

COMISION PERMANENTE DEL PACIFICO SUR-CPPS  
PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE-PNUMA

---

Plan de Acción para la Protección del Medio  
Marino y Areas Costeras del Pacífico Sudeste:  
Colombia, Chile, Ecuador, Panamá y Perú

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU  
PUNTO FOCAL NACIONAL DEL PLAN DE ACCION PARA LA PROTECCION  
DEL MEDIO MARINO Y AREAS COSTERAS DEL PACIFICO SUDESTE

**EFFECTOS DE LOS CAMBIOS CLIMATICOS EN LOS ECOSISTEMAS  
COSTEROS Y MARINOS DEL PACIFICO SUDESTE: INFORME DEL PERU**

INFORME DEL GRUPO NACIONAL DE CAMBIOS CLIMATICOS

- NESTOR TEVES (Coordinador Regional)
- RUTH CALIENES
- JORGE ZUZUNAGA
- RENATO GUEVARA-CARRASCO
- CESAR DEL CARMEN
- ELIZABETH CULQUI
- GUSTAVO LAOS
- EDUARDO PEREZ

Lima, Perú 1993



**EFFECTOS DE LOS CAMBIOS CLIMATICOS EN LOS ECOSISTEMAS  
COSTEROS Y MARINOS DEL PACIFICO SUDESTE: INFORME DEL PERU**

**GRUPO NACIONAL DE TRABAJO**

- Néstor Teves (Coordinador Regional)
- Ruth Calienes
- Jorge Zuzunaga
- Renato Guevara-Carrasco
- César del Carmen
- Elizabeth Culqui
- Gustavo Laos
- Eduardo Pérez

**1. ANTECEDENTES**

La Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) como Unidad Coordinadora del Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Areas Costeras del Pacífico Sudeste convocó a una Reunión de Expertos Nacionales en Bogotá, Colombia (1987) para la preparación del informe "Efectos de los Cambios Climáticos en la Región del Pacífico Sudeste", el cual tuvo como punto de partida consideraciones sobre cierta semejanza con los efectos del fenómeno El Niño; los representantes peruanos fueron Manuel Flores (IMARPE) y Luis Acosta (INP).

Se decidió adoptar las recomendaciones de la Reunión de Vilach (1985), considerando un incremento de las temperaturas de 1,5°C y la elevación de 0,20 m en el nivel del mar para el año 2025. Posteriormente, la Secretaría General de la CPPS convocó a la "Reunión de Expertos para preparar la Posición Regional sobre Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente Costero y Marino del Pacífico Sudeste" realizada en Santiago de Chile (1990). Los representantes peruanos en esa oportunidad fueron Liliana de Olarte (Ministerio de Relaciones Exteriores), María Elena Jacinto (IMARPE) y Néstor Teves (FOPCA-UNFV/CONCYTEC). Más recientemente (enero, 1991), se realizó en Santiago de Chile la "Segunda Reunión sobre Cambios Climáticos en los Ecosistemas Costeros y Marinos del Pacífico Sudeste" en la cual participó el Ing. Néstor Teves (FOPCA-UNFV/CONCYTEC). El grupo de trabajo adoptó las recomendaciones de la Reunión de Singapur (1990), considerando un incremento de temperaturas de 2° a 5°C y la elevación del nivel del mar de  $0,65 \pm 0,35$  m para fines del próximo siglo preparándose el informe "Efectos de los Cambios Climáticos en los Ecosistemas Costeros y Marinos del Pacífico Sudeste". En la reunión se designaron Coordinadores Regionales los cuales recibirían el aporte de los Grupos Nacionales de Trabajo. La CPPS ha recibido en el presente año el "Informe Preliminar del Perú sobre Desarrollo y Medio Ambiente en la Costa Peruana", Teves (1991), y el "Informe sobre Desarrollo y Medio Ambiente en el Sector Pesquero" de Neyra et al (1991).

Por otra parte, en julio de 1991 fue constituido el Grupo Nacional de Trabajo (Sección Nacional de la CPPS) encargado de elaborar el informe nacional peruano que se presenta aquí e incluye la evaluación de los impactos por posibles cambios de temperaturas y variaciones del nivel del mar sobre los ecosistemas costeros y marinos de la costa peruana.

## 2. MARCO REFERENCIAL

Los factores naturales más importantes que afectan la zona costera peruana son los afloramientos de aguas frías, la Corriente Peruana y el fenómeno El Niño y entre los factores antropogénicos se tiene la contaminación por desechos domésticos, industriales, pesticidas, minero-metalúrgicos, hidrocarburos, obras civiles, actividad pesquera, etc.

La zona costera con una superficie de aproximadamente el 15% del total nacional continental y marítimo tiene una significativa concentración poblacional y es centro de las principales actividades económicas y sociales del país con tendencia de incremento

El fenómeno El Niño es un evento que puede brindar a escala limitada una pauta de los cambios climáticos globales y regionales. Los registros de este fenómeno datan desde 1541, habiendo sido sus efectos más drásticos en 1891, 1925-26, 1972-73 y 1982-83. Evidencias arqueológicas indicarían que el evento causó efectos catastróficos en los años 500 y 1100 D.C. y estudios geológicos recientes encontraron en Ica bancos de cantos rodados en una secuencia de diatomitas terciarias señalan que por los menos hace 18 millones de años ocurrió un evento similar. Los cambios producidos por El Niño podrían reflejar algunos efectos de los cambios climáticos globales tales como: derrumbes, huaycos, aumento de arrastres sólidos fluviales, erosión de cauces, inundaciones, vegetación exhuberante en áreas en otras épocas desérticas, sequías en la sierra central y sur, sustitución de especies, mortandad de peces y aves marinas, proliferación de otras especies y efectos socio-económicos drásticos.

### El Medio Marino

En el mar peruano se encuentra una interacción de elementos de orden geológico, físico, químico y biológico. Sus aguas presentan características muy variadas, en superficie predominan las aguas templadas con temperaturas aproximadamente 7°C menores de lo que debería corresponderle de acuerdo a la latitud en la que se encuentran. En esta característica influye la Corriente Peruana que se desplaza de sur a norte y los afloramientos de aguas subsuperficiales que determinan su altísima productividad al suplir de nutrientes a la capa superficial, aprovechadas por el fitoplancton, eslabón inicial de la cadena de vida en el mar.

La Corriente Peruana presenta dos ramales: la Corriente Peruana Oceánica que se enlaza con el ecosistema de corrientes del Pacífico sur y la Corriente Peruana Costera que fluye paralela a la costa. La Corriente Peruana Costera desplaza  $6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{seg}$ , sus temperaturas son menores de 23°C con salinidades próximas a 35 o/oo y aguas de color verde debido a su alta productividad. Las aguas de afloramiento o Aguas Costeras Frías tienen temperaturas entre 13°-17°C, salinidades de 34,8-35,1 o/oo y son ricas en nutrientes lo cual favorece su alta productividad biológica y pesquera.

La Corriente Peruana Oceánica desplaza  $8-9 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{seg}$ , con temperaturas mayores de  $23^\circ\text{C}$ , salinidades mayores de 35,1 o/oo y de color azulado debido a la escasez de materiales en suspensión que indica su baja productividad. Las aguas oceánicas del oeste, corresponden a Aguas Subtropicales Superficiales y las aguas que fluyen de norte a sur a las Aguas Ecuatoriales Superficiales y Aguas Tropicales Superficiales. El frente ecuatorial o encuentro entre estas aguas y las aguas costeras frías tiene fluctuaciones con los desplazamientos espacio-temporales en el norte del Perú que influyen grandemente en la producción biológica ( $06^\circ-09^\circ\text{S}$ ) especialmente durante el desarrollo del fenómeno El Niño.

### **Los Recursos Renovables**

En un corte transversal, el escenario marino muestra: un dominio pelágico o superficial, un dominio bentónico o de profundidades medias y uno abisal con mayores profundidades, determinado por la plataforma, talúd continental y la fosa en la que los recursos principalmente pesqueros se distribuyen también diferenciadamente en el eje vertical: pelágicos, de agua media demersales y abisales.

Las masas de agua que conforman el sistema de circulación en el mar peruano presentan variables físicas y químicas diferentes (temperaturas, salinidades, oxígeno disuelto, nutrientes) constituyendo habitats característicos en los que se distribuyen y concentran diferencialmente las poblaciones de recursos principalmente pelágicos como la anchoveta, sardina, jurel y caballa.

Las estadísticas de la pesquería peruana en 40 años (1957-87) según la información del IMARPE indican un total acumulado de 173'600,000 TM, del cual el rubro "pescados" acumuló 172'950,000 TM (99,6%) con 4'320,000 TM de promedio por año. A su vez, el grupo de "pelágicos" acumuló 168'100,000, el 98%, con 4'200,000 TM de promedio anual, en el cual la anchoveta con 137'200,000 TM para ese período, significó el 79% de los desembarques, y la sardina con 25'250,000 TM acumulados el 14,5%. Los promedios anuales de desembarques fueron 3'470,000 y 630,000 TM respectivamente.

Las cifras indican en el análisis a largo plazo, que los desembarques de la pesquería peruana han estado sustentados virtualmente por dos especies: anchoveta y sardina. Completan el panorama otros grupos de menor nivel como los "demersales" con 2'460,000 TM acumuladas (1,4% del total nacional) y 61,000 TM anuales. Los "recursos costeros" con 1'460,000 TM acumuladas (0,8%) y 36,000 TM promedio por año. Otros grupos constituidos por quelonios, crustáceos, moluscos, equinodermos, mamíferos menores y vegetales acumularon en conjunto aproximadamente 700,000 TM (0,4%), Flores (1990).

### **Los Recursos no Renovables**

Los recursos no renovables de los océanos incluyen los minerales disueltos, una reserva de agua dulce, el petróleo, minerales metálicos y no metálicos; además, el océano es una fuente de energía.

El recurso no renovable más importante de los fondos marinos del mar peruano es el petróleo que alcanza una producción de 23,500 barriles diarios. En la plataforma continental peruana las cuencas sedimentarias Tumbes-Progreso y Sechura en su prolongación submarina son gasíferas, la cuenca Talara está en explotación por petróleo y la cuenca Salaverry ha sido perforada por dos pozos presentando indicios de hidrocarburos.

Respecto a otros minerales se ha señalado la presencia de ilmenita frente a Tumbes, zircón en Lima, nódulos fosfatados en la bahía de Sechura y frente a Nazca y nódulos de manganeso al sur de la Dorsal de Nazca. El potencial de estos minerales no se conoce (Tevez, 1990).

### **La Contaminación en el Mar Peruano**

Frente al Perú las principales actividades con efectos de contaminación en el mar provienen de fuentes terrestres: industria, agricultura, pesquería, actividades mineras, descargas domésticas y del transporte marítimo. La contaminación marina por fuentes de origen terrestre y marítimo es aún muy localizada pero con tendencia a incrementarse, las áreas actualmente afectadas se muestran en la figura 2. En los puertos de Callao y Talara existe intensa contaminación por hidrocarburos de petróleo, por metales de relaves mineros en Ite, Ilo y contaminación microbiológica en playas de Lima.

Los estudios de contaminación por sustancias químicas en especies hidrobiológicas marinas se iniciaron en el país en 1970 por problemas en las exportaciones de pez espada y atún en conservas que eran devueltas al país por su alto contenido de mercurio. El Instituto de Salud Ocupacional se encargó del estudio a lo largo de todo el litoral, los resultados demostraron que solo los peces de características migratorias presentaban contenidos altos de mercurio, más no los de consumo directo, señalando que la contaminación no se producía en aguas peruanas sino en otros mares (Bouroncle, 1971). En 1977, la CPPS solicitó al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) asistencia en la preparación de un Plan de Acción para combatir la contaminación marina en el Pacífico Sudeste.

En 1979, se aprobó la inclusión del Pacífico Sudeste en el Programas de Mares Regionales del PNUMA, iniciándose en 1980 con la formación de un grupo de trabajo que reunía a instituciones nacionales que estudiaban la contaminación marina. En 1981, una comisión de expertos de los países participantes realizó una evaluación y diagnóstico de la situación en el Pacífico Sudeste (Guillén, 1981), el informe resultante sirvió para fijar áreas críticas en las que se debía trabajar con prioridad.

Las investigaciones iniciales del IMARPE enfocaron el problema de la contaminación por metales pesados y por descargas domésticas. En el área de Callao se identificaron tres focos principales de contaminación: aguas procedentes del río Rímac, rada interior del puerto y del área frente al muelle de Guerra-Camotal, con altas concentraciones de cobre, hierro y plomo en la superficie del mar (Guillén et al, 1978). Por otro lado, los resultados en la bahía de Ite, Ilo por contaminación de relaves mineros dieron un rango de 1360-3725 ppm de cobre para el área comprendida entre la línea costera y los 0,2 km y de 9 a 910 ppm para la franja de 3-43 km (Guillén, 1985).

Al iniciarse la fase operativa del Plan de Acción para la Vigilancia y Protección del Medio Marino y Zonas Costeras del Pacífico Sudeste (1984) se constituyó al Punto Focal Peruano siendo el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) la entidad coordinadora de las actividades sobre contaminación de las instituciones miembros. En metales pesados se creó una "Red de Vigilancia de Contaminación por Metales Pesados en Moluscos Bivalvos como Bio-indicadores" que se asignó a la Facultad de Oceanografía y Pesquería de la Universidad Nacional Federico Villareal. En el desarrollo de este programa para el período 1981-89 se encontró que los valores de mercurio estaban por debajo del límite permisible, pero observándose que existe una tendencia creciente en los moluscos. Así, en el caso del cobre, sí se considera el límite de 10 ug/g, se reportan para peces valores por debajo de ese límite de 1970 a 1980, no así en la década del 80, lo mismo ocurre con los moluscos que han sobrepasado el valor límite (Echegaray, 1988). El cadmio también tiene tendencia a incrementarse en la última década, los valores están muy por encima del valor de 0,05 ug/g que algunos países han fijado como límite permisible.

Los estudios de los hidrocarburos de petróleo son efectuados por IMARPE desde 1980, los primeros resultados indican valores de hidrocarburos disueltos en aguas costeras frente a Callao en un rango de 0,07-4,58 ug/l en unidades de criseno (Jacinto y Contreras, 1990). Lamentablemente aún no se han efectuado estudios sobre contaminación por plaguicidas y se considera necesario subsanar esta deficiencia desde que el Perú es un país en el que existe agricultura de productos que se industrializan.

La contaminación microbiológica, procedente de descargas de desechos domésticos en el mar peruano también es un aspecto que debe profundizarse, el problema ha cobrado mayor magnitud por la ocurrencia del cólera en 1991. Guillén et al (1980), señalan que las descargas de este origen que comprenden aguas sin tratamiento o con tratamiento insuficiente constituyen el 98% del total de descarga en todas las ciudades costeras, correspondiendo a Lima y Callao el 93%. La DBO reportada en esa oportunidad que fue de 79,000 t/año.

## CAPITULO I

### ASPECTOS FISICOS DE LOS CAMBIOS CLIMATICOS

La radiación solar es la principal fuente de energía de nuestro planeta. Los continentes, mares, océanos y atmósfera absorben esta radiación solar de acuerdo a su ubicación latitudinal y como consecuencia de la interacción océano-atmósfera se originan los estados del tiempo y climas. Sin embargo, ocurren cambios climáticos a escala geológica que involucran miles o millones de años y cuyas causas son discutidas por los científicos, entre ellas, las variaciones de la posición del planeta, actividad de las manchas solares, actividad volcánica o el contenido de dióxido de carbono en la atmósfera, etc. En la actualidad, nos hallamos en una época postglacial que para las latitudes bajas y medias empezó hace unos 18,000-20,000 años, con una elevación paulatina de las temperaturas y del nivel del mar por fusión de los hielos glaciares. Esta época siguió a una glaciación que ha sido denominada Würm o Wisconsin, en la cual las temperaturas fueron más bajas, el nivel del mar descendió alrededor de 100 m y los hielos glaciares se extendieron alcanzando espesores de 3,000 - 4,000 m.

La temperatura media superficial en el mundo ha aumentado de 0,3° a 0,6°C en los últimos 100 años, con la ocurrencia de los cinco años más calurosos del planeta en la década 1980-90. Se ha señalado como causa de esta aceleración térmica a las emisiones que resultan de las actividades humanas y que originan el incremento de las concentraciones en la atmósfera de los "gases de invernadero", tales como dióxido de carbono, metano, clorofluorocarbonos y óxido nitroso.

El calentamiento global afectará profundamente los ecosistemas de nuestra zona costera y mar territorial, sin embargo, las consecuencias no pueden ser estimadas en su verdadera magnitud. Cualquier cambio en el clima y el nivel del mar afectarán en muchos aspectos el ambiente marino. La temperatura, salinidad, las corrientes marinas, la turbulencia, características de oleaje y las frecuencias de tormentas pueden llegar a alterarse. Las inundaciones, junto con los maretazos y las erosiones reducirían la franja costera y sus hábitats.

La intrusión marina combinada con efectos climáticos tales como el decrecimiento de la escorrentía podrían alterar la salinidad de los estuarios y por ende afectar sus ecosistemas. Así mismo, los problemas de contaminación podrían intensificarse por los cambios en el clima atmosférico y marino. Los modelos de simulación de los efectos del calentamiento global sobre la circulación atmosférica hacen suponer que habrán cambios significativos. Un grado de aproximación de los cambios en la circulación de la atmósfera puede ser obtenido de los períodos cálidos ocurridos en el pasado. Algunos científicos han analizado los cambios climáticos y la circulación atmosférica para años fríos y cálidos durante el siglo XX, desarrollando algunos escenarios para el diagnóstico y que definen las principales características del cambio climático (Tabla 1).

En términos generales, las variaciones de temperatura serán de mayor magnitud hacia los polos y menores hacia el ecuador. Para zonas de latitudes bajas, se estima un calentamiento de 2,5°C que generaría un incremento entre 2 a 2,5°C en verano y de 3 a 3,7°C en invierno. A nivel mundial, regional y nacional es muy difícil predecir en detalle como el ambiente costero responderá al calentamiento global; sin embargo, se acepta que las consecuencias probables serán de gran alcance afectando en diferentes aspectos.

**Tabla 1. Variación de Parámetros en relación a Escenarios**

Parámetros	Escenario favorable	Escenario medio	Escenario desfavorable
Temperatura	1,5°C	3,0°C	4,5°C
Prom.de elevación del mar	35 cm	60 cm	85 cm
Prom. de elevación alta	40 cm	65 cm	90 cm
Prom. de elevación baja	30 cm	55 cm	80 cm
Fuerza del viento	- 10%	0	10%
Dirección del viento	- 10%	0	- 10%
Precipitaciones			
- verano	5%		
- invierno	2%		
Evapotranspiración			
- verano	5%	10%	15%
Descarga del río			
- verano	0%	- 5%	- 10%
- invierno	0%	5%	10%

Inf. PNUD (1988)



## CAPITULO II

### CARACTERIZACION DE LA ZONA COSTERA DE LA REGION DEL PACIFICO SUDESTE

El Pacífico Sudeste se halla constituido por Colombia, Chile, Ecuador, Panamá y Perú. La región del Pacífico SE, se extiende entre los 9°N y los 57°S y tiene una amplitud variable. Esta extensión latitudinal le otorga a la región gran variedad de condiciones climáticas y geomorfológicas que la hace particularmente compleja.

El perfil litoral es suave, mostrando accidentes como los Golfos de Panamá y Guayaquil. A los 42°S la morfología costera cambia presentando gran número de fiordos, archipiélagos, islas y bahías que conforman los llamados Canales del Sur de Chile. La región está atravesada por numerosos ríos de corta trayectoria pero torrentosos que llevan las aguas de los Andes al Pacífico, arrastrando gran cantidad de sedimentos que se depositan en una plataforma continental de extensión variable con ancho promedio de 17 km en Panamá, 24 km en Colombia, 28 km en Ecuador, 42 km en Perú, disminuyendo a 6,5 km en Chile.

El clima de la región es muy variable entre Panamá y parte del Ecuador las temperaturas oscilan entre 23 y 28°C (Gallardo, 1984), mientras que las lluvias en algunas áreas alcanzan hasta 10,000 mm/año como ocurre en la cuenca del río San Juan de Colombia. Entre la parte sur del Ecuador y norte del Perú (05°S), la temperatura promedio es de 20 a 25°C mientras que las lluvias oscilan alrededor de 1000 mm/año.

Entre los 05°S en Perú hasta los 20°S en el norte de Chile, las temperaturas alcanzan 15 a 20°C y las precipitaciones no pasan de 20 mm/año, encontrándose inclusive áreas con ausencia de lluvias. En Chile, entre los 20 y 30°S el clima desértico se mantiene y las precipitaciones alcanzan 160 mm/año al sur de esa zona. Entre los 30 y 50°S el clima es templado, las temperaturas disminuyen gradualmente de 18 a 13°C, mientras que las lluvias van aumentando hasta 3000 mm/año.

Desde los 50°S el clima se torna frío y lluvioso con temperatura promedio de 6° a 7°C y 5000 mm/año de precipitaciones. Estas características climáticas originan una amplia gama de climas: cálido, tropical, húmedo, templado, frío y de nieves perpetuas.

#### LA COSTA PERUANA

La costa peruana es una franja que corre paralela al litoral y se eleva desde cero hasta los 500 m.s.n.m.; comprende varios paisajes tales como los valles fluviales que en número de 53 principales la recorren transversalmente de este a oeste; los desiertos interfluviales, dispuestos entre los valles que comprenden subpaisajes como planicies o pampas, cerros y quebradas secas; el bosque seco del desierto costero del norte, que se extiende desde la frontera con el Ecuador hasta el sur del departamento de Lambayeque. Así mismo incluye el ecosistema de manglares ubicado en el litoral del extremo norte del departamento de

Tumbes es muy pequeño pero único en su género en el Perú y el ecosistema de "lomas" ubicado en las estribaciones andinas más próximas al mar.

La costa peruana se sitúa entre los paralelos de 03°23' y 18°20' de latitud sur. La línea de costa tiene una longitud de 3080 km. La región de la costa, no obstante de ser la menos extensa del territorio nacional, concentra la mayor parte de la población teniendo a Lima Metropolitana como el centro de mayor importancia con el 27,2% de la población nacional, con proyecciones de alcanzar 13'000,000 de habitantes para el año 2,000.

## **GEOMORFOLOGÍA**

Se distinguen tres zonas características en la costa peruana: la primera comprendida entre la frontera con el Ecuador y Punta Aguja (Península Illescas) que es mayormente árida, los escasos ríos discurren por un curso más largo que en las otras zonas; la segunda entre Punta Aguja y Pisco, reconocida por una gran escotadura en la línea de la costa donde la estrecha franja costera es cortada por valles transversales más cortos, con áreas cultivadas en ambos márgenes de los ríos, y la tercera desde Pisco hasta el Morro Sama, no muy distante de la frontera con Chile, presenta una costa árida con cerros escarpados y acantilados próximos al litoral, que se denomina Cordillera de la Costa. Schweigger (1964), al reconocer estas zonas de diferentes características geomorfológicas las denominó zonas norte, centro y sur.

La costa peruana está constituida por sedimentos fluvio-aluviales principalmente, que se presentan como terrazas fluvioaluviales o como conos de deyección (Teves, 1976). Tapizando grandes áreas se encuentran mantos arenosos de transporte eólico que se extienden a manera de abanicos desde las playas en la línea de costa hacia el interior del continente alcanzando a veces distancias mayores de 60 km (Gagliano y Teves, 1970). Los sedimentos marinos en la costa alcanzan mayor importancia en la zona norte, constituyendo terrazas marinas o "tablazos"; en menor extensión se encuentran en la zona sur, siendo notable en San Juan la presencia de 27 plataformas de abrasión marina y/o terrazas marinas, entre los 0 y 800 m.s.n.m. constituyendo una de las áreas de más rápido levantamiento en el mundo (Macharé, 1987 y Hsu, 1988) que ha sido relacionada con la Dorsal de Naza (Teves, 1973). La Cordillera de la Costa está constituida por rocas eruptivas y metamórficas antiguas, bordea la línea costera en la zona sur con hundimiento en el Océano Pacífico frente a la zona centro, conformando un pilar tectónico en el borde externo de la plataforma continental y reapareciendo en el Cerro Illescas y Montes Amotapes, con dirección oblicua al litoral de la zona norte.

## **NEOTECTONICA**

El factor tectónico se considera dentro de la problemática del ascenso de los niveles del mar previstos como consecuencia de los cambios climáticos. Los movimientos tectónicos verticales de la zona costera pueden acentuar y/o mitigar los efectos de las variaciones del nivel del mar de origen climático. La relación entre el borde occidental de Sudamérica y la placa de Nazca está produciendo una activa neotectónica cuaternaria. Los rasgos superficiales y someros en el litoral permiten reconocer procesos de epirogénesis, subsidencia, fallamiento, magmatismo, variaciones eustáticas, erosión y deposición.

Las tres zonas geomorfológicas de la costa peruana se ratifican desde el punto de vista geotectónico por la presencia de las Deflexiones de Huancabamba y de Abancay que las limitan. En la zona norte, la orientación oblicua de los Montes Amotapes (prolongación septentrional de la Cordillera de la Costa), el drenaje en contrapendiente y el levantamiento de las terrazas marinas indicarían una relación probable con la Dorsal de Carnegie.

En la zona central ocurre predominantemente subsidencia, así en el área de Lima, se han acumulado de 400 a 600 m de sedimentos detríticos subsidentes. En la zona sur las 27 plataformas de abrasión marina, como escalones en la bahía de San Juan, el drenaje contrapendiente de las terrazas altas probablemente por basculación, el alineamiento de las cuencas fluviales en el departamento de Ica y otros rasgos indican que el área se levanta excepcionalmente en relación a la asísmica Dorsal de Nazca (Teves, 1973).

## **EROSION DE LA ZONA COSTERA**

La erosión y la acreción son los principales procesos que influyen en las variaciones de la línea de costa. Las variaciones del nivel del mar estimadas para el próximo siglo por el cambio climático global, además de otros fenómenos meteorológicos producirán efectos que se pueden vislumbrar con aquellos que se presentan con el fenómeno El Niño. Durante la ocurrencia del evento de 1982-83 grandes olas y la elevación del nivel del mar en unos 0,40 m provocaron el retroceso de la línea de costa, inundación de grandes secciones de tierras bajas, erosión de grandes áreas costeras, destrucción de estanques para la crianza de langostinos, destrucción de comunidades de moluscos y de infraestructura costera y la desaparición de algunas comunidades pesqueras.

La socavación de los lechos de los ríos en la zona norte fue muy importante especialmente la del río Piura que se midió mensualmente, alcanzando 5 m de profundidad y 90 m de ancho en la máxima crecida del río. La erosión de 10 km del lecho del Río Piura proporcionaría la cantidad de sedimentos requeridos para constituir una cresta o cordón litoral de unos 15 km de largo.

Al norte de las desembocaduras de los ríos Chira, Piura y Santa se han formado un gran número de estos cordones litorales durante el Holoceno (últimos 10,000 años). En 1983, el Río Jequetepeque transportó más de treinta millones de metros cúbicos de sedimentos que fue veinte veces mayor que el promedio transportado en años normales.

## **LAS AREAS INUNDABLES POTENCIALES**

La elevación del nivel del mar estimada en un metro para fines del próximo siglo afectaría algunos centros poblados, la acuicultura, minas, actividades de algunos puertos, turismo, etc (Tabla 2). Entre los centros urbanos más importantes que serían afectados se tiene en Lima la zona comprendida entre La Punta - Chorrillos (Costa Verde) y Villa, el área de Chimbote, y en el noroeste centros poblados más pequeños como Zorritos, Cabo Blanco, Matacaballo y Parachique.

Entre los centros turísticos podemos mencionar Playa Hermosa, Puerto Pizarro y Playa Helí en Tumbes que comprenden los ecosistemas de playas, esteros y manglares. Más al sur se

tiene a Zorritos, Punta Sal, Cabo Blanco, Bahía de Sechura. También podrían ser afectadas las minas de sal de Lambayeque y de Pampa Salinas en Huacho. Así mismo la mina de fosfatos de Bayovar se halla en una de las depresiones gigantescas de deflacción que están a cotas superiores a los 30 m bajo el nivel del mar.

Los puertos de Paita e Ilo presentan infraestructuras que podrían ser afectadas por una elevación del nivel del mar de un metro. Los puertos de Salaverry, Chimbote, Callao y Pisco podrían sufrir el reforzamiento de la dinámica marina.

**TABLA 2. AREAS INUNDABLES POTENCIALES DE LA COSTA PERUANA POR ELEVACION DE UN METRO DEL NIVEL DEL MAR EN EL PROXIMO SIGLO**

LUGAR	LATITUD	AREA INUNDABLE (km <sup>2</sup> )	POBLACION AFECTADA	USO DE TERRENOS
Tumbes	03°23'-03°37'S	56	cientos	Acuicultura y Turismo
Zorritos	03°40'S	3	cientos	Urbano y Turismo
Salinas de Talara	04°40'-04°42'S	8	mínima	Eriazos
Río Chira	04°54'-04°57'S	4	mínima	Eriazos
Colán	05°01'-05°03'S	2	mínimo	Acuicultura y Turismo
Bahía de Sechura	05°29'-05°44'S	12	miles	Eriazos y pequeños centros
Estuario de Virrilla	05°47'-05°49'S	4	mínimo	Acuicultura
Lobos de Tierra	06°08'-06°25'S	735	mínimo	Eriazos y Mina Bayóvar
Guañape (Valle Virú)	08°24'-08°26'S	7	mínimo	Eriazos
Pampa de Composición	08°29'-08°30'S	3	mínimo	Eriazos
Pampa Compositan	08°35'-08°40'S	20	mínimo	Eriazos
Salinas	08°47'S	4	mínimo	Eriazos
Chimbote	09°02'-09°04'S	2	miles	Urbano
Pampa Medio Mundo	10°55'-10°56'S	2	mínimo	Eriazos y Acuicultura
Punta Atahuanca	10°57'-10°59'S	2	mínimo	Eriazos
Pampa de Salinas	11°17'-11°20'S	30	mínimo	Mina de Sal
Punta Chorrillos	12°04'-12°10'S	4	miles	Urbano
Villa	12°12'-12°13'S	2	miles	Urbano
Pisco	13°42'-13°43'S	4	cientos	Urbano y Turismo
Río Tambo	17°07'-17°10'S	6	mínimo	Eriazos (pantanos)

## CAPITULO III

### IMPLICACIONES DE LOS CAMBIOS CLIMATICOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS MARINOS DEL PACIFICO SUDESTE

En el mar peruano se pueden identificar 4 zonas bio-geográficas bien definidas:

- a) La zona de aguas templadas, influenciada por la Corriente Peruana Costera que tiene fluctuaciones de flujo en forma de meandros y una orientación predominante de sur a norte a lo largo de toda o gran parte de la costa peruana (Zuta y Guillén, 1970) constituyendo una de las zonas más productivas del mundo,
- b) La zona de aguas tropicales entre  $03^{\circ}25'$  y  $04^{\circ}S$  con una fauna similar a la que existe desde la Península de California,
- c) La zona intermedia entre las dos anteriores, donde existe variación de la influencia de aguas templadas y de aguas tropicales entre los  $04^{\circ}$  y los  $07^{\circ}S$  y por lo tanto con especial diversidad biológica,
- d) La zona oceánica hasta las 200 millas del dominio marítimo peruano, con aguas cálidas y una fauna de grandes nadadores ubiquistas.

El mar peruano es muy variado en especies, un gran número de las cuales son de importancia económica, tales como unas 30 especies de mamíferos (pinnípedos y cetáceos), 800 de peces y muchas variedades de aves, especialmente las guaneras o productoras de guano de islas (pelicano, guanayas, piqueros y pingüinos), numerosos invertebrados (moluscos y crustáceos) y algas marinas.

La distribución característica de las poblaciones de anchoveta y sardina con predominancia de anchoveta en las aguas costeras y de sardina en el límite de estas con las aguas oceánicas cambió desde El Niño 1972-73 a partir del cual, la sardina ha reemplazado gradualmente a la anchoveta en el área de afloramiento (Zuzunaga, 1985). El evento de 1982-83 alteró el sistema de corrientes superficiales, el afloramiento costero y ecuatorial, el régimen de vientos, características hidroquímicas, fauna marina y actividad pesquera. En la pesca hubo ausencia de ciertas especies como anchoveta, redistribución de otras especies como la merluza y surgimiento de nuevas poblaciones de explotación comercial como langostinos y conchas de abanico.

## ECOSISTEMAS PELAGICOS

### Características Ecológicas del Ecosistema de Afloramiento Peruano

La Corriente Peruana, que discurre de sur a norte frente a las costas del Perú, está asociada a persistentes afloramientos que acarrearán aguas frías ricas en nutrientes del fondo hacia la zona eufótica, donde son fotosintetizados. Estos afloramientos explican la elevada productividad primaria que caracteriza estas aguas, con valores que sobrepasan los 800 mg c/m<sup>3</sup>/día (Guillén y Calienes, 1981) y que sustentan una de las pesquerías importantes del mundo.

Las temperaturas medias máximas (promedio de 32 años) de las aguas superficiales para el área 04°-14°S se dan en el mes de marzo y las mínimas en el mes de agosto coincidentes con los dos períodos en que el sol se sitúa verticalmente. A nivel de macroescala, es posible observar una marcada estacionalidad en una serie de parámetros ambientales como el índice de oscilación del sur, presión atmosférica, nubosidad, fuerza del viento, etc (Bakun, 1987).

Por otro lado, se observa también marcada variabilidad interanual, superpuesta a la variabilidad estacional, dentro de la cual sobresalen los eventos ENSO (El Niño - Oscilación del Sur).

Los efectos catastróficos producidos por El Niño en los diferentes componentes del ecosistema de afloramiento y la rápida recuperación posteriormente al evento, muestra un ecosistema con un elevado grado de resiliencia.

Los eventos ENSO son parte integrante de este ecosistema y los organismos se han adaptado a él desarrollando múltiples estrategias de vida para la supervivencia. Al parecer, ha sido la intervención humana muy intensa la que habría provocado que una población en explotación, la anchoveta, clave para el ecosistema, no haya podido retornar a su estado inicial y nos encontremos actualmente frente a un ecosistema en proceso de transición a un nuevo estado (Tsukayama y Santander, 1984, Carrasco et al, 1991).

### Distribución y Abundancia de los Principales Componentes Bióticos del Ecosistema

#### El Fitoplancton

La biomasa fitoplanctónica en la costa peruana normalmente es alta, presentando volúmenes promedio mayores de 3 ml/m<sup>3</sup>, pero cuando se producen eventos ENSO, se encuentra que los promedios bajan a valores menores de 1 ml/m<sup>3</sup> (Rojas de Mendiola, et al, 1985).

En épocas normales el fitoplancton está constituido principalmente por diatomeas, las mismas que se distribuyen a lo largo de la costa y en su mayoría hasta las 60 millas; fuera de ella el fitoplancton está representado por dinoflagelados. En años ENSO, las diatomeas se distribuyen dentro de las 10 millas y los dinoflagelados propios de aguas calientes se acercan generalmente hasta las 10 milas de la costa. La composición del fitoplancton también varía, en años considerados "normales" la predominancia está dada por diatomeas como: *Schroderella delicata*, *Thalassionema nitzchiodes*, *Skeletonema costatum*, *Asterionella*

*japonica*, *Chaetoceros* y dinoflagelados como: *Ceratium furca*, *Protoberidinium obtusum*, etc. En épocas consideradas anormales, se presentan otras especies como: *Thalassiosira partheneia*, *Rhizosolenia temperei*, *R. castracanei*, *Streptotheca tamensis* y *Biddulphia sinensis*. Dentro de los dinoflagelados: *Ceratium breve*, *C. extensum*, *C. longirostrum*, *C. trichoceros*, *Ceratocorys horrida*, *Ornithocercus magnificus*, *O. quadratus*, *O. steinii* y *Protoberidinium elegans*.

### Zooplancton (Holoplanton)

En condiciones normales, la distribución del zooplancton frente al Perú, varía estacionalmente y latitudinalmente en las áreas neríticas. Estacionalmente, en otoño e invierno se registran las menores biomásas alcanzando mayores valores en primavera y los máximos durante el verano.

La distribución latitudinal del zooplancton está relacionada inversamente con la extensión de la plataforma continental donde los mayores valores de biomasa se ubican en las áreas con plataforma más reducida, sugiriendo una mayor concentración de organismos con la mayor profundidad del área (Santander, 1981). En estas áreas, se presentan los organismos holoplanctónicos de gran tamaño y mayor concentración como eufásidos, quetognatos, doliolos, salpas, etc. Otros organismos de menor tamaño como meroplanctónicos, presentan sus mayores densidades en áreas más costeras (Tsukayama y Santander, 1984).

Entre las principales especies características de las condiciones de "normalidad" están los copépodos: *Calanus chilensis*, *Eucalanus inermis*; el eufásido: *Euphausia mucronata* y el anfípodo: *Ampelisca gibba*.

Durante el evento ENSO 1982-83 se observaron cambios en la biomasa, densidad, composición y diversidad del zooplancton. Especies características de aguas oceánicas se presentan muy cerca de la costa, como por ejemplo los copépodos: *Acrocalanus gracilis*, *Ischnocalanus plumulosus*, *Euchaeta marina*, *Scolecithrix abissalis*, *Farranula gracilis*, *Oncaea conifera*; los quetognatos: *Sagitta regularis* y *S. bedoti*.

Otras especies de copépodos, indicadores de aguas cálidas, (Carrasco, com pers.) son: *Rhincalanus cornutus*, *R. nasutus*, *Centropages furcatus*. También se presentaron especies de sifonóforos y eufásidos típicos de aguas subtropicales superficiales, entre los que se encuentran especies carnívoras, que podrían haber tenido un efecto depredador sobre otros componentes del zooplancton.

### Peces Pelágico Neríticos y Pelágico Oceánicos

Hasta antes de la década de los 70, el subsistema pelágico nerítico era dominado por una sola especie: la anchoveta (*Engraulis ringens*) con una biomasa del orden de los 20 millones de toneladas. Posteriormente al colapso, su nivel poblacional ha oscilado entre los 2 y 4 millones de toneladas. Al mismo tiempo, se ha observado un nuevo balance poblacional con

un notable incremento de la biomasa de la sardina (*Sardinops sagax*) hasta el orden de las 3 a 4 millones de toneladas (Zuzunaga, 1985).

Paralelamente a la disminución del tamaño poblacional, el área de distribución de la anchoveta también se ha estrechado desde las 60 a 100 millas fuera de la costa, hasta permanecer dentro de las 10 a 20 millas. Al mismo tiempo, el área de distribución de la sardina se ha ampliado hacia la costa.

Otras dos especies importantes, características del subsistema pelágico oceánico son el jurel (*Trachurus picturatus*) y la caballa (*Scomber japonicus*), cuya distribución es circumtropical. Sus biomásas frente a la costa del Perú ha oscilado entre 1-1,5 millones de toneladas, observándose un incremento en los últimos años hasta el orden de los 5 a 7 millones de toneladas.

Este "reordenamiento" del sistema pelágico, observado a través de la evaluación de las principales especies sometidas a explotación y una de cuyas causas sería la sobrepesca de una población clave como la anchoveta, formaría parte de un proceso de estabilización del ecosistema en un nuevo estado de equilibrio. Existen observaciones realizadas en otros ecosistemas (Corriente de California) donde se han producido oscilaciones inversas entre las poblaciones de anchoveta y sardina, como parte de un proceso natural que se ha dado desde miles de años (De Vries y Pearcy, 1982).

Durante un evento "El Niño" los efectos sobre estos recursos son intensos. La anchoveta se desplaza hacia el sur o se profundiza en busca de aguas frías. La sardina soporta mejor los calentamientos leves, sin embargo cuando son intensos, reacciona de forma parecida a la anchoveta. El jurel y la caballa se aproximan a la costa, principalmente en la zona norte, siendo accesibles a las artes de pesca. El efecto sobre la condición biológica de estas especies es negativo, con una tendencia a la disminución del peso corporal sea por stress, falta de alimento o calidad del mismo. Por otro lado, se ha observado que durante los eventos ENSO en que se produce una tropicalización de las condiciones ambientales, especies propias de aguas subtropicales y tropicales "invaden" estas áreas produciendo un efecto temporal de diversificación de la ictiofauna. Durante el evento ENSO 1982-83, se identificaron 51 especies de peces que habían ampliado su área de distribución hasta nuestras costas, de las cuales el 20% fueron pelágicas (Vélez y Zeballos, 1985).

#### Peces Demersales

Los peces demersales ocupan gran parte del área de la plataforma, que a nivel de las 100 brazas tiene una extensión de 26,800 mn. Las mayores concentraciones se encuentran al norte de los 10°S, debido principalmente a los efectos del ramal sur de la Corriente Subsuperficial de Cromwell, que se desplaza de norte a sur y se caracteriza por su alto contenido de oxígeno (Samamé, et al, 1985).

Se ha determinado que la ictiofauna demersal está constituida por más de 140 especies, pero considerando la abundancia relativa, estimada a partir de los datos de la pesquería, son alrededor de nueve de las especies más importantes: *Merluccius gayi peruanus* "merluza", *Prionotus stephanophrys* "falso volador", *Mustelus whitneyi* "tollo", *Paralabrax humeralis*



"cabrilla", *Cynoscion analis* "cachema", *Paralanchurus peruanus* "suco o coco", *Brotula clarkae* "congrío rosado", *Genypterus maculatus* "congrío moreno", *Myliobatis* spp. "rayas". Aunque no todas las especies se desplazan con la misma intensidad, se puede observar un patrón general de movimientos estacionales hacia el sur durante la primavera y el verano y hacia el norte en otoño e invierno (Samamé, et al,1985). Durante los eventos ENSO, las especies se desplazan más al sur de lo normal en relación a la ampliación latitudinal de las aguas cálidas y de las aguas oxigenadas subsuperficiales, de norte a sur, que mejoran las condiciones de alimento en el fondo; al mismo tiempo otros se hacen más costeros, se dispersan o se profundizan. Como consecuencia se ausentan de las áreas tradicionales de pesca, produciendo una disminución en la captura sobre todo de adultos. Al acercarse a la costa son de beneficio para la pesquería costeras local, destinadas al consumo humano directo. Así mismo se produce una diversificación de la ictiofauna sobre la plataforma debido a la inmigración de especies tropicales y subtropicales como rayas, tollos, cazones, castañetas, doncellas, vocadores, etc.

Los efectos sobre la condición biológica de los recursos son variados, observándose disminución en las tallas medias, cambios en el patrón de desove y en los hábitos alimentarios de algunas especies, etc. En el caso de la merluza, componente principal del subsistema demersal por su abundancia, aparentemente se produciría un beneficio a corto plazo, debido a que por efectos de la ampliación del área de distribución, se reduciría significativamente la mortalidad por canibalismo en los más jóvenes, alentando las posibilidades de un buen reclutamiento posterior.

## ECOSISTEMAS BENTONICOS

### Estructura y Diversidad del Bentos de Areas Someras

#### Fondos Duros y Orillas Rocosas

En condiciones de normalidad, las zonas intermareales y submareales someras de orilla rocosa del Perú están dominadas por poblaciones ricas de algas, mitílidos y balánidos que compiten por el espacio disponible. La estructura de la comunidad de flora y fauna parecen estar controladas por los pastoreadores (erizos de mar, chitones y otros gasterópodos) y por depredadores (estrella de mar, cangrejos braquiuros y peces), respectivamente, resultando un balance estable y ausencia o monopolización del espacio por un solo grupo de organismos (Arntz y Tarazona, 1989).

Tanto las asociaciones de mitílidos y las grandes algas pardas, particularmente *Lessonia nigrescens* y en las aguas más profundas los "bosques" de *Macrocystis pirifera*, proveen muchos nichos y refugios para numerosas especies asociadas. Cerca de 150 especies animales viven asociadas a los rizoides de *Lessonia* spp y más de 90 especies están asociadas a las comunidades dominadas por los bivalvos *Semimytilus algosus* y *Perumytilus purpuratus*.

Durante el evento ENSO 1982-83, el balance entre los diferentes componentes del fondo duro fue destruído. La mayor parte de los cambios parecen haber sido causados por una combinación de altas temperaturas, cambios en el nivel del mar, un oleaje creciente y las interacciones biológicas que resultaron del impacto de estas perturbaciones físicas. En la

primera fase del evento se produjo una mortalidad masiva de especies clave que condujo a un empobrecimiento general de las comunidades en todos los aspectos. Esta alteración fue acompañada por la inmigración de depredadores desde aguas tropicales. Posteriormente a la mortandad masiva de los ocupantes del sustrato rocoso y ante la ausencia de herbívoros, las algas monopolizaron todo el espacio disponible.

La recuperación de los diferentes grupos tomó entre 2 y 3 años o más. La recolonización de *Semimytilus algosus* empezó un año después de la retracción del ENSO; y el de toda la comunidad intermareal tomó más de dos años. En las zonas submareales las algas pardas sufrieron altas mortalidades al igual que la fauna asociada a sus rizoides. Después de la retracción del ENSO, la recuperación comenzó luego de tres años.

### Fondos Blandos

Los habitats de fondo incluyen playas arenosas intermareales, zonas submareales y los fondos de lodo de la zona de mínimo oxígeno.

Las comunidades de playas arenosas están conformadas por un limitado número de especies macrobentónicas (alrededor de 30), aunque frecuentemente tienen altas densidades poblacionales y altas biomásas. Las especies más importantes son los bivalvos *Mesodesma donacium*, *Dona peruvianus* y el crustáceo *Emerita analoga*. Durante el ENSO 1982-83, estas poblaciones sufrieron altas mortalidades y sus densidades poblacionales padecieron una brusca disminución. En el caso de *M. donacium*, la especie desapareció de la zona central del Perú.

Las comunidades del fondo de profundidades moderadas, frecuentemente afectadas por condiciones de hipoxia, respondieron de manera diferente. Con la aparición del ENSO 1982-83, las condiciones de oxígeno en el fondo mejoraron notablemente y permanecieron altas hasta mediados del año 1984. La densidad y biomasa de las comunidades se incrementaron y se produjo tanto un desarrollo de los organismos autóctonos de la comunidad de fondo como una invasión de especies de aguas tropicales y oceánicas.

### Invertebrados Neríticos. Efectos sobre los Organismos Bentónicos.

En períodos normales, los cangrejos natatorios o jaibas tienen una distribución en aguas tropicales, al norte de los 05°S. Sin embargo durante los eventos ENSO, invaden casi todo el litoral conjuntamente con la penetración de aguas cálidas. Especies como *Euphyllax robustus*, *E. dovii*, *Portunus acuminatus*, *Callinectes arcuatus* (llegó hasta el norte de Chile) y *Arenaeus mexicanus* estuvieron presentes durante el ENSO 1982-83. Estos cangrejos natatorios, básicamente depredadores, se alimentaron de organismos tanto de fondos duros (*Semimytilus algosus*) como de fondos blandos (*Emerita analoga*), afectando la densidad de estas poblaciones.

## Características del bentos de profundidad

El macrozoobentos de la plataforma continental y el talúd se caracteriza por un bajo número de especies, alta dominancia de pocas especies y una biomasa de mediana a baja (Rosemberg et al, 1983). A primera vista esto es sorprendente, debido a la elevada producción primaria en el área de afloramiento. Sin embargo, la gran cantidad de material orgánico producido provoca una disminución de la concentración de oxígeno sobre el fondo, limitando en esta área el desarrollo de una rica fauna bentónica. En el área al norte de los 06°30'S, donde hay menor producción primaria en la zona eufótica, las condiciones de oxígeno son mejores y la fauna béntica es más diversa. Las mismas características se cumplen para las zonas inferiores de la plataforma continental y las profundidades oceánicas, a donde menos material llega desde la superficie.

En la zona de oxígeno mínimo, entre los 20-40 m hasta cerca de los 700 m de profundidad, los valores de oxígeno son normalmente inferiores a 0,4 ml/l y los sedimentos contienen HS. Amplias áreas están cubiertas con bacterias filamentosas, principalmente del género *Thioploca* que tiene la misma abundancia (0,9 gC/m<sup>2</sup>) que el macrozoobentos.

Los eventos ENSO cambian las condiciones en esta área. El desarrollo del bentos en las aguas profundas, es influenciado por un conjunto de factores que actúan antagonísticamente. Ciertamente la mejora en las condiciones de oxígeno en el fondo, por disminución de la producción en la capa eufótica o por la presencia de corrientes muy oxigenadas, tienen un efecto positivo. Sin embargo, también se produce una drástica desaparición de estas especies, adaptadas a las aguas frías, cuando penetran las aguas cálidas. Los inmigrantes de aguas tropicales y subtropicales son favorecidos también por los altos niveles de oxígeno y temperatura. Pero al mismo tiempo las especies autóctonas son afectadas por la depredación a que son sometidas por éstas especies. Otros factor que disminuye la biomasa del bentos en esta época es el desplazamiento hacia el sur de los peces demersales.

## Principales especies bentónicas que sostienen pesquerías

En condiciones de normalidad existen especies de invertebrados que son objeto de explotación artesanal. Estos sufrieron una catastrófica caída de sus densidades a consecuencia de mortandades masivas producidas por el ENSO. Las especies más importantes son: moluscos: *Mesodesma donacium*, *Donax peruvianus*, *Semele* spp., *Gari solida*, *Aulacomya ater*, *Fisurella* spp., *Concholepas concholepas*; crustáceos: *Platyxanthus orbignyi*, *Cancer setosus*, *Cancer porteri* *Hepatus* spp., *Emerita analoga*.

Por otro lado, especies subtropicales y tropicales invadieron toda la zona central del litoral peruano, ocupando el espacio dejado por la mortandad de las especies autóctonas. La zona central del Perú tomó características propias de la zona norte de los 05°S durante el evento cálido. Especies de moluscos bivalvos muy apreciados como: *Pteria sterna*, *Atrina maura* y gasterópodos como *Malea ringens*, aparecieron con cierta abundancia de importancia comercial.

Dos fueron los recursos más notables: *Argopecten purpuratus* que mostró un crecimiento veloz de la población autóctona (aproximadamente 60 veces el tamaño del stock normal), en

Bahía Independencia, ante la mortandad de competidores y depredadores; y el desplazamiento hacia el sur de varias especies de langostinos del género *Penaeus* principalmente de la especie *Xiphopenaeus riveti*, que llegó hasta la altura de Pisco (14°S). Asimismo, es de destacar que algunas especies como el caracol saprófago *Thais chocolata* y el cefalópodo *Octopus fontaneaus*, fueron también favorecidos por el fenómeno El Niño desarrollando densidades importantes que sustentaron explotación artesanal. De acuerdo a Arntz, et al, 1988, la primera especie habría sido favorecida por la elevada mortandad producida entre los organismos bentónicos; mientras que el segundo, por ser depredador de la concha abanico.

Posteriormente al ENSO, especies que incrementaron notablemente su abundancia fueron la langosta *Panuliris gracilis* y los percebes *Pollicipes elegans*, en la zona central del litoral. *P. elegans* ocupó el espacio dejado por las especies autóctonas en las zonas rocosas (Kameya y Zeballos, 1988).

## EFFECTOS DE UN EVENTUAL CAMBIO CLIMATICO GLOBAL SOBRE EL ECOSISTEMA

### Pautas para estimar el efecto de un Cambio Climático Permanente en el Ecosistema Marino

- a) Se asume que con la actual tasa de crecimiento de CO<sup>2</sup> atmosférico y de otros gases como vapor de agua, metano y fluorocarbonos, en los próximos 50 años la temperatura promedio global del planeta se incrementará entre 0,2 y 5,0°C (según el modelo utilizado), a consecuencia del llamado "efecto de invernadero".
- b) El efecto del calentamiento de la atmósfera sobre los océanos no es todavía bien comprendido y existen varios modelos parciales que predicen que el incremento en la temperatura media del planeta tendrá un efecto diferencial en los ecosistemas marinos de altas y bajas latitudes, con el mayor impacto en altas latitudes.

Así mismo, estos modelos predicen que el calentamiento en bajas latitudes (ubicación del Perú), tendría un efecto mayor en las capas superficiales del océano que en las del fondo (Bryan, 1986).

- c) Un incremento de la temperatura media global del planeta tendería a disminuir los gradientes de variables atmosféricas y en consecuencia de las oceánicas entre las altas y bajas latitudes, aunque existen modelos cuyas predicciones llaman a cautela sobre esta conclusión (Barron, 1982).
- d) Aunque los eventos ENSO pueden ser una buena simulación de los efectos que un cambio climático causaría en el ecosistema de afloramiento peruano, es necesario anotar lo siguiente: cambios temporales que produce El Niño, son solo la parte inicial de un proceso más largo conocido como sucesión ecológica que tendría lugar al hacerse permanentes las nuevas condiciones ambientales.

Por lo tanto, los aparentes aspectos "benéficos y maléficos" de El Niño solo podrían ser temporales, siendo impredecible aún con el actual conocimiento de la ciencia ecológica el nuevo estado que adoptaría el ecosistema, a largo plazo.

## Efectos sobre la Diversidad, Distribución y Abundancia de los Principales Componentes del Ecosistema

### a) Variación de las Condiciones Ambientales

#### *Corrientes y Masas de Agua*

La atenuación de los gradientes de las variables atmosféricas y oceánicas, producirá una modificación en el sistema de corrientes y de distribución de masas de agua en el océano.

La Corriente Peruana se debilitaría por efecto de los vientos y se establecería un flujo permanente norte-sur de la Contra Corriente Sur-Ecuatorial (acompañada en la subsuperficie por la extensión sur de la Corriente Cromwell) y/o una penetración longitudinal de aguas subtropicales superficiales hacia la costa. Con esto, se establecerían frente a las costas masas de agua tropicales, caracterizadas por altas temperaturas ( $> 20^{\circ}\text{C}$ ) bajas salinidades ( $< 33,8$  o/oo) y aguas subtropicales superficiales, de altas temperaturas y altas salinidades; ambas muy pobres en nutrientes, los afloramientos se atenuarían significativamente o desaparecerían. Las corrientes subsuperficiales provenientes del norte oxigenarían la plataforma continental, actualmente caracterizada por la presencia de zonas con bajo contenido de oxígeno disuelto ( $< 0,5$  ml/l) e incluso con hipoxia.

#### *Nutrientes y Producción Primaria*

La presencia de aguas tropicales y/o subtropicales en las costas del Perú traería como consecuencia la disminución del contenido de nutrientes y por lo tanto la disminución de los niveles de producción primaria.

NUTRIENTES	CONDICIONES NORMALES (ug/l)*	CONDICIONES ENSO (ug/l)**
Nitratos	10-15	$< 0,4$
Fosfatos	02-03	$< 0,2$
Silicatos	10-20	$< 0,6$
Clorófila	03- > 10	0,1- < 2

\* (Zuta y Guillén, 1970)

\*\* (Guillén, 1985)

Sin embargo se puede esperar también que en las áreas muy costeras se produzca un incremento del caudal de los ríos por aumento de la precipitación, lo cual se reflejaría en una creciente afluencia de sedimentos a lo largo del litoral, incrementando la concentración de nutrientes y contribuyendo significativamente a los procesos de producción primaria e incluso causar eutroficación en algunas zonas muy costeras (Calienes, com. pers.). De acuerdo a lo puntualizado en el informe de evaluación del IPCC (1990), aunque algunos cambios climáticos son inevitables, existe mucha incertidumbre respecto a la predicción del clima mundial (temperatura y lluvia) y es mayor la incertidumbre en cuanto a cambios climáticos regionales y sus posteriores consecuencias en los ecosistemas.

#### b) Variación de la Estructura de las Comunidades

El patrón general del cambio esperado en condiciones de tropicalización, es el de una mortandad y emigración masiva de especies estenotérmicas, proliferación, masiva de especies euritérmicas, especialmente aquellas que soportan temperaturas altas; y una inmigración masiva de especies de aguas tropicales, actualmente establecidas al norte de los 05°S y al oeste del borde de la Corriente Costera Peruana.

La caracterización general de las comunidades a establecerse es de una elevada diversidad de especies y de grupos taxonómicos y una baja densidad de cada una de las poblaciones o baja dominancia (característica general de los ecosistema a tropicales maduros), lo que impedirá el establecimiento de grandes pesquerías industriales como la que actualmente se conoce.

Hay que notar que los ecosistemas más productivos no se encuentran en las zonas tropicales, sino en las zonas templadas. En las zonas tropicales la mayoría de los ecosistemas (en razón de la alta estabilidad del ambiente: las temperaturas no tienen mucha variación estacional) han alcanzado la etapa de madurez (clímax), en la cual la producción primaria o fotosíntesis del ecosistema como un todo se ve compensado o equilibrado por el consumo (respiración) que el propio ecosistema realiza de su producción. En las zonas templadas existe una marcada estacionalidad en la temperatura y otras variables lo cual produce una permanente renovación de las comunidades. Esta renovación cíclica es la que permite una elevada producción, principalmente en las estaciones cálidas. Actualmente el ecosistema de afloramiento peruano, a pesar de estar ubicado geográficamente en latitudes tropicales, tiene una elevada producción, debido a que el afloramiento acarrea no solo nutrientes del fondo, sino que crea condiciones frías, originando la estacionalidad marcada de las zonas templadas. A esto se le suma el efecto perturbador de El Niño que periódicamente permite una "renovación" total del ecosistema.

#### *Fitoplancton*

Actualmente, la mayor abundancia corresponde a pequeñas diatomeas centrales. Sin embargo, en condiciones tropicales se espera un incremento en la abundancia de dinoflagelados. Este grupo de organismos presenta una variedad de formas adaptativas

que van desde estrictamente fotosintéticas hasta formas parásitas, pasando por formas depredadoras (Balech y Ferrando, 1964). Existen hasta 11 especies que son las responsables de la formación de "mareas rojas" o "aguajes" que producen sustancias tóxicas. Así mismo, se esperaría un incremento de la abundancia de diatomeas grandes y cocolitofóridos. Esto traerá como consecuencia la disminución en la cantidad y calidad de alimento para organismos zooplantófagos.

### *Zooplankton*

Se estima que los pequeños copépodos herbívoros, dominantes de las aguas de afloramiento serán reemplazados por un mayor número de especies tropicales y subtropicales de mayor tamaño. Al mismo tiempo, se producirá una diversificación de grupos con mayor presencia de organismos depredadores como salpas, medusas, sifonóforos, etc. y probablemente de organismos parásitos. El impacto de este cambio se dará sobre la abundancia del meroplankton, constituido por las larvas de peces y otros organismos neríticos y bentónicos.

### *Peces Pelágicos*

La anchoveta desaparecería del litoral y probablemente se refugiaría en las aguas frías muy al sur (Chile). La sardina disminuiría significativamente su presencia, restringiéndose a grupos de edad mayores, tal como actualmente se presenta frente a costas ecuatorianas. Así mismo, en áreas muy pegadas a la costa desaparecería el pejerrey (*Odontestes regia regia*); en reemplazo, probablemente se establecerían especies tropicales y subtropicales como anchoas (*Anchoa spp.*), machete (*Brevoortia sp.*) u (*Ophistonema sp.*), en las áreas más costeras y peces voladores (*Exocoetus sp.* o *Fodiator sp.*) en áreas más alejadas.

Especies oceánicas como el jurel y la caballa, probablemente mantengan su presencia frente al litoral. La caballa tiene un desove más costero que el jurel y la aparente correlación entre la abundancia de huevos y la temperatura superficial (Muck et al, 1987), hace suponer que podría mantener su actual nivel poblacional. Sin embargo, si consideramos la hipótesis de que la presencia de estas especies, con la abundancia actualmente observada, se explica principalmente por la presencia de recurso alimenticio abundante en calidad y cantidad, más que por la existencia de condiciones ambientales favorables; y teniendo en cuenta que el proceso de tropicalización traería un empobrecimiento tanto en la cantidad como en la calidad del alimento, sobre todo del plancton para los estados larvarios y juveniles de estas especies, es de esperar un panorama no alentador, desde el punto de vista pesquero, sobre su abundancia.

Otras especies que podrían incrementar su presencia son los grandes depredadores de aguas tropicales y subtropicales. El barrilete (*Katsuwonus pelamis*), el atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*), el bonito (*Sarda sp.*), el dorado (*Coryphaena hippurus*) y la sierra (*Scomberomorus maculatus sierra*) invaden el litoral durante los eventos ENSO.

### *Peces demersales*

Las mejores condiciones de oxígeno sobre la plataforma y en consecuencia de disponibilidad de alimento, permitirían una mayor área de distribución para las especies estrictamente demersales. La merluza se desplazaría a mayores profundidades al borde de la plataforma y sobre el talúd, aunque a lo largo plazo no es previsible un incremento de su abundancia. No hay zona típicamente tropical que sustente una pesquería importante de merluza.

Así mismo, se espera que la diversidad de especies y grupos de especies se incremente significativamente, considerando que son las plataformas continentales las que contienen el mayor número de especies de peces en el mundo (Lowe-McConnell, 1977). Podrían proliferar formas depredadoras como los congrios, morenas, peces cinta y un conjunto de formas de vida no aptas para consumo humano, como ocurre en cualquier sistema demersal tropical.

### *Comunidades Bentónicas*

Es probable que la mejora en las condiciones de oxígeno en el fondo, sobre la plataforma, producida por el ramal sur de la Corriente de Cromwell, permita el establecimiento y desarrollo de una diversificada comunidad bentónica, incluso en áreas que actualmente son consideradas hipóxicas como sucedió durante la primera etapa del evento ENSO 1982-83. Sin embargo, a corto plazo hay que considerar que este florecimiento del bentos se constituiría en el alimento para la comunidad de peces demersales, por lo que a largo plazo hay que esperar, probablemente, la existencia de una comunidad bentónica muy diversificada pero con muy baja abundancia.

Por otro lado el bentos de áreas someras, especialmente el de orilla rocosa sería afectado por el eventual incremento del nivel del mar y por el calentamiento de las aguas, dando origen al posterior establecimiento de una comunidad donde exista una gran diversidad de especies y grupos y la existencia de complicadas relaciones inter e intraespecíficas. En relación al bentos de fondo blando, es probable que a largo plazo, en las desembocaduras de los ríos, se constituyan esteros característicos tipo manglar, especialmente en los de la costa norte.



## CAPITULO IV

### IMPACTOS SOCIOECONOMICOS DE LOS CAMBIOS CLIMATICOS

La costa se ha constituido en el eje económico articulador e integrador de las actividades productivas, comerciales, financieras, político-administrativas, culturales y de servicios, proceso que ha hegemonizado a Lima Metropolitana como el centro más importante del sistema urbano del país. Otros centros urbanos importantes se hallan en los departamentos de Piura, Lambayeque y La Libertad en el norte y Arequipa en el sur (Tabla 3 y 4).

### IMPACTOS SOBRE LOS CENTROS URBANOS Y SANEAMIENTO BÁSICO

Los impactos socioeconómicos por el calentamiento global y las variaciones del nivel del mar afectarían los centros poblados costeros de Lima, en la zona comprendida entre La Punta-Chorrillos (Costa Verde), Villa, así como en la ciudad de Chimbote, involucrando miles de pobladores. Las viviendas de cientos de personas serían afectadas en poblaciones más pequeñas del noreste como Zorritos, Cabo Blanco, Matacaballo y Parachique; y en la zona de Pisco, el pueblo de San Andrés. La ciudad de Piura sufrió aniegos severos debido a las intensas lluvias que se precipitaron sobre ella (El Niño 1982-83) La crecida del río del mismo nombre pudo convocar una inundación catastrófica si no se hubiese producido una profunda erosión del cauce.

Igualmente se vió afectado el sistema de agua y desagüe que quedó obstruido. La mínima pendiente que hay entre la ciudad de Piura y el nivel del mar dificulta la solución de este problema de saneamiento que se vería agravado por la elevación del nivel del mar.

**TABLA 3. PERU: POBLACION POR REGIONES NATURALES (en miles)**

AÑO	TOTAL	COSTA	SIERRA	SELVA
1940	6207,9	1759,5	4033,9	414,4
1961	9906,7	3859,4	5182,0	865,2
1981	17005,2	8477,6	6716,0	1811,5
1990*	22332,1	11773,9	8016,0	2542,2

\* INEI (1989)

**TABLA 4. PERU: POBLACION DELA COSTA POR DEPARTAMENTOS Y DEPARTAMENTOS Y CIUDADES PRINCIPALES (1990)**

DEPARTAMENTO	POBLACION	CIUDADES PRINCIPALES	POBLACION
TOTAL	11773,9		
Ancash	427,2	Chimbote	296,6
Arequipa	154,4	Mollendo	27,9
Cajamarca	41,8		
Callao (Prov. Cons.)	588,6		
Ica	537,6	Ica	152,3
		Pisco	77,2
		Chincha	51,7
		Nazca	25,6
La Libertad	898,4	Trujillo	532,0
		Santa	32,1
Lambayeque	911,0	Chiclayo	426,3
		Lambayeque	35,5
		Chepén	34,9
		Ferreñafe	32,2
Lima	6491,9	Lima Metropolitana	6414,5
		Huacho	87,2
		Huaral	58,2
		Barranca	53,5
		Paramonga	39,3
Moquegua	92,8	Ilo	41,9
		Moquegua	31,5
Piura	1311,5	Piura	324,5
		Sullana	154,8
		Talara	89,5
		Paita	39,5
		Catacaos	32,0
Tacna	174,4	Tacna	150,2
Tumbes	144,2	Tumbes	64,8

En la Encuesta Nacional sobre medición de Niveles de Vida ENNIV (julio, 1985-julio, 1986) se ha estimado un número de viviendas particulares de las cuales el 61% se encuentra ubicada en el área urbana.

Según la región natural el 52,2% están situadas en la costa, 35,5% en la sierra y 12,3% en la selva; en Lima Metropolitana se ubica el 31,2% de las viviendas particulares del país.

El material predominante en la construcción de paredes exteriores es el ladrillo o bloque de cemento (39,5%), adobe o tapia (41%), madera (7,4%), quincha (4,1%), piedra con barro (2,8%), esteras (1,8%) y piedra o sillar con cal (1,7%). Las viviendas de las caletas pesqueras que serían afectados por la elevación del nivel del mar son predominantemente de quincha y adobe. En el litoral limeño las viviendas son de ladrillo y concreto.

## TRABAJO

Durante el período 1970-89, la PEA (Población Económicamente Activa) representó mas del 53% de la población total con una tasa anual de crecimiento de 3,1%. Según cifras de la ENNIV aproximadamente la tercera parte de la PEA total se concentra en Lima Metropolitana. Las actividades económicas que absorben en mayor grado la oferta de la mano de obra son la agricultura, seguida de la manufactura, el comercio y los servicios. En el período 1985-89 los sectores más influyentes fueron los vinculados a la actividad de producción y comercialización, exceptuando a los operarios agrícolas que tienen cuotas de participación fluctuante por ser este rubro de comportamiento estacional. En las actividades terciarias se ubica una gran parte de la fuerza laboral constituyendo el comercio y los servicios gubernamentales el 25,8% del total en 1988 (Tabla 5).

**TABLA 5. NUMERO DE PERSONAL OCUPADO SEGUN ACTIVIDAD ECONOMICA EN 1981 y 1988**

ACTIVIDAD ECONOMICA	NUMERO DE PERSONAL OCUPADO	
	(1981)	(1988)
Total de personal censado	5'027,947	5'955,125
Prod. Agrop. Caza y Silvi	1'898,485	2'109,700
Pesca	49,565	50,706
Minería	64,828	65,794
Extracción petróleo	6,676	6,294
" de minerales	58,192	59,500
Manufacturas	582,232	629,646
Fábrica de productos lácteos	9,965	9,294
Elab. y preserv. de pescados	18,563	11,370
Elab. harina y aceite de pescado	7,099	2,622
Molinería y panadería	29,037	35,892
Elab. y refinación azúcar	9,033	8,153
Fabric. otros prod. alimentarios	32,602	31,944
Elab. bebidas y prod. tabaco	19,579	21,486
Fabricación de textiles	62,076	71,906
" prendas de vestir	98,865	105,818
Prep. cueros y art. de cuero	6,044	5,221
Fabricación de calzado	16,115	15,473
Fabric. de muebles madera y metal	71,276	101,178
Fabric. papel y prod. papel	10,629	9,474

Impresión y edición	16,716	20,958
Fabric. prod. quím. bás. y abonos	9,850	9,083
Fabric. prod. farmac. y medicamentos	8,278	8,345
Fabric. otros prod. químicos	11,139	12,244
Refinación del petróleo	3,832	4,285
Fabric. prod. caucho y plásticos	12,966	13,012
Fabric. prod. minero metálicos	27,200	27,088
Siderurgia	7,849	8,512
Transf. metales no ferrosos	13,340	11,912
Fabric. productos metál. div.	21,200	20,798
Fabric. maquinarias no eléctricos	9,806	11,945
Fabric. maquinarias y equip. eléct.	15,083	12,558
Fabric. de material de transporte	17,487	17,081
Fabric. otros prod. manuf. div.	18,203	21,994
Produc. y distrib. eléct. y agua	18,560	21,820
Construcción	242,908	232,016
Comercio	649,114	775,330
Transporte y comunicaciones	232,861	289,922
Productores serv. financieros	42,252	55,969
" de seguros	4,210	3,704
Alquiler de vivienda	0	0
Prod. de serv. prest. a empresas	129,016	155,987
Restaurantes y hoteles	114,740	135,465
Prod. serv. prest. a hog. merc.	217,155	259,236
Prod. serv. prest. hog. no marc.	217,153	287,948
Salud privada	54,500	65,686
Educación privada	43,223	57,537
Productores de serv. gubernament.	467,141	759,059

---

INEI (1989)

## RECURSO SUELO

El recurso suelo viene confrontando problemas de serio deterioro a causa del uso irracional que se viene dando y que produce un empobrecimiento progresivo. La presión demográfica sobre las escasas tierras productivas es creciente.

**TABLA 6. POTENCIAL DE TIERRAS EN EL PERU**

APTITUD	SUPERFICIE (Ha)	%
Tierras de cultivo en limpio	4'902,000	3,8
" para cultivo permanente	2'707,000	2,1
" " pastos	17'916,000	13,9
" " producción forestal	48'696,000	37,9
" " protección	54'300,560	42,3

ONERN (1986)

Los suelos agrícolas propiamente dichos son recursos escasos en el Perú alcanzan a 7'600,000 Ha que representan algo menos del 6% de la superficie territorial del país (Tabla 6 y 7). En general, los suelos de importancia agrícola muestran una notable dispersión a lo largo y ancho del territorio, apareciendo como angostas fajas a lo largo de los cursos significativos de agua representados por los valles aluviales costeros, los valles interandinos y las llanuras aluviales de los grandes ríos amazónicos.

**TABLA 7. PERU: SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE LOS GRUPOS DE CAPACIDAD DE MAYOR USO EN LA COSTA**

USO	Ha	%
Cultivo en limpio	1'140,000	3,64
Pastos	1'622,000	11,90
Forestales	172,000	1,26
Protección	10'207,000	74,84
<b>TOTAL</b>	<b>13'637,000</b>	<b>100,00</b>

ONERN (1986)

**RECURSO FORESTAL**

El recurso forestal está constituido básicamente por bosques naturales que albergan una variada fauna silvestre, así como áreas reformadas y tierras aptas para reforestación. Los bosques naturales en el Perú ocupan una superficie aproximada de 72'793,000 Ha distribuidas de manera irregular en las tres regiones naturales (Tabla 8).

**TABLA 8. SUPERFICIE DE BOSQUES NATURALES EN EL PERU**

REGION NATURAL	Ha	%
Costa	1'979,000	2,5
Sierra	700,000	1,0
Selva	70'214,000	96,5
<b>TOTAL</b>	<b>72'793,000</b>	<b>100,0</b>

ONERN (1986)

En la costa se tiene bosques secos localizados en Tumbes, Piura y Lambayeque conformados por especies como el algarrobo, el hualtaco, el guayacán y otras muchas usadas para parquet, así como también para carbón y leña. En el litoral de Tumbes se tiene el bosque de manglar, que es usado preferentemente como leña. Así mismo, a lo largo de la costa entre Ancash y Arequipa se ubican las lomas arbustivas que incluyen especies como "tara", "mito" y "arrayán". El bosque seco ocupa una superficie de 1'873,000 Ha y el bosque de mangle 6,000 Ha.

La superficie reforestada según regiones naturales hasta 1989 es la siguiente:

	COSTA	SIERRA	SELVA	TOTAL
Area (Ha)	19984	224924	8738	253646

### **PESQUERÍA**

El Perú desarrolla en la actualidad una actividad pesquera de tipo costero ejerciendo su acción sobre diversas especies de peces, crustáceos, moluscos y otros. La ictiofauna del mar peruano sobrepasa las 800 especies, destacan entre ellas las especies pelágicas que constituyeron en el período de 1975 a 1990 95%-98% del desembarque total de especies marinas (anchoveta, sardina, jurel y caballa).

Las fluctuaciones de desembarques anual de pescado básicamente pelágico, aumentaron sostenidamente desde 453,000 TM en 1957 a 12'481,000 TM en 1970, para luego decrecer hasta 2'240,000 en 1973 y llegar en 1974 a 4'238,000 TM, fluctuando en los años siguientes

entre 2'400,000 TM y 7'000,000 TM hasta 1990. La captura descendió en 1983 a 1'303,000 TM influenciada por el fenómeno El Niño, en cambio se incrementó la biomasa y captura de conchas de abanico y de langostinos.

El volúmen total de la biomasa del mar peruano fue de más de 20 millones de toneladas en la década 1960-70, descendió entre 1972-74 a casi 8 millones e inició una recuperación por sustitución de especies, principalmente de la anchoveta por sardina, habiendo alcanzado un nuevo orden de 16 a 20 millones de toneladas en los últimos años. El desembarque de especies marinas pelágicas ha sido orientado fundamentalmente a su reducción en harina y aceite de pescado, conservas y congelado. En el período 1960-87 la harina y aceite de pescado significó un promedio de 96,86% del volúmen total producido por la industria pesquera.

La industrialización en el sector pesquero fue muy intensa a principios de la década de 1970 principalmente en la reducción en harina y aceite. La disminución de la biomasa por el fenómeno El Niño y la presión del esfuerzo de pesca llevó a una fuerte disminución de las plantas industriales llegándose a un mínimo en 1978 de casi el 40% de las plantas existentes en 1978. Con el aumento de las exportaciones, se incrementó el número de plantas de enlatado en la década de 1980-90, así como de las plantas de congelado y curado llegándose en 1987 al máximo con un total de 249 plantas (Tablas 9 y 10).

El proceso de industrialización ha afectado los ecosistemas marinos y costeros como el caso de la bahía de Chimbote debido a la heterogeneidad tecnológica, obsolescencia de equipos y maquinarias, y vertimiento de afluentes líquidos y residuos directamente al medio marino y de gases a la atmósfera sin ningún tratamiento. Las descargas de relaves mineros afectan el habitat de los recursos hidrobiológicos como en la bahía de Ite (Ilo).

El fenómeno El Niño que produce graves anomalías oceanográficas a causa de la intrusión de aguas ecuatoriales de baja salinidad, ha provocado graves daños a la biomasa de recursos hidrobiológicos y por ende a la economía nacional y regional, siendo el más grave en sus efectos el de 1982-83.

La flota industrial pelágica mostró durante el período de 1972-89 un decrecimiento especialmente la de consumo humano indirecto (flota con redes de cerco anchovetero) por efectos de la disminución del recurso anchoveta y de las medidas de racionalización del Ministerio de Pesquería. La flota de consumo humano directo también ha mostrado una reducción aunque más moderada.

**TABLA 9. PERU: PRINCIPALES INDICADORES DEL SECTOR PESQUERO (1970-89)**

	1970	1975	1980	1985	1989
Producto bruto pesquero					
- miles de intis de 1979.	47249	15560	18882	29102	4357
- % PBI	1,9	0,5	0,5	0,8	1,3
Volúmen de pesca marítima miles de (TMB)					
- desembarque	12481	3409	2697	4110	6636
- transformación	2610	996	790	1002	1655
- consumo interno:					
- total	2315	401	384	526	539
- humano directo	131,8	165,2	213,9	222,9	318,8
Población (miles habit.)	13193	15161	17295	19698	2172
Consumo humano directo per cápita (kg)	10,0	10,9	12,4	11,3	14,6

MIPE (1990)

**TABLA 10. PERU: NUMERO DE EMBARCACIONES Y CAPACIDAD DE BODEGA SEGUN TIPO DE FLOTA (TMB)**

TIPO	1980		1988	
	N° embarc.	capacidad bodega	N° embarc.	capacidad bodega
FLOTA INDUSTRIAL				
- Flota costeras				
- cerquera CHD	294	32500	285	34777
- cerquera CHI	430	110240	373	87800
- arrastrera costera	30	-----	87	7051
- Flota arrastrera altura	26	23409	109	24601
- Flota atunera frig. nac.	6	3900	6	2150
FLOTA ARTESANAL	5306	-----	5212	15906

MIPE (1990)



## Actividad Agropecuaria

El sector agropecuario presenta un lento y desigual crecimiento manifestado en las regresivas tasas alcanzadas por los principales productos del subsector agrícola. En el período 1979-89 el Producto Bruto Agropecuario tuvo una participación en promedio de 11,3% en el PBI nacional, destacándose los años 1988 y 1989 con 12,6% y 13,7% respectivamente. La producción agropecuaria registró en la década del 70 un decrecimiento anual del 0,1%. En la década del 80, el sector creció a un ritmo anual de 2,9%, explicado por el decrecimiento del subsector pecuario (2,5%) particularmente por la producción de carne de ave y huevos, mientras que la producción agrícola se incrementó en 3,0% por el aumento de los productos destinados a consumo humano (6,1%), como el arroz cáscara (11,2%), trigo (8,4%), maíz amiláceo (4,4%) y la papa (2,3%).

La producción agrícola para el período 1970-89 constituyó en promedio el 70,0% del valor de la producción agropecuaria de la cual la producción destinada al consumo humano representó el 19,3%, sobresaliendo los productos como la papa y arroz cáscara; la producción destinada al consumo industrial representó el 21,8%, en la que sobresalen el algodón, café y caña de azúcar, productos de exportación tradicional. El 30,0% restante corresponde a la producción pecuaria, compuesta por las carnes, huevos, leche, fibras y lanas: la carne de vacuno contribuye con el 2,9% mientras que la de ave registra una tendencia creciente (1970: 2,6% y 1988: 10,2%), igual comportamiento presenta el rubro de huevos (1970: 1,4% y 1988: 4,6%). En 1989, la producción descendió a 26,8%; en la década de los 80 la producción de carnes se incrementó alcanzando su máximo volumen en 1988 con 505 mil TM, disminuyendo en 1990 a 410 mil TM.

En la producción de 1989, el algodón alcanzó 321,500 TM, el café 105,600 TM y caña de azúcar 6'332,600 TM, de las cuales fueron destinadas a la exportación del azúcar el 0,7%, café 81,4% y algodón 12,4%; mientras que la producción de trigo superó las 159,000 TM.

Los principales productos agroindustriales son: leche evaporada, pasteurizada y en polvo, fideoscorrientes, harina, aciete (vegetal y compuesto) y manteca. El volumen producido de leche evaporada en los primeros años de la década de los 80 fue en promedio superior a las 120,000 TM, apreciándose entre 1985-86 una disminución del 2,8%, recuperando sus niveles a partir del mes de noviembre de 1986 y llegando a un promedio mensual superior a las 12,000 TM en los dos últimos años.

La producción de fideos se mantuvo sobre las 180,000 TM durante el primer lustre del 80 sobrepasando los 200,000 TM entre 1986-87 y observándose una caída en 1989 a 146,000 TM. La producción de aceite vegetal ha registrado niveles ascendentes en la presente década salvo entre 1984-85 que decreció por debajo de los 28,000 TM, alcanzando las 76,000 TM en 1988, mientras que en 1989 bajó a 42,000 TM.

Durante 1989, la demanda de fertilizantes disminuyó en 28,9% a excepción de superfosfatos de calcio simple y cloruro de potasio que crecieron en 137,0% y 12,5% respectivamente.

La región costera comprende los suelos agrícolas más productivos del país en un área aproximada de 760,000 Ha distribuída en 53 valles aluviales irrigados por aguas superficiales, subterráneas y de reservorios.

## **INDUSTRIA**

En el conjunto de actividades productivas, la industria manufacturera desempeña un rol importante ligado al procesamiento de insumos nacionales e importados, captación de mano de obra y también por su contribución al producto bruto interno. En la década de 1950 se ingresó a un proceso de sustitución de importaciones que permitió reemplazar la importación de los bienes finales mediante la adquisición de maquinarias y equipos para producirlos localmente. En consecuencia se conformó una estructura industrial capaz de fabricar gran parte de bienes de consumo demandados en el mercado interno, sustituyéndose la importación de los bienes de consumo alimentarios de bebidas, textiles y cueros principalmente; este proceso fue circunscrito al eje costero. A partir de 1960 se desarrollaron industrias modernas de transformación de productos químicos, minerales no metálicos básicos, metalmecánica entre otras, limitadas principalmente al emsamblaje de parteso al acabado de insumos importados.

Los esfuerzos de la inversión en el sector industrial se han dado mayormente con el criterio de ahorrar mano de obra, ocasionándose serios cuadros de desempleo y subempleo, dando lugar al surgi-miento del sector informal (de vertiginoso ascenso en la economía nacional) con el consecuente incremento de industrias no registradas legalmente.

## **ACTIVIDAD MINERA**

El desarrollo de esta actividad ha alcanzado gran importancia económica por la generación de más del 50% de divisas obtenidas por concepto de exportaciones, además de ser una actividad de uso intensivo de capital, destacando por generar la más alta productividad por persona ocupada.

Esta actividad es eminentemente extractiva y de escasa generación de valor agregado siendo desarrollada en asentamientos ubicados especialmente en las zonas andinas (Fig. 4). Los principales productos mineros que se explotan en los departamentos de la costa se indican en la Tabla 11.



**TABLA 11: PRINCIPALES PRODUCTOS MINEROS SEGUN DEPARTAMENTOS COSTEROS.**

PRODUCTO	DEPARTAMENTO
Hierro	Ica
Petróleo	Piura, Tumbes
Plomo	Lima, Ancash
Zinc	Lima, Ancash, La Libertad
Cobre	Moquegua, Tacna, Lima, Arequipa, La Libertad
Plata	Lima, Arequipa, La Libertad

La pequeña y mediana minería emplean eventualmente mano de obra procedente del área rural especialmente de las comunidades campesinas, actividad a la que se añaden los lavaderos de oro en la selva, de explotación artesanal y en los departamentos costeros de Ancash, Ica y Arequipa.

La producción de hidrocarburos por explotación del zócalo continental peruano es de 23,500 barriles/día en la zona correspondiente al nor-oeste peruano (Fig. 5).

## TRANSPORTE

Las actividades del sector transportes incluyen el transporte terrestre, acuático y aéreo. En el transporte aéreo, el parque nacional se incrementó entre 1979-89 en 48 nuevas aeronaves, con el mayor aumento en el servicio aerocomercial no regular nacional no regular que pasó de 44 a 70 aeronaves. Desde 1982 hasta la actualidad se cuenta con una infraestructura nacional de 30 aeropuertos. El mayor movimiento de pasajeros se alcanzó en 1987, descendiendo en un 16% en 1989 debido a la constante alza de las tarifas en los pasajes; sólo el movimiento de pasajeros a nivel internacional mantiene su volúmen con tendencia creciente.

En el transporte terrestre, la red vial en 1980 fue de 58,690 km y en 1989 de 69,942 km en gran parte deteriorada por la falta de mantenimiento. El parque automotor entre 1979-1989 creció a una tasa promedio anual de 2,6% sustentada en el crecimiento de camionetas rurales y pick-up, mientras que el número omnibuses tiene una tendencia decreciente por una inadecuada política de renovación de la flota. El parque ferroviario en 1989 presenta una infraestructura constituida por 4306 unidades de las cuales el 91,5% corresponde a vagones de carga, la mayor carga corresponde al sector minero.

El transporte acuático se realiza en el medio marítimo, fluvial y lacustre. El parque acuático está constituido por 9 tipos de naves, tanto en la propiedad estatal como en la privada siendo

los cargueros (50,0%) y tanqueros (33%) del Estado las más numerosas. Los otros tipos de naves son: gaseros y graneleros, multipropósito y semicontainer. Durante 1980-85 se contaba con 24 puertos, pero en 1988 han disminuído a 21 por falta de mantenimiento y cambio de destino de carga a otros puertos.

## COMUNICACIONES

Entre 1980-88 se han implementado un gran número de oficinas postales y telegráficas (442 y 1535 respectivamente), el número de aparatos telefónicos registró una tasa de crecimiento promedio anual de 5,5%, permitiendo que la distribución poblacional por aparato pase de 36 en 1980 a 30 en 1988. Asimismo, las estaciones de radiodifusión sonora entre 1980-88 creció en 14,9%, las estaciones de radio privadas permanecen casi estacionarias en los últimos 5 años, solo los radioaficionados crecieron en 4,5% entre 1982-88.

El tráfico postal entre 1984-89 descendió en 8,9%. En el movimiento telefónico se efectuó el 96,9% a nivel internacional, tasándose 25 millones de minutos.

## TURISMO

El Perú posee gran variedad de recursos turísticos heredados de nuestras culturas ancestrales y gran diversidad de paisajes naturales a lo largo de la costa, sierra y selva. En 1989, el monto global de divisas expresado en dólares corrientes fue favorable en 24,7 millones de dólares, a pesar de que respecto a 1988 hubo una caída de 3,6% por concepto de entrada de turistas y un incremento de 9,2% en el egreso de divisas por concepto de salida de nacionales.

En 1989 el ingreso de turistas fue de 333,600 personas. Los turistas proceden principalmente de Europa (Alemania Federal, Francia, Unión Soviética e Italia), Sur y Norteamérica. La Tabla 12 resume las principales actividades que serían afectadas por el importe del cambio climático.

## CAPITULO V

### INSTITUCIONES NACIONALES Y UNIVERSIDADES VINCULADAS AL TEMA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

1. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN)
2. Instituto Nacional Forestal y de Fauna
3. Instituto del Mar del Perú
  - Dirección General de Investigaciones Oceanográficas
  - Dirección General de Investigaciones en Recursos Marinos.
  - a) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Instituto de Investigación del Medio Ambiente, Facultad de Geología, Minería y Ciencias Geográficas
  - b) Facultad de Química e Ingeniería Química
  - c) Instituto de Recursos Naturales y Terapéuticos, Facultad de Farmacia y Bioquímica
4. Universidad Nacional Federico Villarreal Facultad de Pesquería, Oceanografía y Ciencias Alimentarias.
5. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Sanitaria.
6. Universidad Nacional Agraria La Molina
  - Departamento de Recursos de Agua y Tierra, Facultad de Ingeniería Agrícola
  - Facultad de Agronomía
  - Centro de Investigación de Zonas Áridas (CIZA)
7. Universidad Nacional del Callao, Centro Experimental Tecnológico
8. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Agronomía
9. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Ciencias Agrícolas
10. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales
11. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias
12. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias
13. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ingeniería Forestal

14. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa
  - Instituto de Investigación de Zonas Áridas
  - Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
15. Universidad Nacional de Tumbes, Facultad de Ciencias Agrarias
16. Universidad Nacional de Piura
  - Facultad de Ingeniería
  - Instituto de Hidráulica e Ingeniería Sanitaria
17. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía (SENAMHI)
18. Instituto Geofísico del Perú (IGP)
19. Instituto Nacional Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
20. Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina
21. Ministerio de Salud y sus Áreas Técnicas

## CAPITULO VI

### ESTRATEGIA NACIONAL

La capacidad de un país para enfrentar los problemas ambientales está en función del nivel de organización y de conciencia ambiental de su estado y su sociedad.

En los últimos años, en el ámbito de la normatividad se aprecia un avance en calidad y cantidad. Expresión de esto es la reciente promulgación del Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales y la formulación de la Estrategia Nacional para la Conservación - Bases para un Desarrollo Sustentable, que plantea los grandes objetivos, políticas, principios y programas de acción indispensables para garantizar el desarrollo sustentable en el país. El objetivo es delinear los principios básicos que rigen los aspectos concernientes al patrimonio natural del país, la diversidad biológica, el germoplasma, las áreas protegidas y las actividades extractivas. Igualmente introduce la obligatoriedad de los estudios de impacto ambiental previos a los grandes proyectos de desarrollo a fin de mitigar los impactos ambientales negativos.

Desde 1961 el Perú ha establecido áreas naturales protegidas en formas de Parques, Reservas y Santuarios Nacionales, Santuarios Históricos y Bosques de Protección sobre una superficie de más de 5 millones de Has, que abarcan cerca del 5% del territorio nacional. Los objetivos del nuevo modelo de desarrollo planteado recientemente deben incluir los siguientes aspectos:

- Promover el uso sostenido de los recursos naturales;
- Revertir las tendencias del deterioro del medio ambiente y de los recursos naturales y recuperar recursos deteriorados;
- Integrar el concepto ecosocial en los programas, proyectos y actividades;
- Concertar decisiones responsables en todos los niveles de la sociedad para un entorno equilibrado, involucrando a los sectores públicos y privados;
- Fomentar la dación de normas ambientales integrales y sencillas en su aplicación;
- Reforzar los organismos encargados de la investigación y evaluación del medio ambiente y recursos naturales, para que los informes de estas instituciones sean tomados en cuenta en el monitoreo y control del medio ambiente y recursos naturales;
- Reforzar el desarrollo de los sistemas nacionales y regionales de áreas naturales protegidas por el estado.

El instrumento esencial de la estrategia es el ordenamiento ambiental que definirá progresivamente la zonificación natural del territorio, considerando su aptitud, capacidad potencial y sus características diferenciales. Así se identificarán las ventajas naturales comparativas, tanto en el contexto de los requerimientos y demanda interna como en la demanda externa, necesaria para reforzar nuestra reincorporación en la economía internacional.

## **ESTRATEGIAS PRIORITARIAS**

Siguiendo los lineamientos del Informe Nacional sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo preparado por la Comisión Nacional (CNUMAD-92) se indican las estrategias prioritarias siguientes:

### **Prevención y Control de la Contaminación Marina**

- Reducir y de ser posible eliminar las descargas de aguas de uso doméstico e industrial, descarga de relaves, de hidrocarburos, etc. sin tratamiento previo.
- Control de la eliminación de desperdicios de embarcaciones
- Normar el uso de pesticidas peligrosos que llegan finalmente al mar.

### **Uso Sostenible de los Recursos Hidrobiológicos**

- Implantar el manejo de los recursos hidrobiológicos preservando el ciclo reproductivo de las especies importantes y controlando su sobreexplotación.

### **Conservación de la Diversidad Biológica**

- Completar el sistema nacional de áreas protegidas costeras y marinas.
- Gestión eficiente de las áreas protegidas.
- Fomentar la investigación y el inventario de nuestra diversidad biológica marina y costera.
- Fomentar el establecimiento de centros de información, uso de documentación sobre la diversidad biológica del mar peruano incidiendo en las especies de aguas tropicales que eventualmente podrían tener gran desarrollo por sustitución de especies.

### **Seguridad del entorno humano**

- Llevar a cabo el ordenamiento ambiental marino y costero
- Completar los estudios sobre erosión marina y la confección del Mapa de Erosión Marina en la Costa Peruana (parte integrante del mapa de Sudamérica) que sirva para



determinar y proteger las áreas urbanas, de turismo, de acuicultura y los ecosistemas costeros.

- Evaluar las áreas inundables potenciales de la costa peruana por elevación del nivel del mar debido al calentamiento global.

### **Educación y capacitación**

- Fomentar la participación de la sociedad organizada en las decisiones que afecten el medio ambiente marino.
- Fomentar la educación ambiental, ciencia y tecnología para el desarrollo sustentable.
- Mejorar la eficiencia de los organismos responsables de los recursos hidrobiológicos.
- Fomentar y normar estudios previos a cargo de las instituciones especializadas.

### **Vigilancia del Medio Ambiente Marino**

- Establecer sistemas eficaces de observación, concentración y gestión de la información ambiental marina y costera.
- Establecer el seguimiento de los factores y procesos físicos, geológicos, químicos y biológicos ambientales de implicancia nacional y regional, así como su investigación.
- Realizar estudios de impacto ambiental antes de iniciar los proyectos.
- Aplicar el Código del Medio Ambiente.

## BIBLIOGRAFIA

- ARNTZ, W., E. VALDIVIA y J. ZEVALLOS, 1988. Impact of El Niño 1982-83 on the commercially exploited invertebrates (mariscos) on the Peruvian shore. Meeresforsch, 3-32.
- ARNTZ, W. y J. TARAZONA, 1989. Effects of El Niño 1982-83 on benthos, fish and fisheries off the South American Pacific Coast in P.W. Glynn (Ed.) Global Ecological Consequence of the 1982-83 El Niño Southern Oscillation, pp. 323-360.
- BALECH, E. y H. FERRANDO, 1964. Fitoplancton Marino. EUDEBA, Bs. As., 157 pp.
- BARRON, E., 1983. The oceans and atmosphere during warm geological periods. Proceedings of the Joint Oceanographic Assembly 1982. General Simposia. Dalhousie University. Halifax, Nova Scotia, Canada. Ottawa, 1981, pp. 64-71.
- BRYAN, K., 1986. Man's Great Geophysical Experiment: Can we model the consequences? Oceanus, 29(4): 36-42
- CNUMAD-92, 1991. Informe Nacional sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo-Perú, Lima.
- DEVRIES, T. and W. PEARCY, 1982. Fish debris in sediments of upwelling zone off central Perú. A late quaternary record Deep-Sea Research, 28(1A): 87-104
- FLORES, M., 1989. La Zona Costera del Perú. Pub. CONCYTEC, pp. 1-65, Lima.
- FLORES, M., 1990. Medio Marino, Zonas Costeras y Recursos Pesqueros. Pub. CONCYTEC. El Mar Peruano y la Regionalización, pp. 56-64. Lima.
- Grupo de Trabajo Regional, 1988. Effects of climate changes in the South East Pacific Region. PNUMA/CPPS/UNEP, I Reunión Bogotá.
- Grupo de Trabajo Regional, 1991. Efectos de los Cambios Climáticos en los Ecosistemas Costeros y Marinos del Pacífico Sudeste. PNUMA/CPPS, II Reunión, Santiago.
- INEI, 1989. Instituto Nacional de Estadística e Informática
- GUILLEN, O, y CALIENES, R., 1981. Masas de Agua y Producción en el Perú. Bol. Inst. Mar/ICANE, Investigación Cooperativa de la Anchoqueta y su Ecosistema. Vol. Extraordinario. pp. 155-163
- GUILLEN, O., R. AQUINO, B. VALDIVIA, B. y R. CALIENES, 1978. Contaminación en el puerto del Callao. Inf. Inst. Mar del Perú N°62.
- GUILLEN, O., V. ASTHU, V. y R. AQUINO, 1980. Contaminación en el Perú. Inf. Inst.

Mar del Perú N°77.

- GUILLEN, O., 1985. Contaminación en la bahía de Ite. Inf. Interno, Dirección General de Oceanografía, Instituto del Mar del Perú.
- GUILLEN, O., N. LOSTANAU y M. JACINTO, 1985. Características del Fenómeno El Niño 1983-83. Bol. Inst. Mar del Perú. Vol. Extraordinario El Niño - Su Impacto en la Fauna Marina.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 1990. Climate Changes The IPCC Scientific Assessment WMO/UNEP, Cambridge, Univ. Press.
- Intergovernmental Oceanographic Commission, 1990. Global Sea Level observing system (GLOSS) Implementation Plan. IOC Tech. Ser. 35 UNESCO.
- JACINTO, M. y E. CONTRERAS, 1990. "Niveles de Hidrocarburos de Petróleo en las bahías de Talara, Callao, Pisco e Ilo (1988-89), Inf. CONPACSE.
- KAMEYA, A. y J. ZEBALLOS, 1988. Distribución y Densidad de Percebes *Pollicipes elegans* (Crustacea: cirripedia) en el mediolitoral peruano (Yasila, Paita, Chilca, Lima). Bol. Inst. Mar del Perú, 12:1-22.
- MUCK, P., O. SANDOVAL, O. y S. CARRASCO, 1987. Abundance of Sardine, Mackerel and Horse Mackerel eggs and larvae and their relationship to temperature, turbulence and anchoveta biomass off Perú. In: Pauly, D. and Tsukayama, I. (Eds.). The Peruvian Anchoveta and its Upwelling Ecosystem: Three Decades of Change. IMARPE, GTZ, ICLARM, pp. 276-293.
- NEYRA, R. M. JACINTO, M. CUADROS, G. SANCHEZ y E. JAIMES, 1991. Informe sobre el Desarrollo y el Medio Ambiente en el Sector Pesquero. Min. Pesq. - CNUMAD-92.
- ONERN, 1986. Los Recursos Naturales del Perú
- ORTLIEB, L., J. MACHARE, M. FOURNIER y R. WOODMAN, 1989. La Secuencia de Cordones Litorales de Colán (Piura): un registro del Fenómeno El Niño en el Holoceno Superior. Bol. Soc. Geol. Perú. V. 80, pp. 107-121.
- ROJAS DE MENDIOLA, B., O. GOMEZ y N. OCHOA, 1985. Efectos del Fenómeno El Niño sobre el Fitoplancton. Bol. Inst. Mar del Perú, Vol. Extraordinario El Niño - Su Impacto en la Fauna Marina, pp: 33-40
- TSUKAYAMA, I. y H. SANTANDER, 1984. Cambios Bióticos y Efectos sobre los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Perú.
- TEVES, N., 1973. Aspectos Sedimentarios y Estructurales del Sector Costanero Peruano frente a la Dorsal de Nazca. XVII Meeting IASPEI, Conference on Geodynamics. Bol. Soc. Geol. Perú T50, pp. 87-98 (1975).

- TEVES, N., 1976. Cuaternario en la Costa Peruana. II Congreso Latinoamericano. Geol. de Caracas-1973, T3 pp, 1887-1901.
- TEVES, N., 1980. Qué pasa a nuestro clima?. Rev. Ciencia y Tierra. UNI-Geol. N°1, pp. 18-20, Lima.
- TEVES, N., 1983. Proyecto de Encauzamiento del río Piura: Estudio Geomorfológico. Informe CORDEPIURA-OIST y Fuentes Ortiz, Piura.
- TEVES, N., 1986. Estudio del Impacto Sedimentológico de la Cuenca Alta del Río Jequetepeque en el reservorio de Gallito Ciego. Informe a ONERN-Dirección Ejecutiva del Proyecto Especial de Gallito Ciego.
- TEVES, N., 1989. Análisis de los Problemas de Erosión en la Costa Peruana. CPPS/PNUMA (OCA)-PSE COI WG 1/1, Bogotá.
- TEVES, N., 1989. Neotectonics in Peruvian Littoral. VI Inter-congress Pacific Science Association, Valparaíso-Viña del Mar, Chile.
- TEVES, N., 1990. Cambio Climático, Global y Variaciones del Nivel del Mar. Rev. Ingeniería-CIP, Año 1, N°2, pp. 53- 55, Lima.
- TEVES, N., 1990. Medio Marino y Recursos No Renovables. Pub. CONCYTEC: El Mar Peruano y la Regionalización, pp. 65- 70, Lima.
- TEVES, N., 1991. Las Variaciones de las Orillas en el Litoral Peruano. VII Cong. Per. Geol. Anales T. II, Lima.
- TEVES, N., 1991. Areas Inundables Potenciales de la Costa Peruana por Elevación de un Metro del Nivel del Mar en el Próximo siglo. II Reunión del Grupo Regional de la CPPS sobre Implicaciones de los Cambios Climáticos en los Ecosistemas Costeros y Marinos del Pacífico Sudeste, Santiago.
- TEVES, N., 1991. Informe Preliminar del Perú sobre Desarrollo y Medio Ambiente en la Costa peruana. Coordinador GNT/CPPS.
- TEVES, N., 1992. Erosion and acreccion processes during El Niño Phenomenon of 1982-83 and its relation to previous events. Int. Symp. on former ENSO Phenomeno in Western South America: Records of El Niño Events, Lima.
- UNESCO (COMAR) Working Group (1990) Relative sea-level change: a critical evaluation. UNESCO reports in marine sciences N°54.
- ZUZUNAGA, J., 1985. Cambios del Equilibrio entre la anchoveta (*Engraulis ringens*) y la sardina (*Sardinops sagax*) en el Sistema de Afloramiento frente al Perú. Bol. Inst. Mar Perú, Volúmen Extraordinario. El Niño, su impacto en la fauna marina. pp: 107-117.