector industrial pesquero instaló un emisario único APROPISCO ubicado al norte de la bahía, es decir las aguas residuales de la industria pesquera dejaron de ser descargadas al interior de la bahía.

También se observó una optimización y mejora tanto del proceso industrial de la harina, como en sus sistemas de recuperación de grasa y sólidos del agua de bombeo, así como la reducción de la relación agua de bombeo (agua de mar): pesca descargada a 1:1 al optimizar su sistema de bombeo de la materia prima con relación al periodo 2000 (era de 2-3:1), es decir una disminución en el volumen de las aguas residuales industriales que se vertían al mar.

La vigilancia ecosistémica coordinada, una de las componentes del Plan estratégico de la bahía, fue uno de los intentos de integrar las vigilancias de las diversas instituciones; inició sus actividades coordinada por un comité presidido por el CONAM y constituido por entidades como IMARPE, DIGESA, DICAPI, INRENA, y APA.; sin embargo sus actividades no pudieron mantenerse por mucho tiempo debido a la falta de recursos; a iniciativa y esfuerzo de algunas entidades como IMARPE PISCO la evaluación de la bahía fue incorporada dentro de las actividades del Plan operativo institucional, y DIGESA a través de su programa de vigilancia de los Recursos Hídricos también evalúa periódicamente la bahía Paracas.

En el aspecto normativo se han dado normas importantes como los estándares ambientales y del sector producción pesquería, instrumentos relevantes para la implementación del sistema de gestión ambiental, así tenemos: el DS 002-2008 mediante el cual se aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua, en el cual está incluido el medio marino en las categorías 2 (Actividades marino costeras) y 4 (Conservación del ambiente acuático).

También con Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, se establecen los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de la industria pesquera de harina y aceite; mediante Resolución Ministerial 181-2009-PRODUCE, que aprueba la Guía Ambiental para la actualización de los Programas de Manejo Ambiental (PMA) para cumplir los LMP establecidos; al respecto, las industrias pesqueras están por concluir sus PAMAs, se espera que las empresas logren una mejor adecuación ambiental de sus procesos y puedan alcanzar los estándares ambientales. Los registros del contenido graso especialmente a partir del 2006 en la bahía que se presentan en el Capítulo 9, evidencian una mejora en su sistema de tratamiento; ello aunado también a la disposición final de efluentes fuera de la bahía.

La DGAA del MEM en base a la experiencia del proyecto Camisea, elaboró un diagnóstico técnico y legal, que ha servido de base para la elaboración del nuevo Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades de Hidrocarburos, el cual fue aprobado mediante Decreto Supremo N° 015-2006-EM, en el que se incluye también estándares y prácticas socio-ambientales aceptadas internacionalmente.

Así mismo en el marco de compromisos sociales del proyecto Camisea se han atendido proyectos que están beneficiando a los pescadores artesanales de la zona, a través de Convenios entre Plus Petrol, Tecpetrol (Consortios Camisea) y FONDEPES (PRODUCE), relacionado con la mejora de la infraestructura pesqueras: como el mejoramiento de las instalaciones del desembarcadero de San Andrés, inaugurado el 2011, que hoy en día está permitiendo mejorar las prácticas de pesca y comercialización.

El aporte de las empresas a este importante proyecto fue de más de un 1.2 millones de soles. Otro convenio es la de mejorar la infraestructura del Complejo Pesquero La Puntilla ubicado en Pisco.

A través de este convenio se mejorará y acondicionará la infraestructura de la sala de procesamiento del mencionado complejo pesquero y especialistas de Fondapes asesorarán y capacitarán a los pescadores artesanales mediante actividades demostrativas de procesamiento de pesca para mejorar su trabajo diario.

De esta forma la ejecución del proyecto beneficia a los pescadores artesanales de Pisco, San Andrés y Paracas. Así mismo otro convenio entre las mismas entidades, destinado a brindar un apoyo crediticio para la compra y reparación de motores y embarcaciones de la pesca artesanal, se estima que beneficiará a 225 pescadores artesanales de la zona. Con ello, se viene atendiendo las demandas sociales de un sector importante para la mejora de sus condiciones laborales, infraestructura y equipamiento.

9.2 PROPUESTA DE SISTEMA DE INDICADORES DE LA ZONA MARINO COSTERA DE PISCO-PARACAS

9.2.1. INDICADORES

A continuación se describe la propuesta de sistema de indicadores de la zona marina costera de Pisco-Paracas, que incluye indicadores de presión, estado y respuesta. Se hace un análisis y justificación de los indicadores que deben mantenerse, y se propone incluir el indicador de floraciones algales nocivas (FAN).

(i) Indicadores de presión:

EFLUENTES PESQUEROS

Caracterizados por sus altos contenidos en materia orgánica y contenido graso; la optimización tecnológica en el tratamiento de los efluentes, así como la disposición final de las descargas fuera de la bahía

han evidenciado una mejora del estado de calidad de la zona marina costera de Pisco-Paracas. Lo importante es que esta carga se reduzca significativamente, con el uso racional de un recurso fresco y en óptimas condiciones, y el control eficiente por parte de la autoridad correspondiente.

EFLUENTES MINEROS, HIDROCARBURIFEROS Y OTROS

Los efluentes mineros son vertidos principalmente a través del río Pisco, que a lo largo de su cuenca recibe las descargas de procesos mineros asentados en su ribera, esto es significativo en verano en épocas de lluvia; así mismo transporta residuos líquidos que son arrojados por pequeñas y medianas industrias, así como residuos de agroquímicos. Los residuos hidrocarbúricos están relacionados principalmente con el incremento del tráfico marítimo y las pérdidas durante las operaciones de abastecimiento de combustible, fugas por fallas en las tuberías, y el riesgo latente de accidentes durante las operaciones de funcionamiento de la planta de fraccionamiento y operaciones de carga en la plataforma. El incremento de la población costera, trae consigo un aumento de las aguas residuales domésticas que son vertidas al medio marino.

(ii) Indicadores de estado:

TEMPERATURA

1. **Definición:** es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, del ambiente acuático marino y esta relacionada con la energía interior del sistema.
2. **Unidades:** grados centígrados ($^{\circ}$ C)
3. **Justificación:** La Corriente Peruana de Humboldt, así como las diferentes masas de agua que forman parte de nuestro mar peruano les confieren características propias, especialmente en sus parámetros de temperatura y salinidad. De ellos la temperatura es un parámetro

muy importante y esencial para los organismos acuáticos, desempeña también un rol fundamental en el funcionamiento de ecosistemas al regular o afectar otros factores abióticos que inciden en el mismo, como son: la densidad, la solubilidad de nutrientes y gases (oxígeno), los que al cambiar generan a su vez modificaciones en el metabolismo, nutrición y crecimiento de los organismos. La temperatura actúa como un factor limitante y controlador de las respuestas fisiológicas y de comportamiento, a la vez que delimita la distribución de especies. La reducción en la solubilidad de oxígeno, conforme aumenta la temperatura, es uno de los resultados de la contaminación térmica de cuerpos de agua naturales.

Las alteraciones que presenten dichos organismos a causa de condiciones adversas como la contaminación térmica serán desventajosas (²³). Una contaminación térmica (vertido de efluentes con alta temperatura), se detecta por un aumento de más de 3⁰ C, en una zona respecto de las adyacentes. El medio marino de Pisco – Paracas rico en nutrientes y de gran productividad como consecuencia de la influencia del afloramiento de San Juan, tiene características naturales y propicias para la gran biodiversidad que presenta, de allí que la temperatura tiene especial relevancia para dicho ecosistema cuyos organismos se adaptan a estas fluctuaciones térmicas naturales.

El incremento de temperatura asociado a fuentes antropogénicas, observado en la bahía, afecta la solubilidad del oxígeno y favorece el enriquecimiento del medio por descargas con alto contenido orgánico, las que propician el florecimiento del fitoplancton y posterior desarrollo de condiciones anóxicas; las que afectan el ecosistema y los recursos marino costeros, esta relación de causa – efecto, suele manifestarse a través de eventos como la mortandad y varazones (favorecidos por los vientos Paracas, frecuentes en esta zona).

4. **Método:** medición directa con termómetro de mercurio, calibrado, rango de -2 a 30⁰ C, escala de separación de una décima.

5. **Puntos de referencia:** El análisis retrospectivo, mostró que las fluctuaciones de temperatura para el medio marino estuvieron dentro de los límites del ECA de temperatura
Durante el período 2000 – 2010, la **temperatura superficial** promedio fue de 19.6 0 C, con rangos que variaron de 13.6 a 27.9 ⁰C; los valores máximos (≥ 27.0 ⁰C) se registraron dentro de la bahía Paracas y en estaciones próximas a las descargas industriales pesqueras.
La **temperatura de fondo**, varió de 12.3 a 27.7⁰C, con un valor promedio de 16.6 ⁰C; las profundidades variaron de 4,0 a 25,0m aproximadamente.

OXIGENO DISUELTO

1. **Definición:** El oxígeno es un elemento químico gaseoso, que se disuelve en el agua por diversos procesos como la difusión entre la atmósfera y el agua, oxigenación por el flujo del agua sobre las rocas y otros detritos, la agitación del agua por las olas y el viento y la fotosíntesis de plantas acuáticas. Es un elemento esencial para la respiración.

2. **Unidades:** la concentración de oxígeno disuelto, en un ambiente acuático, es un indicador importante de la calidad del agua ambiental. Las unidades de concentración pueden expresarse en mg/L ó ml/L.

3. **Justificación:** El oxígeno disuelto es importante en los procesos de: fotosíntesis, oxidación-reducción, solubilidad de minerales y la descomposición de materia orgánica, constituye además un requisito nutricional esencial para la mayoría de los organismos vivos, dada su dependencia del proceso de respiración aeróbica para la generación de energía y para la movilización del carbono en la célula. Los niveles

de oxígeno disuelto necesarios para sostener la vida de organismos acuáticos varían de una especie a otra.

En general, el oxígeno disuelto a nivel superficial varía entre 1,0 ml/L y 8,5 ml/L aunque puede llegar a un estado de sobresaturación en zonas de muy baja temperatura o en las que haya una intensa actividad fotosintética ⁽²⁴⁾, como es el caso de Pisco-Paracas caracterizado por la frecuencia e intensidad de las floraciones algales. Altas concentraciones de oxígeno (≥ 14.0 mg/L), se registraron durante las floraciones algales registradas en abril 2004, mayo 2008, entre otros, causado por el dinoflagelado *Gymnodinium sanguineum*, una de las especies más frecuentes en las floraciones algales nocivas.

Algunos incidentes de mortandad masiva en peces de aguas interiores, durante la época de verano, se pueden relacionar con una reducción en los niveles de oxígeno ⁽²⁴⁾.

4. **Método:** el método clásico titulométrico de Winkler, que es el más exacto; también la técnica de electrodos de membrana; ambos se encuentran en el Standard Methods ⁽²⁵⁾.

5. **Puntos de referencia:** Del análisis retrospectivo realizado, se puede decir que durante el período 2000 – 2010 el área marino costera de Pisco - Paracas presentó un valor promedio de **oxígeno en superficie** $\geq 6,0$ mg/L, concentraciones óptimas que superan lo establecido para la categoría 4 ($\geq 4,0$ mg/L) según DS 002-2008; si bien, durante el periodo mencionado se hallaron también condiciones anóxicas o casi anóxicas, éstos generalmente fueron puntuales y de carácter temporal, asociadas principalmente a la degradación de la materia orgánica proveniente principalmente de aguas residuales (industriales, domésticas) o también al proceso de degradación de material de origen biogénico (detritus o restos de floraciones algales).

A nivel de fondo, la concentración promedio en el área marina costera Pisco Paracas fue de 2.0 mg/L , con rangos que variaron de estados casi anóxicos hasta valores máximos de 13.0 mg/L registrado en la

estación P20 al interior de la bahía, las estaciones fuera de la bahía presentaron concentraciones menores que las ubicadas dentro de ella. Como se ha mencionado la zona marina costera de Pisco-Paracas es un área de influencia de afloramiento y está sujeta a súbitos cambios en las características de sus aguas durante el proceso de afloramiento de aguas de fondo, especialmente en el contenido de oxígeno, de allí la importancia de interrelacionar este parámetro con la temperatura. Los diferentes factores que influyen en la concentración de oxígeno, ameritan su interrelación con otros parámetros y la conveniencia de su medición, a nivel de fondo.

SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)

1. **Definición:** Los SST se definen como la cantidad de material que es retenido por un filtro estándar, después de la filtración de un volumen de agua.
2. **Unidades:** el contenido de material en suspensión se expresa en mg/L.
3. **Justificación:** es un indicador importante, porque la concentración de este material provoca la pérdida de transparencia, es decir genera turbidez. Grandes cantidades de SST pueden reducir la fotosíntesis, interrumpir las cadenas tróficas, son medio de transporte de pesticidas, bacterias y metales tóxicos⁽⁸⁾. Los sólidos suspendidos generados de los sedimentos, usualmente arrastrados por los ríos, destruyen los lugares de alimentación, y reproducción de peces y obstruyen y cubren lagos, represas, ríos y bahías. La concentración de partículas en suspensión se relaciona con otras variables de crucial importancia para la biodiversidad que caracteriza un estuario, como el oxígeno disuelto, la turbidez, la temperatura y la densidad.

4. **Método:** gravimétrico, el residuo de sólidos retenido en el filtro es secado a a 103 – 105 °C hasta peso constante; el método referencial se encuentra en el Estándar Methods de la APHA/ AWWA/WEF.

5. **Puntos de referencia:** En el período 2000-2010, la concentración promedio de SST a nivel de superficie y fondo en el área marino costero de Pisco-Paracas fue < 30.0 mg/L, es decir ligeramente inferior al estándar de calidad para la categoría 4 del DS 002-2008; concentraciones elevadas se observaron especialmente durante el período 2000-2005, y estuvieron asociadas principalmente: a las descargas de efluentes industriales pesqueros, al período de dragado frente a playa Lobería, al proceso de floración algal, a concentraciones bajas o anóxicos del medio marino, a la poca dinámica en estaciones someras, a concentraciones bajas o anóxicos del medio marino.

ACEITES Y GRASAS

1. **Definición:** se define como cualquier material recuperado como una sustancia soluble en un solvente; los aceites y grasa tiene dos compuestos primarios: materia grasa de fuentes animal y vegetal, e hidrocarburos de origen petrolífero. Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos, sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas.

2. **Unidades:** las concentraciones de los aceites y grasa se expresan en mg/L.

3. **Justificación:** su efecto en las aguas naturales o en sistemas de tratamiento de aguas residuales es que interfieren con el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera. No permiten el libre paso del oxígeno hacia el agua, ni la salida del CO₂ del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles del oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la

luz solar y afectar los procesos biológicos aeróbicos y anaeróbicos. Cuando son descargados a través de las aguas residuales o efluentes tratados, pueden formar películas superficiales o depositarse en línea costera causando un deterioro ambiental.

4. **Método:** método gravimétrico que tiene como referencia el Método de partición gravimétrica líquido – líquido 5520 B. del Standard Methods.

5. **Puntos de referencia:** En general los valores promedio en las estaciones variaron de <1.0 mg/L a 9.2 mg/L; las estaciones dentro de la bahía Paracas presentaron concentraciones promedio ligeramente mayores a las ubicadas al norte; en general el valor promedio del área marino costera de Pisco – Paracas fue de 2.5 mg/L para el período 2000 – 2010. Las mayores concentraciones en contenido graso se registraron especialmente entre el período 2000- 2004, con concentraciones que llegaron hasta los 290 mg/L, asociadas principalmente a las descargas industriales pesqueras y a las operaciones de dragado que se realizaron entre abril – mayo del 2004. A partir del 2006 se observa una reducción significativa dentro de la bahía. sin embargo, es un parámetro que amerita monitorearse, debido a la existencia de actividades (industria pesquera, tráfico marítimo, almacenamiento y abastecimiento de combustibles y derivados de GLN, entre otros.) que generan residuos grasos durante sus procesos.

POTENCIAL DE IONES HIDRONIO (pH)

1. **Definición:** el pH es un parámetro que determina el grado de acidez o alcalinidad de las sustancias muy importante; origina muchos fenómenos químicos y biológicos, especialmente sobre el metabolismo y procesos fisiológicos de todos los organismos acuáticos.

2. **Unidades:** se expresan en unidades de pH^+

3. **Justificación:** el pH ejerce una fuerte influencia sobre la toxicidad de ciertos parámetros químicos tales como el amonio y el ácido sulfhídrico. La solubilidad de muchos micronutrientes importantes para la producción primaria (fitoplancton), dependen del grado de acidez o alcalinidad del agua. El pH posee una estrecha interdependencia entre las comunidades vegetales, animales y el medio acuático. En ambientes acuáticos con alcalinidad alta se presenta poca variación del pH excepto en casos que ocurren floraciones de microalgas o crecimiento de comunidades densas de macrofitas acuáticas. En este último caso, el pH del medio puede llegar a 11⁽²⁶⁾. De lo registrado en el área marino costero de Pisco Paracas, los valores de pH estuvieron dentro de los rangos establecidos, con excepción de valores puntuales que superaron ligeramente el valor límite superior y usualmente asociado a altas temperaturas y concentraciones de oxígeno que en algunos casos coincidieron con floraciones algales intensas, como lo observado entre enero- febrero del 2005 en Pisco ⁽²⁷⁾. Si bien en general, los valores de pH se mantienen dentro de los rangos previstos, sin embargo un incremento significativo podría alertar sobre el desarrollo de una floración algal intensa y prever las medidas que fueren necesarias.
- La medición del pH podría ser obligatoria en el límite de la zona de impacto de las descargas o vertimientos, o cuando se sospeche del inicio de un proceso de floración algal.

4. **Método:** Standard Methods.

5. **Puntos de referencia:** 6.8 a 8.5

FLORACIONES ALGALES NOCIVAS (FAN)

1. **Definición:** son proliferaciones de un heterogéneo grupo de microorganismos (cualquier población microalgal, planctónica o bentónica) que son percibidas como dañinas, incluso aunque las concentraciones celulares no sean muy elevadas, siempre y cuando su aparición conlleve efectos nocivos para la salud humana, en las explotaciones de acuicultura, y turísticas de zonas costeras y en las poblaciones naturales de organismos marinos⁽⁹⁾.

2. **Unidades:** cel . l⁻¹

3. **Justificación:** Entre el 2000 al 2011, se ha observado un incremento de las Floraciones algales nocivas, cuyo detalle de registro se presenta en la tabla 5.1.4A en Anexo.

Estas floraciones de la comunidad fitoplanctónica en la zona costera, suelen ser frecuentes en los meses de primavera y verano; registros de eventos que las acompañan tanto por IMARPE PISCO como por el monitoreo de alerta temprana de la EMR permiten establecer la existencia de condiciones que propician su desarrollo: es una zona de influencia de intensos afloramientos, ricos en nutrientes, bahía eutrofizada por el incremento de nutrientes y sedimentos que aporta el río Pisco, lo cual origina también un cambio de salinidad, intensos períodos de luminosidad, incremento de temperatura, estabilización de la columna de agua. Es conveniente mencionar que no necesariamente estas floraciones son tóxicas.

Como se ha observado este proceso de floración se caracteriza en su inicio por un incremento de temperatura, de oxígeno (5.2 y 10.6 mg/L) y pH, llegando a valores y concentraciones máximas (14.3 mg/L de oxígeno, pH de 9.04) que corresponderían a una intensa fotosíntesis, manifestada en una alta densidad fitoplanctónica (*Prorocentrum minimum* 35 740 cel/ml) y variabilidad espacial, el cual culmina en estados anóxicos y una reducción notable de la densidad celular (3 108cel/ml); un ejemplo de ello es lo acaecido entre el 20 de enero al 15 de febrero del 2005 ⁽²⁷⁾. Es conveniente

mencionar que el *Prorocentrum mínimum* produce Toxina Venerupina de Molusco (VSP) y Toxina Diarreica de Molusco (DSP).

Según IMARPE ⁽²²⁾, las mareas intensas registradas en la zona durante el 2010 tuvieron una duración de más de 20 días; estos eventos han estado asociados en muchos casos a varazones y mortandad de recursos costeros de la zona.

Las frecuentes floraciones algales responden a condiciones eutróficas que caracterizan a la zona costera de Pisco- Paracas, de allí que es necesario incorporar este parámetro como indicador de la calidad del medio marino acuático, no solo desde el punto de vista cuantitativo (N^0 de células/ml ó L), sino también a identificar y determinar su grado de toxicidad, y poder establecer el grado de relación que existe con las varazones y mortandades que en algunos episodios han confluído en forma casi simultánea.

4. **Método:** Standard Methods.

5. **Puntos de referencia:** concentraciones del orden de 10^3 cel .l⁻¹

DENSIDAD POBLACIONAL POR AREA COSTERA (PISCO – PARACAS)

1. **Definición:** número promedio de habitantes de un área costera, en relación a una unidad de superficie dada (i.e distrito de Pisco)

2. **Unidades:** hab / distrito (km²)

3. **Justificación:** se ha observado un crecimiento demográfico creciente durante las últimas décadas en la zona de Pisco-Paracas, especialmente en el distrito costero del mismo nombre, por lo que se considera conveniente incorporar como indicador social a la **Densidad poblacional por área costera** en la zona Pisco - Paracas

4. **Método:** a través de censos de la población, que mediante encuestas se conoce el total de personas que hay en un lugar determinado, y con esta cifra se realiza el cálculo en relación al área donde habitan.

5. **Puntos de referencia:** densidad poblacional del distrito de Pisco en el año 2008, fue de 2 293.89 hab/km² (28).

INGRESOS POR LA CONCHA DE ABANICO

1. **Definición:** cantidad de dinero que recibe un pescador por la venta de una cantidad determinada (Kg ó manojo) de concha de abanico desembarcada en puerto.

2. **Unidades:** S/. monto / manojo, S/. monto/ kg

3. **Justificación:** la concha de abanico es uno de los recursos de gran importancia comercial, especialmente para el comercio exterior; la zona presenta clima favorable para su desarrollo, existiendo en la zona bancos naturales, así como concesiones autorizadas para el cultivo de esta especie. Así mismo, existe una importante población pesquera artesanal y concesiones de cultivo, que viven de la extracción de este y otros recursos de la zona.

4. **Método:** para estimar los ingresos por la concha de abanico se multiplica el precio de la concha de abanico por kilogramo, por la biomasa en kilogramos desembarcada en la zona de Pisco-Paracas.

5. **Puntos de referencia:** el ingreso mínimo por concha de abanico ocurrió en el año 2008, con un valor de S/. 2758 nuevos soles (11).

(iii) **Indicadores de respuesta:**

NÚMERO DE MEDIDAS NORMATIVAS POR QUINQUENIO

1. **Definición:** cantidad de disposiciones o medidas normativas, orientadas a establecer lineamientos, guías, regulaciones, control, fiscalización u otros según corresponda, a fin de prevenir, contrarrestar, los problemas o impactos ambientales como consecuencia del no cumplimiento de las medidas o estándares ambientales establecidas por el ente regulador o autoridad ambiental cada 5 años.
2. **Unidades:** N⁰ medidas / quinquenio
3. **Justificación:** es importante que existan normas ambientales que regulen las implicancias que las diversas actividades productivas, extractivas y/o de servicios generan en el ambiente; es importante también que cada cierto período se evalúe la eficacia de las mismas y den como resultado medidas normativas más óptimas, coherentes y viables de ser cumplidas.
4. **Método:** agrupar el N⁰ medidas que regulen una componente ambiental determinada establecida por uno o más sectores, en un tiempo determinado (quinquenio); ello contribuiría a establecer medidas de control y fiscalización más armonizadas y coherentes; por ejemplo medidas normativas que regulen la calidad acuática del medio marino.
5. **Puntos de referencia:** el número de medidas por quinquenio relevantes dadas por la autoridad ambiental y sectorial, relacionadas con la calidad de los cuerpos de agua entre el 2006 al 2010 fueron de aproximadamente 13.

9.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PROPUESTA DE SISTEMA DE INDICADORES

En la Fig. 22 se presenta un diagrama de flujo de la propuesta de sistema de indicadores de la zona marino-costera Pisco-Paracas. En el mismo, se involucra la participación de diferentes sectores o entidades (IMARPE, DICAPI, DIGESA, EMPRESAS) que realicen programas de vigilancia o seguimiento que además del conocimiento del ecosistema marino, tienen la experiencia en la ejecución de dichos programas; aspectos que conjuntamente con la infraestructura podrían ser coordinadamente aprovechados en beneficio mutuo de entidades involucradas. También se incluye a otras entidades, como las Universidades que vienen desarrollando programas o proyectos relacionados con el medio marino.

La participación de los mismos, debe partir sobre criterios previamente concordados con relación a: 1. Diseño, ubicación y selección de las estaciones de muestreo, 2. Uso de métodos de ensayo estandarizados, reconocidos por organismos nacionales o internacionales. 3. Un sistema para el aseguramiento y control de calidad en el manejo de los datos 4. Uso de formatos estandarizados para el registro de datos ambientales y biológicos. 5. Una buena y fluida comunicación; todo ello aunado a un buen equipamiento y personal competente.

La propuesta se basa en aprovechar la experiencia e información que generan entidades involucradas con el medio marino, sobretodo se considera que tanto la Ley de recurso hídricos 29338, como su reglamento, no son claras y evidencian imprecisiones con respecto a las competencias en el medio marino, lo cual puede llevar a una mala interpretación de las partes. Ello conlleva que en la actualidad no existe una gestión eficaz por parte de los entes involucrados, orientado a prevenir o minimizar la contaminación y sus impactos en el ecosistema marino. Para ello es conveniente optimizar los programas de monitoreo y vigilancia que vienen funcionando, utilizar en lo posible los recursos existentes en un trabajo

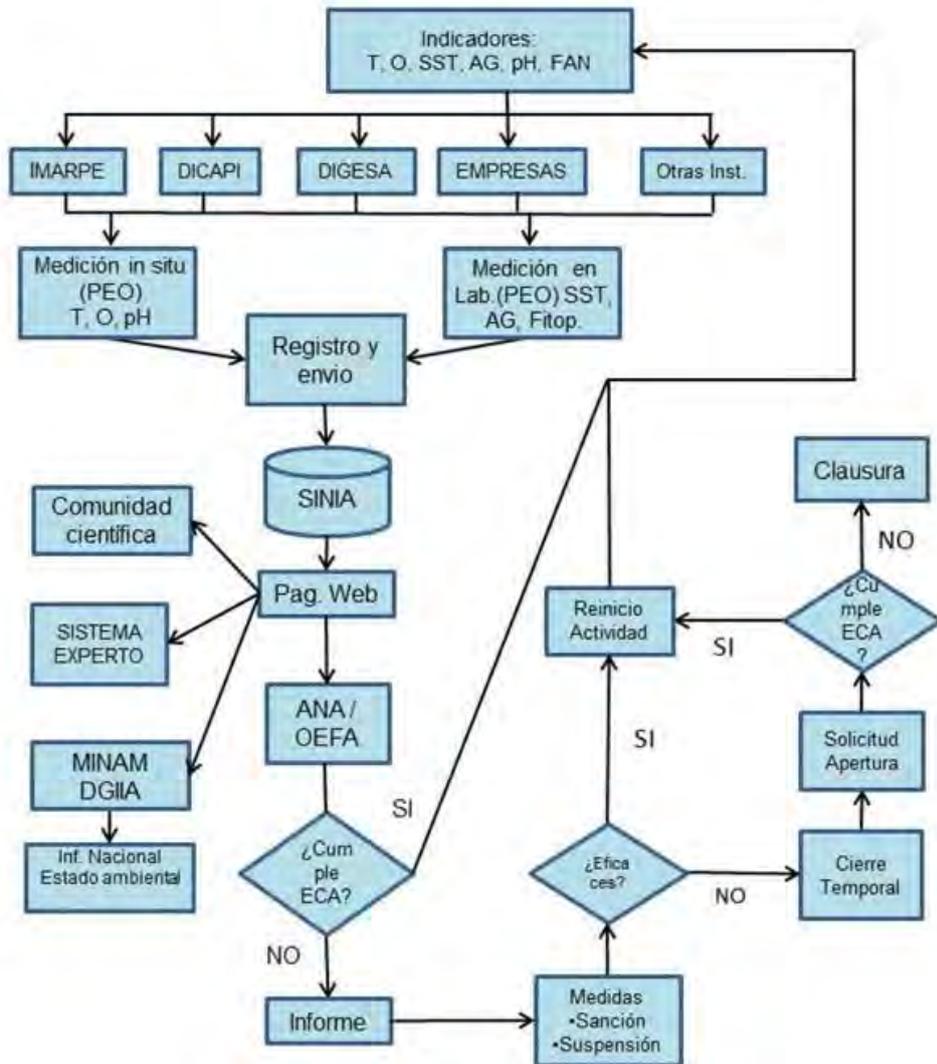
coordinado y armonizado de tal forma que la data ambiental obtenida alimente la base de datos.

En caso que durante el programa de monitoreo se detecte una situación anómala o el registro de un incumplimiento de los ECA's, se establecerá los mecanismos más apropiados de comunicación con las autoridades competentes a fin de asegurar su pronta intervención.

Tanto los datos que se generan de las mediciones in situ de los parámetros mencionados, como los determinados en los respectivos laboratorio mediante métodos estandarizados o validados, se registran y alimentan la Base de datos del Sistema Nacional de Información Ambiental SINIA, que a través de su página web están disponibles a la Comunidad Científica (investigadores, especialistas), a la Dirección General de Investigación e Información Ambiental del MINAM, encargado de elaborar el Informe Nacional sobre el Estado del Ambiente. Es deseable que en esta propuesta de sistema, se considere en el futuro centrar la atención en el ámbito científico, para que a través de modelos como el sistema experto, el cual toma y organiza el conocimiento y experiencia de la comunidad científica en una base de datos, lo resume a través de un lenguaje operacional, que sintetiza diferentes indicadores de ecosistemas e identifica la probabilidad de cambios a largo plazo.

Este modelo tiende a promover una comunicación efectiva entre científicos y usuarios, especialmente al grupo de gestión o administradores de informarse sobre el estado actual y un posible estado futuro del ecosistema; sus aportes podrían también contribuir a mejorar los programas de investigación del medio marino ⁽⁶⁾.

La data de calidad del recurso hídrico que involucra el ámbito marino es evaluada por las autoridades involucradas ANA y/o por OEFA y en caso de incumplimiento de los ECA's actúan según sus competencias, aunque éstas tampoco están claramente definidas. De no cumplirse con los ECA's se genera el informe respectivo que va acompañado de medidas correctivas que pueden llevar a la clausura definitiva o al reinicio de actividad.



Propuesta sistema de indicadores en bahía Paracas

DGIIA, Dirección General de Investigación e Información Ambiental
 SINIA, Sistema Nacional de Información Ambiental
 DIGESA, Dirección General de Salud Ambiental
 IMARPE, Instituto del Mar del Perú
 DICAPI, Dirección General de Capitanía
 ANA, Autoridad Nacional del Agua
 OEFA, Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
 PEO, Procedimiento Estándar Operativo
 MINAM, Ministerio del Ambiente
 ECA, Estándar de Calidad Ambiental del Agua

Fig. 22. Diagrama de flujo de la Propuesta sistema de indicadores en la bahía Paracas.

El monitoreo podría abarcar distintos espacios del ámbito marino y no solo orientado específicamente a cabezas de cuenca o áreas de influencia de vertimientos. Ello puede contribuir no solamente a determinar el estado de calidad del medio marino a través de parámetros físico químicos del agua, sino que podría alertar sobre el desarrollo de eventos anómalos (floraciones algales nocivas, varazones, mortandades u otros) y tomar las medidas preventivas correspondientes; ello puede conducir a identificar y establecer el uso de otros indicadores biológicos los cuales pueden darnos una información más cercana del grado de impacto en el ecosistema.

La complejidad del medio marino, sus interacciones con el ámbito terrestre, donde confluyen múltiples usuarios exige un enfoque integrado para su manejo; hay un lento avance en ese sentido y es necesario también promover una política sectorial y transversal del mar costero y oceánico.

10. CONCLUSIONES

El área marino costera de Pisco – Paracas de características muy peculiares y de una gran importancia por su biodiversidad, forma parte de la única Reserva nacional marina con una superficie de 335 000 Ha, que incluye en su ámbito al medio marino en un 65%.

Sobre la hipótesis

La hipótesis se considera verdadera, en vista de que los indicadores de estado superaron los ECA, por lo menos en los eventos del 2000, 2002 y 2004.

10.1 Análisis Retrospectivo sobre los indicadores

(i) Indicadores de presión: desembarques y efluentes

Durante el período 2000-2011 se registró en el puerto de Pisco un desembarque total de 7 412.6 Ton de anchoveta; los mayores desembarques se registraron en los años 2011(14.5%), 2000 (14.2%) y 2005 (12.8%).

- La pesca industrial de la zona se ha centrado principalmente en la extracción del recurso anchoveta destinado principalmente a la producción de harina de pescado.
- Estos desembarques estuvieron asociados a grandes descargas de efluentes pesqueros (6 407.7 Ton), que fueron descargados hacia el interior de la bahía, especialmente entre el período 2000-2005, ocasionando alteraciones y cambios en los indicadores de estado.

(ii) Indicadores de estado:

- Los parámetros de calidad acuática de la bahía Paracas se compararon con los ECA Categoría 4 (conservación del

ambiente acuático) conforme a la clasificación de los cuerpos de agua marino superficiales y marino costeros Anexo 10 aprobados mediante RJ 201-2010- ANA.

- En general, se puede decir que a nivel superficial, los parámetros de temperatura, oxígeno, SST, pH estuvieron dentro de los límites del valor ECA para la categoría 4 (Conservación del ambiente Acuático).
- En primavera y verano del 2000, 2002, 2004 los indicadores de estado sobrepasaron los ECA (en SST y AG), al confluir los residuos generados por las actividades industriales pesqueras y operación de dragado de las actividades de proyecto Camisea de Plus Petrol.
- Por otro lado, a nivel de fondo los ECA no deberían aplicarse debido, a que existe una relación directa entre temperatura, oxígeno y pH, los cuales se incrementan cuando se desarrollan procesos de floraciones algales nocivas. Diversos factores influyen en su contenido: la profundidad, el afloramiento, procesos de degradación de la materia orgánica ocurren en un fondo que es muy rico en este contenido. La norma no establece su campo de aplicabilidad y ello debe tomarse en cuenta para el medio marino, dada la importancia de la zona eufótica y de las interacciones que se realizan entre las diversas componentes especialmente con la componente biológica; dada la variabilidad ambiental de la zona, la muestra en superficie no es muy representativa.
- Las estaciones P16 y P17 (ubicadas frente a la zona industrial pesquera) y P22 (frente a El Chaco) se caracterizaron por sus mayores valores en temperatura, material en suspensión, que evidenciaron la influencia de los efluentes pesqueros, y de la mayor permanencia del material en suspensión, debido a la menor dinámica de sus aguas someras. La concentración

promedio de oxígeno superficial en el área marino costero de Pisco – Paracas fue de 6.2 mg/L, con concentraciones superiores a lo establecido en el ECA.

- El valor del ECA del sulfuro (0.006 mg/L) propuesto, así como la falta de consistencia metodológica con respecto al límite de detección del método que se aplica, no garantizan una real cuantificación de dicho contaminante, por lo que se recomienda tener cuidado al interpretar este indicador. o evaluar su temporal suspensión..

(iii) Indicadores de respuesta:

- Si bien el sector correspondiente ha establecido regulaciones para un manejo sostenible, entre otros, del recurso anchoveta, sin embargo la ausencia de un control eficiente del cumplimiento de las cuotas de pesca por parte de la autoridad competente, atenta seriamente contra la sostenibilidad del mencionado recurso.
- Los problemas de contaminación existentes, aunado al desarrollo de una nueva actividad del proyecto Camisea, impulsaron la ejecución de medidas normativas, mejoras tecnológicas de las aguas residuales industriales pesqueras, la promoción de proyectos de desarrollo y capacitación orientado especialmente a los pescadores artesanales. Estas medidas lograron una mejora en los indicadores de estado, que se aprecia especialmente a partir del 2007.

10.2 Propuesta de sistema de indicadores

El sistema de indicadores propuesto comprende los siguientes indicadores: temperatura, oxígeno a nivel superficial, sólidos suspendidos

totales y aceites y grasa; el pH sería obligatorio en el límite de la zona de impacto de la descarga o vertimiento, o en caso se sospeche de una floración algal nociva; sulfuros debe ser temporalmente suspendido hasta su revisión metodológica. En vista de la ocurrencia continua de floraciones algales nocivas, se sugiere incluir al fitoplancton como indicador.

La propuesta de sistema de indicadores ha sido validada mediante el análisis retrospectivo de las variables de calidad ambiental. Específicamente, el evento de dragado realizado en mayo 2004 por el Proyecto Camisea, agudizó la crisis ambiental en la cual se sobrepasaron los límites establecidos de SST (valor máximo 384mg/l) y de aceites y grasa (valor máximo 296 mg/l).. Las implicancias ambientales de un incremento del tránsito marítimo generaron como respuesta, una recomendación de gestión ambiental que obliga a la empresa a reducir la velocidad de las embarcaciones que transitan por la zona., así como la reubicación de un emisario de aguas residuales pesqueras fuera de la bahía.

El conocimiento del medio marino a través de un programa de monitoreo integrado y sostenido, en el futuro deberá incorporar otros tipos de indicadores, como los biológicos.

11. RECOMENDACIONES

- La información sobre desembarque o extracción del recurso, constituye un buen indicador; por ello es conveniente optimizar su registro, sobre todo cuando se concentre en una sola especie.
- Es importante que los métodos de ensayo tengan límites de detección y cuantificación menores a los valores de los indicadores. De allí que es necesario evaluar la capacidad analítica de los laboratorios involucrados con el seguimiento, vigilancia y control.

- Es conveniente que el enfoque o criterios de los ECA, vertimientos y LMP sean armonizados, a fin de que las normas de control y fiscalización se basen en una propuesta coherente y técnicamente viable.
- Urge un ordenamiento territorial en la franja costera de Pisco-Paracas, a fin de que las actividades que se ubican al norte de la bahía se vayan reduciendo o reubicando, ya que las características ambientales, oceanográficas y batimétricas de la bahía favorecen el transporte de los contaminantes o residuales al interior de la bahía Paracas.
- En una bahía de características ambientales y climáticas tan variables, sería conveniente incluir en el futuro además de los indicadores o parámetros de calidad acuática descritos, otros indicadores biológicos que contribuyan a una mejor interpretación de los cambios o tendencias en el ecosistema.

12. FUENTES DE INFORMACION

1. IOC Manuals and Guides, 46; ICAM Dossier, 2.Paris, UNESCO. A Handbook for Measuring the Progress and Outcomes of integrated Coastal and Ocean Coastal Management. 2006.
2. Comisión para el Desarrollo Sostenible de la bahía Paracas. Plan estratégico para la rehabilitación y manejo de riesgos de la bahía de Paracas y áreas circundantes. 2004.
3. Comisión Nacional del Ambiente. Reporte del Taller técnico para la elaboración de una propuesta de diseño para un sistema integrado de monitoreo para la zona de Pisco- Paracas. 2004.
4. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Estado del medio ambiente marino y costero del Pacífico Sudeste. 2000.

5. Instituto del Mar del Perú- Ministerio de la Producción. Informe Nacional sobre el Estado del Ambiente marino del Perú. Informe de consultoría. Convenio IMARPE – CPPS, dic. 2010.
6. JARRE A., C.L.Moloney, L.J.Shannon, P. Freón, C.D. van der Lingen, H.M.Verheye, L. Hutchings, J.-P. Roux, P. Cury. Developing a basis for detecting and predicting long-term ecosystem changes. Large Marine Ecosystems. 2006. Vol.14. 239:272 pp.
7. PNUMA, CONAM. GEO Bahía Paracas – Pisco. Informe sobre el estado del ambiente. 2007.
8. IMARPE, LABORATORIO PISCO-Bases Técnicas para el ordenamiento pesquero y acuícola de la Bahía Paracas, Línea Base 2010.
9. E.A. SAR, M.E. FERRARIO y B. REGUERA. Floraciones algales nocivas en el Cono Sur Americano. UNESCO - Instituto Español de Oceanografía. 2002.
10. Zavala J., D. Flores y J. Zeballos. Prospección Biológico Ambiental de las Principales Praderas de Macroalgas. Centro de Investigación Pesquera y Acuícola Pisco. Instituto del Mar del Perú. 2007.
11. Instituto del Mar del Perú. Breve informe complementario sobre región Ica relacionado con la II ENEPA. Unidad de Estadística y Pesca Artesanal. 2012.
12. Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Capítulo 5: sólidos en suspensión y turbidez. 2010. (<http://www.apsevilla.com/wps/wcm/connect/3e54558045d53b229e56ff9f290472a1/Cap05.pdf?MOD=AJPERES>).
13. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. GEO₅. Perspectivas del medio ambiente mundial. Resumen para responsables de políticas. 2012.
14. Ministerio del Ambiente – Instituto Nacional de Estadística e Informática - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el desarrollo sostenible: Indicadores de seguimiento. PERU 2008 Indicadores. 2009.

15. Ministerio del Ambiente. Plan Nacional de Acción Ambiental PERU 2011-2021. 2011.
16. Organisation for Economic Co-operation and Development. Environmental Indicators. Towards Sustainable Development. 2001.
17. Ioris A.A.R., C. Hunter, S, Walker. The development and application of water management sustainability indicators in Brazil and Scotland. *Journal of Environmental Management*, doi:10.1016/j.jenvman. 2007.
18. Petrerá M.. Impacto económico de la epidemia del cólera. Perú 1991. Organización Panamericana de la salud/ Organización Mundial de la salud/ PWR – PERU Lima Perú , Febrero 1992.
19. PLUS PETROL. Datos calidad acuática AM_ZIC, ZII (2003-2010), ZID 2003-2010. Monitoreo biótico y abiótico para el componente marítimo-Planta de fraccionamiento de LGN. Playa Lobería Pisco, Perú. 2012.
20. Environmental Resources Management. Monitoreo biótico y abiótico para el componente marítimo- Planta de fraccionamiento de LGN. Informe trimestral octubre – Diciembre 2009.
21. United Environmental Programme. Resumen Ambiental Nacional Perú. Joanna Kámiche Z. 2010.
22. IMARPE. Características Ambientales en la bahía Paracas – Pisco y su relación con las Floraciones algales 2008 – 2010. Ref. Of N^o PCD-100-066-2011 – PRODUCE- IMP.2011.
23. Espina S. y C. Venegas, *Ecofisiología y Contaminación*, p-53-78. In: A.V. Botello. J. Rendon-Von Osten, G. Gold – Bouchot y C. Agraz Hernandez (Eds.) *Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnósticos y Tendencias*, 2da. Edición. Univ. Autón. De Campeche, Univ. Nal. Auton. De México, Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
24. Segunda a Parte - Parámetros físicos químicos – Temperatura. En línea: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-temperatura.pdf>.

25. APHA/AWWA/ WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater . 21st Ed. 2005.
26. Influencia del pH sobre los organismos acuáticos. En línea: http://www.alicorp.com.pe/ohs_images/nicovita../boletines/1998/bole_9807_02.pdf. 1998.
27. Environmental Resources Management. Anexo 4: Secuencia de eventos relacionada a la “marea roja” registrada entre el 20 de enero y 15 de febrero del 2005. Informe Monitoreo Planta de Fraccionamiento de LGN. Playa Lobería, Pisco. 2005.
28. Instituto Nacional de Estadística e Información. Ica Compendio Estadístico Departamental 2008 – 2009.

ANEXOS

TABLAS

TABLA N°5.1.4A. RESUMEN DE EVENTOS.

Año	EVENTO		UBICACIÓN
	Nº	Tipo	
2000	4	Marea roja	-Átenas, Punta Rípio
	1	Mortalidad (conchas de abanico)	-Átenas, Sto. Domingo
	3	Varazón (marzo, abril, junio) peces, xangrejos	-Playa el Chaco-bahía Paracas
2001	3	Marea Roja	-Playa Átenas, la Puntilla, el candelabro, pta. Ballena, Santo Domingo
2002	11	Marea Roja	-Átenas, Zona Industrial, El Chaco, La Puntilla, Sto. Domingo.
	2	Varazones (enero, abril) peces e invertebrados	
2003	7	Marea Roja	-Pte. a río Pisco, Lobería-Sta. Elena, Z. Industrial, La Puntilla, bahía Paracas.
	1	Varazón	-Playas: Hotel Paracas, El Chaco, Yatch Club
2004	3	Marea Roja	-Entre Pisco playa hasta bahía Paracas.
	4	Varazón (en abril (3), nov.)	-Playa Átenas, El Chaco, San Andrés- Pisco playa.
2005	3	Marea Roja	-Frente río Pisco- La Puntilla, Muelle Fiscal- San Andrés- Lobería- Zona Industrial- La Puntilla - El Chaco.
	1	Varazón (feb.)	-Playa frente a Base FAP
2006	13	Marea Roja	-Pte. río Pisco- plataforma PP - S. Andrés-Muelle Fiscal Z. Industrial - La Puntilla-Átenas-S. Domingo. Norte, centro y sur de bahía.
2007	3	Marea Roja	- Norte-centro y sur de la bahía
2008	3	Marea Roja	- Centro y sur de la bahía, Átenas, Pte. a río Pisco, Playa Lobería, Zona Industrial, Sto. Domingo.
	1	Varazón (dic.) peces, invertebrados	- Playa El Chaco.
2009	6	Marea Roja	- Entre desembocadura del río Pisco; norte - centro - sur de la bahía.
2010	3	Marea Roja	- Casi toda la bahía: playa Lobería-Z. Industrial- puerto San Martín.
	1	Varazón (nov.)	- Playas Lobería y El Chaco.
2011	3	Marea Roja	- Frente a río Pisco - San Andrés- Playa Lobería - El Chaco - Santo Domingo- Átenas.
	2	Varazón	- Playas: Lobería, el Chaco.
	1	Mortalidad de conchas de abanico	- Átenas

FUENTE: IMARPE PISCO, 2011

TABLA 5.2 A. Indicadores socioeconómicos relevantes para detectar cambios.

Clase y Tipo de Indicador	Ejemplos de Indicador
Presión o Impacto	<p><u>Social</u>¹</p> <ul style="list-style-type: none"> - Densidad poblacional a lo largo de la costa (por área) - Patrón de uso de tierra a lo largo de la costa - Dependencia de la pesca (por áreas) por las comunidades costeras - Grado de alfabetización de la población costera (por área) - Valor del estilo de vida (por área) - Valor cultural (por área) - Uso de bienes y servicios por sector y área, ejm., esfuerzo de cosecha, turismo de playa, ecoturismo - Tradición y explotación potencial de uso artesanal (índices especializados tanto como sea posible) <p><u>Economic</u>²</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estructura de la flota (por arte de pesca y área) - Grado de industrialización de pesquerías (por área) - Grado de pobreza en poblaciones costeras (por área) - Importancia de cosechas como fuente de nutrición para población residente: ejm., consumo de productos marinos (local) por cápita en comunidades costeras. - Importancia de cosechas como fuente de ingreso, ejm., media, rango y varianza del ingreso per cápita (especializado tanto como sea posible). - Subsidio gubernamental al sector pesquero - Precio (valor absoluto o tendencia) de productos pesqueros a escalas regional, nacional o global cuando sea relevante (ejm., harina de pescado, aceite de pescado, productos congelados). - Importancia de uso no consumible como una fuente de ingresos (ejm. el turismo, la acuicultura). - Importancia relativa de la modalidad del uso de los ecosistemas por actividad (ejm., ingresos generados). <p><u>Medidas para aumentar la sostenibilidad ecológica de la cosecha</u>¹</p> <ul style="list-style-type: none"> - Número (y fracción) de pesquerías con planes de manejo bien desarrollados, incluyendo indicadores y puntos de referencia (o direcciones). - Fracción de funcionarios del gobierno involucrados en la gestión del océano y formados en la resolución de conflictos y/o en la gestión del cambio. - Grado de cumplimiento de los acuerdos de gestión.
Respuesta	<p><u>Indicadores para monitorear los cambios en</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Políticas nacionales sobre la gestión del empleo / desempleo en el sector pesquero. - Políticas nacionales sobre el desarrollo de la acuicultura. - Políticas nacionales en materia de incentivos para controlar y modificar toda la pesca global en los diferentes segmentos de la pesquería.

¹ Based on Sowman et al.(2003), Reinikainen and Molloy (2003) and FAO (2003)

² Based on Mather et al. (2003), and Sauer et al. (2003)

TABLA 5.2 B. Indicadores relevantes relacionados s con hábitat y especies

Tipo y clase de indicador	Ejemplos de indicadores	Referencias clave para el BCLME
<i>Indicadores ambientales y de habitat</i>		
Presión	- Indices relacionados a los efectos del calentamiento global	Bakun (1990)
	- Indices de contaminación, e.g., número de eventos de contaminación por categoría.	
Estado	SST, vientos del stress, índice extensión fuera de la costa; índice de afloramiento.	Richardson et.al (1998)
	Termogradiante, índices de estratificación (e.e. profundidad de la termoclina).	Demarcq et al. (2003)
	Indices de bajo contenido de oxígeno en agua.	Shillington et al.
	Biomasa de fitoplancton y productividad	Monteiro et al.
	Distribución de tamaño o espectro de fito y zooplancton	Vertheye et al. (1998)
	Abundancia total del zooplancton	
<i>Indicadores de una sola especie¹</i>		
Presión	Número de especies no objetivo capturado por método, área y estación o año.	Nel et al. (2003)
	Abundancia/biomasa de especies idicadoras de contaminación	
Estado	Abundancia de organismos gelatinosos	Roux & Shannon (2004)
	Abundancia, condición, éxito de la reproducción/reclutamiento de especies sensibles (e.g. focas, alcatraces, pingüinos, y/o depredadores superiores (e.g. la merluza) y/o indicador	Kemper et al. (2001) Roux & Mercenaro (2004)
	formas de plankton	
	Diversidad de especies (por comunidad)	Reinikainen & Molloy (2003)
	Diversidad genética (por especies)	Korrubel et al. (1998)
	Biomasa desovante & tendencias de reclutamiento edad (o longitud) en la primera madurez, factor de condición de especies sensibles a las tendencias de la pesca.	Kreiner et al. (2001) Fairweather et al. (en prep. a,b)
<i>Indicadores basados en tamaño</i>		
Presión	Tamaño mínimo de malla autorizado en artes de pesca	
	Tamaño mínimo de peces autorizado por especies o grupo de especies.	
Estado	Longitud mínima y máxima de poblaciones sensibles a cambios en el ecosistema	Fairweather et al. (en prep. a,b)
	Longitud media y máxima de una comunidad, pendiente del tamaño del espectro	Yemane et al. (2004)
<i>Indicadores espaciales</i>		
Presión	Tasa media entre área explotada y distribución de área por especies.	Fréon et al. (2005b)
	Fracción explotada del ecosistema	
Estado	Distribución del desove de adultos y huevos de poblaciones explotadas por la pesquería.	Drapeau et al. (2004)
	Area total de distribución de reservas o existencias, fracción del habitat actualmente usada.	Pecquerie et al. (2004)

¹ Definido aquí como especies que son importantes para la estructura y funcionamiento del ecosistema, no necesariamente limitado a especies objetivo de la pesquería.

FIGURAS

Provincia Pisco: Población y Densidad Poblacional por años censados

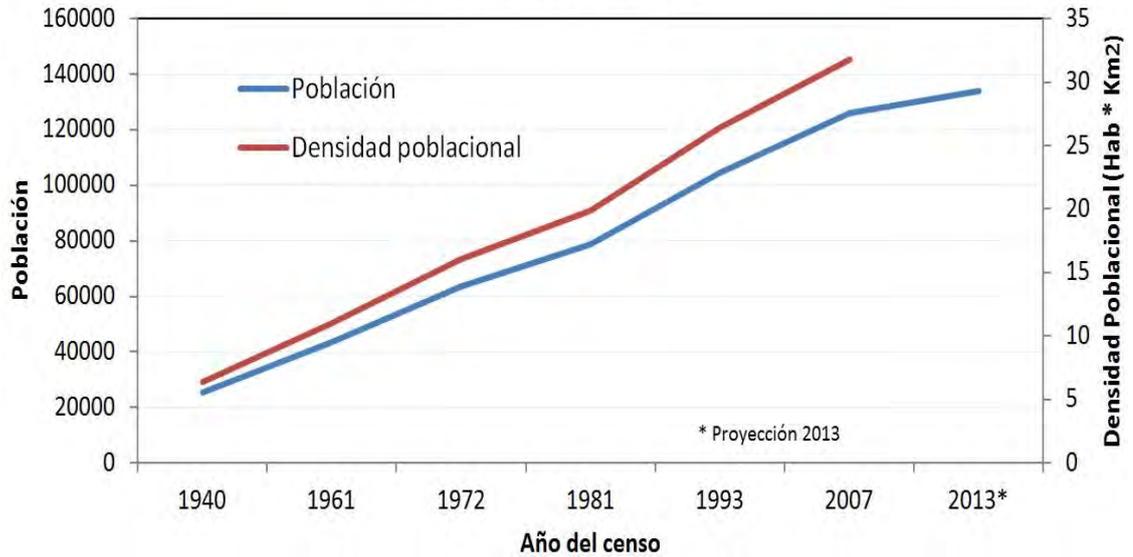


Fig. 5.1.2A. Población y densidad poblacional. Provincia Pisco.

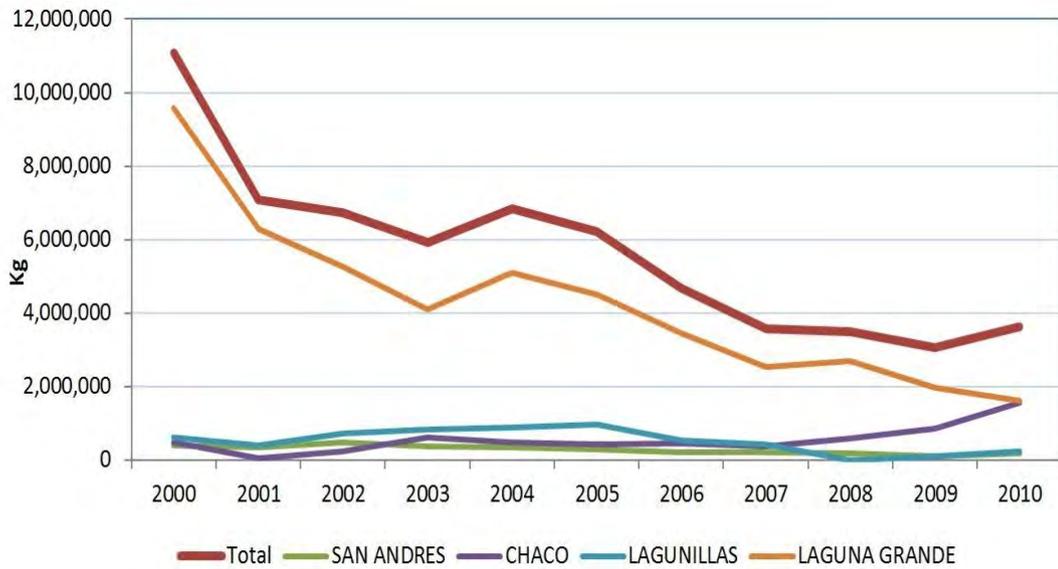


Fig. 5.1.5A. DESEMBARQUE DE INVERTEBRADOS EN PISCO, 2000 – 2010.

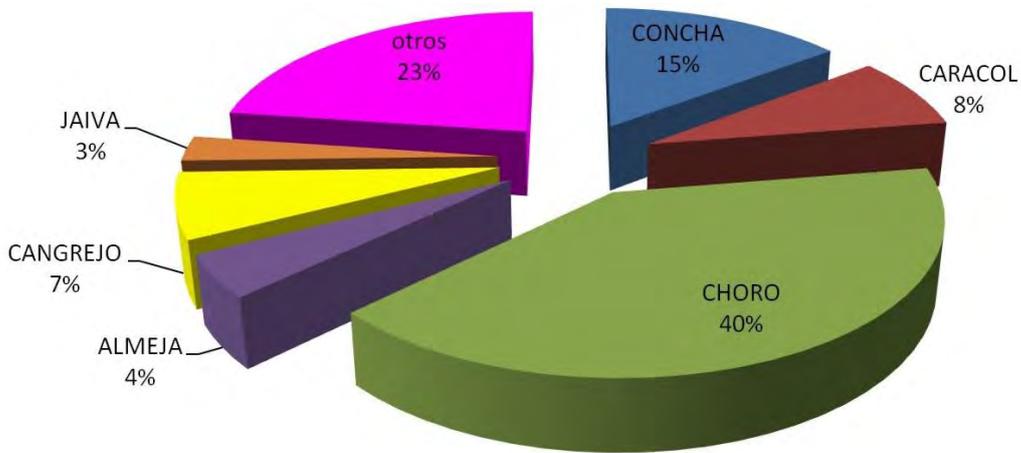


Fig. 5.1.5B. COMPOSICION PORCENTUAL DE INVERTEBRADOS EN PISCO, 2000 – 2010.

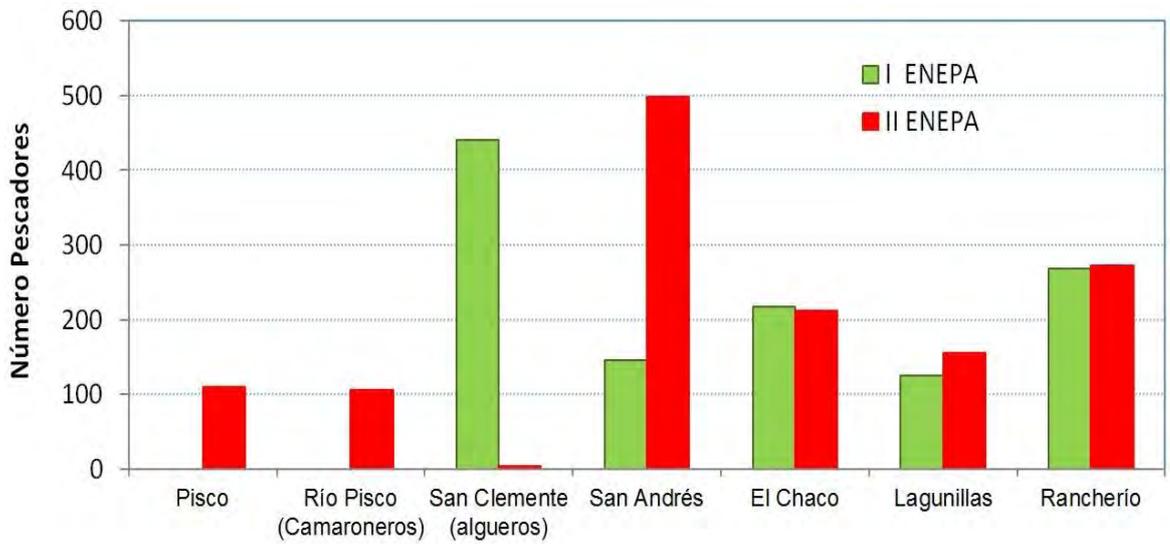


Fig. 5.1.5C. NUMERO COMPARATIVO DE PESCADORES ARTESANALES – REGION ICA Fuente: IMARPE – Unidad de Estadística y Pesca Artesanal, 2012.

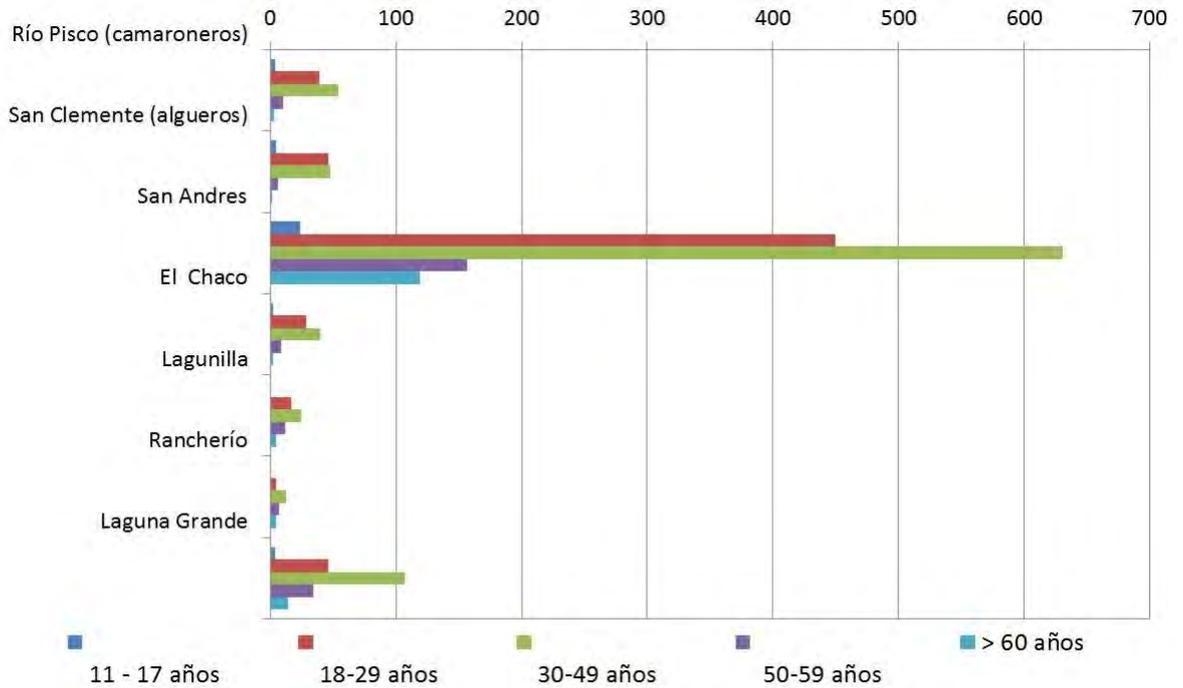
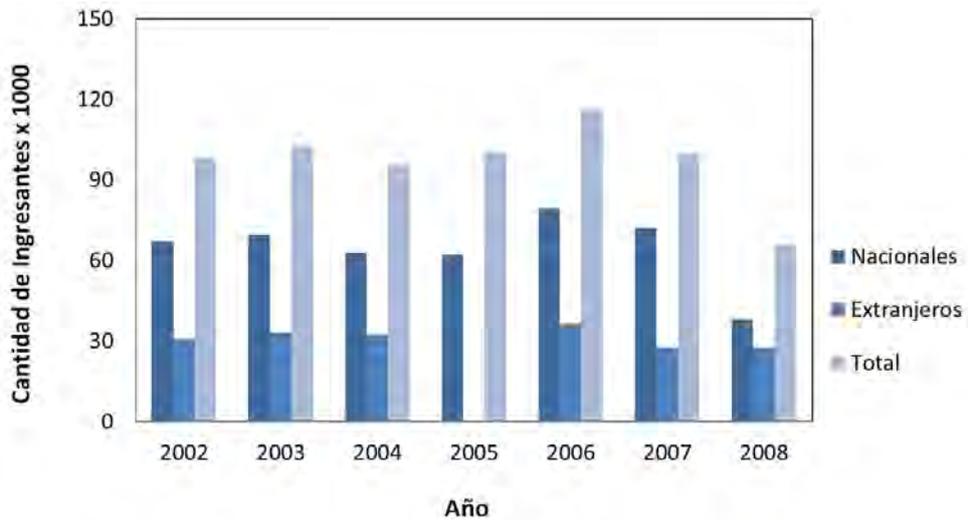


Fig. 5.1.5D. EDADES DE PESCADOR ARTESANAL EN LA REGION ICA.



INGRESO DE NACIONALES Y EXTRANJEROS A LA RESERVA NACIONAL DE PARACAS 2002-2008

Fig. 5.1.5E. INGRESO DE TURISTAS A LA RESERVA NACIONAL DE PARACAS, 2002 – 2008.



FOTO 1.- Buque gasero acoderado en plataforma Plus Petrol
Fuente: Informe Integrado Monitoreo ecosistémico. CONAM mayo 2007

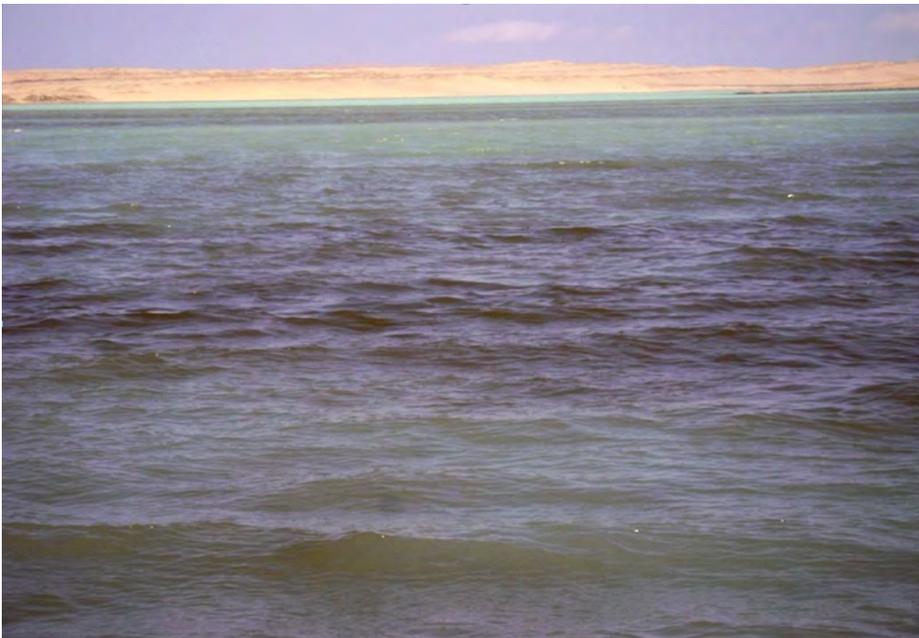


FOTO 2. Floración algal Atenas- Paracas, mayo 2012,
Fuente: IMARPE PISCO.

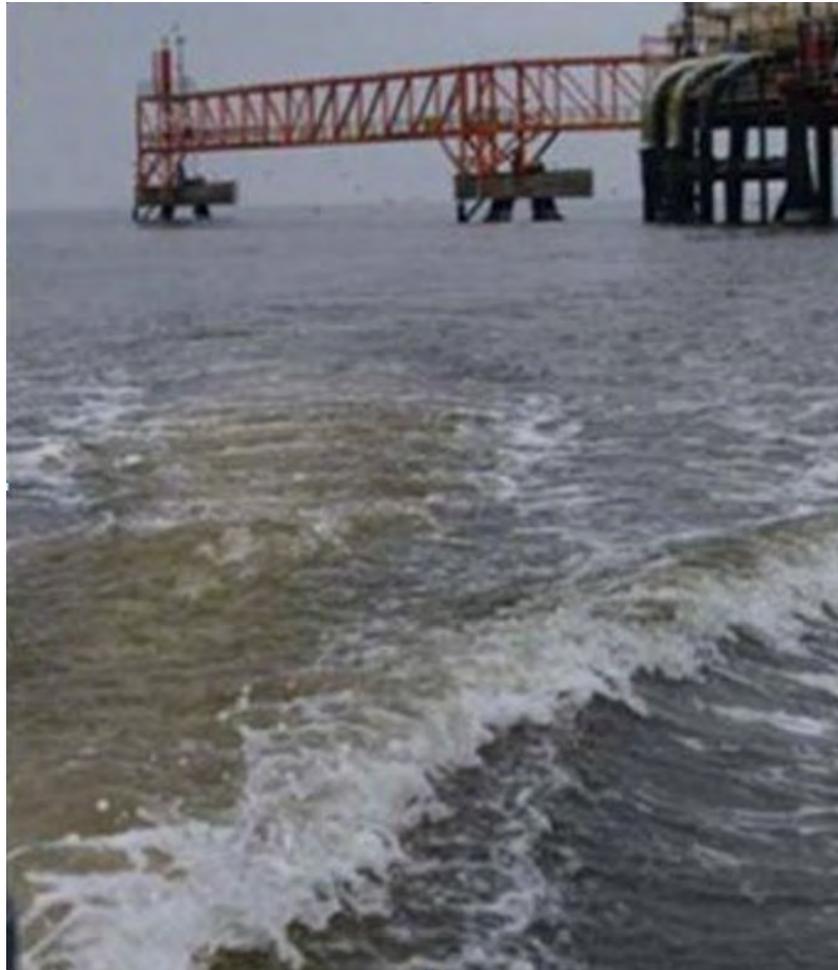


FOTO 3. Discoloración pardo rojiza alrededor de plataforma de carga, Playa Lobería - 28 diciembre 2009.
Cortesía: Plus Petrol,