1 INTRODUCCIÓN

La zona costera es una de las más productivas y diversas áreas naturales del mundo (Vellinga & Leatherman, 1989). Más del 21% de la población mundial vive en los primeros 30 km de la zona costera (Cohen *et al.*, 1997; Gommes *et al.*, 1997). Además, una considerable porción del PBI es también producido en las zonas costeras (Turner *et al.*, 1996); y muchas localidades costeras exhiben un crecimiento poblacional y PBI más alto que el de su promedio nacional; y una fuerte tendencia a la urbanización (Nicholls, 1995).

El presente Tomo sintetiza el análisis que ha realizado el subproyecto VA-05 sobre la vulnerabilidad y posibilidades de adaptación del ambiente marino y la pesquería a los potenciales cambios del nivel del mar y la temperatura en un horizonte hasta el año 2050, asociados al cambio climático global y a los eventos El Niño (EN). Además, se destaca los posibles efectos positivos que puede tener el calentamiento global sobre la distribución y abundancia de algunos recursos pesqueros. Si bien se considera que en general el impacto del cambio climático será negativo, también puede ser sustancialmente benéfico. En todas las regiones y sectores, el cambio climático generará una mezcla de costos y oportunidades cuyo efecto neto puede ser benéfico en algunas regiones y sectores. Para tomar ventaja de las oportunidades del cambio climático se requiere esfuerzo, iniciativa e inversión, por lo que dichos costos también deben ser considerados en el análisis de los efectos del clima.

Los impactos del cambio climático han sido descritos como una cadena de consecuencias causadas por el incremento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Los impactos de primer orden son las consecuencias directas para los procesos ambientales enlazados a la atmósfera. Los impactos de segundo orden son las consecuencias sobre los sectores económicos (sectores primarios) más estrechamente dependientes de los recursos naturales. Los impactos de tercer orden se refieren a los cambios en el valor económico asociado a los impactos de primer y segundo orden.

Una estimación nacional con sentido no puede ser obtenido de otra forma, ya que el total nacional es una suma de los impactos y beneficios locales y sectoriales.

2 MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Modelo de enfoque del estudio

El proyecto aborda el análisis de la vulnerabilidad marina y del sector pesquero al cambio climático a partir de los hallazgos de efectos en la infraestructura productiva y en los recursos marinos de importancia económica para el sector, como resultado de los impactos biofísicos del ecosistema marino-pesquero, que nos lleven a determinar la naturaleza y nivel de los impactos en las principales actividades socio-económicas del sector.

Como premisa para abordar la vulnerabilidad del sector pesquero se sistematiza los tipos de eventos, los detonantes del daño y la traducción de estos a daños característicos en el sector. Paralelamente, esta información ordenará la sistematización de la sensibilidad de los recursos, sean estos de explotación actual o potencial.

El análisis de la vulnerabilidad empieza por evaluar el impacto de primer orden, que son las consecuencias directas del cambio climático sobre los principales recursos marinos costeros, de manglar y estuario de los que depende la economía de la zona. Este primer análisis sirve para abordar posteriormente los impactos de segundo orden (sectores primarios), que incluyen las consecuencias en los sectores económicos más estrechamente dependientes de los recursos naturales, como el sector pesca, turismo, transportes y comunicaciones. Así, se evalúa el nivel de dependencia económica de la población de zonas aledañas a los puertos y caletas desde donde se extraen los recursos, la conservación del medio ambiente, el potencial del turismo y posibles daños a la infraestructura portuaria.

El modelo de enfoque (Figura 1) con que se desarrolla el proyecto parte de una sistematización de los eventos relacionados al cambio climático, sus detonantes y los daños que pueden generar a los bienes y servicios que el sistema natural proporciona a los diferentes sectores productivos. Por otro lado, el análisis de sensibilidad de los recursos no se limita a los recursos en explotación, sino también a los potenciales, que sólo se vislumbran durante eventos EN. El enfoque sectorial del modelo está basado en las sugerencias de los principales autores que han evaluado la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático (Nicholls, 1998; Burton et al., 1998). En cada sector se prioriza un grupo mínimo de rubros vulnerables, a fin de no complicar el análisis. Para la valoración de la vulnerabilidad de cada rubro se estableció índices de percepción de la vulnerabilidad al incremento de la temperatura (IPVT) y a la elevación del nivel del mar (IPVN). En este modelo se optó por establecer escenarios de vulnerabilidad con eventos EN y sin eventos EN, para la actualidad y horizontes futuros del año 2020 y

2050, ya que EN constituye la variabilidad climática de mayor importancia en la localidad. Este enfoque desemboca en la identificación de problemas de mayor trascendencia en cada sector y las posibles medidas de adaptación, que deben ser sugeridas a la comunidad, de modo que, no sólo se informe de lo que probablemente sucederá, sino también de lo que pueden hacer los diferentes agentes socio-económicos que son parte de la comunidad, para protegerse y prevenir daños ocasionados por el cambio climático y los eventos EN, sobre todo en lo que respecta a medidas preventivas, con el fin de reducir su vulnerabilidad y manejar mejor el riesgo de desastre, así como las oportunidades que se identifiquen de los impactos positivos del cambio climático.

MODELO DE ENFOQUE

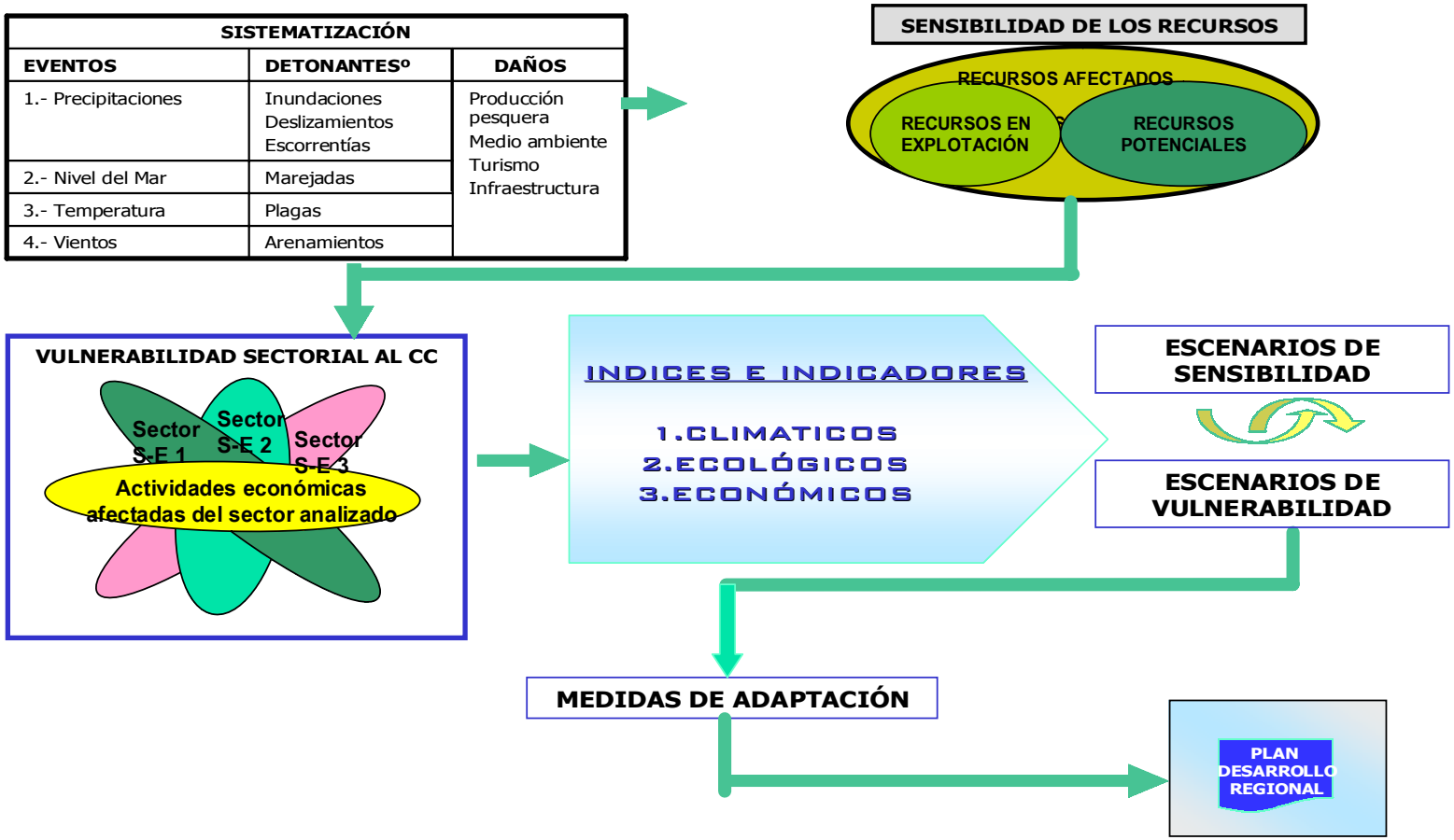


Figura 1. Modelo de enfoque

2.2 Metodología de trabajo

2.2.1 Obtención de datos

Los datos para el desarrollo del estudio fueron obtenidos de cuatro diferentes fuentes: (1) de la bibliografía existente sobre el área de estudio y zonas aledañas (Arntz & Valdivia, 1985; Dedios, 1981; Encinas, 1994; Jacinto *et al.*, 1997; Kohn, 2002; Mayor, 1996; MINPE, 1976; OBECOB, 1976, 1977; Tafur *et al.*, 2000; Tarazona y Valle, 1999; León, 2001; Tarazona & Arntz, 2001; Tarazona *et al.*, 2001; Tamblyn, 1999; Yupanqui, 2001; Martínez *et al.*, 2004); (2) de las estadísticas socio-económicas existentes del INEI, Vice-Ministerio de Pesquería, Instituto del Mar del Perú, Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina, entre otros; (3) de la caracterización oceanográfica y biológica desarrollada dentro del proyecto (ver Tomo I del presente Informe Final del Proyecto); y (4) del desarrollo de una encuesta a pescadores de Sechura. Las encuestas a pescadores artesanales y a empresas del sector pesca fueron desarrolladas del 30 de marzo al 4 de abril del 2004. (Tabla 1)

Tabla 1. Número de pescadores artesanales encuestados del 30 de marzo al 4 de abril del 2004.

Zona	Muestra Poblacional (Pescadores)	Pescadores Encuestados	% de Pescadores Encuestados
Parachique	121	109	90,1
La Tortuga	49	7	14,3
Sechura	42	0	0,0
Vice	27	0	0,0
Puerto Rico	19	21	110,5
Becara	19	10	52,6
Latirá	18	3	16,7
Nuevo Chuyillachi	16	11	68,8
Constante	16	16	16,0
Matacaballo	12	14	116,7
La Bocana	12	0	0,0
Total	351	191	54,4

La encuesta a pescadores artesanales se programó en 11 localidades de Sechura. Sin embargo, fue exitosa sólo en 8 de elllas: Parachique, La Tortuga, Puerto Rico, Becara, Letira, Nuevo Chuyillachi, Constante y Matacaballo; y se logró encuestar a un total de 191 pescadores artesanales. La encuesta tuvo como objetivos:

- Conocer la situación socio-económica del pescador artesanal en Sechura.

- Conocer su vulnerabilidad y su capacidad de adaptación frente a desastres naturales.
- Determinar la diversidad de los artes de pesca que operan en Sechura.
- Identificar su problemática dentro del sector pesquero.

La encuesta a empresas pesqueras se realizó a todas las empresas ubicadas en Sechura (Pacífico Sur S.A., Corporación Pesquera Inca S.A., Corporación Pesquera Coishco S.A., Empresa Pesquera Puerto Rico S.A.C., Conservera Garrido S.A.), pero sólo dos de ellas resolvieron integralmente la encuesta. Los objetivos de dicha encuesta fueron:

- Obtener información básica de las empresas pesqueras que operan en la bahía de Sechura, en relación a los efectos sufridos en la infraestructura productiva y otros, durante los últimos eventos El Niño (1992-93 y 1997-98).
- Conocer las medidas de contingencia que se aplicaron en eventos climáticos semejantes. Igualmente conocer las mejoras ambientales implementadas a la fecha, en los PAMAs o EIAs de la planta pesqueras.

El trabajo de campo consistió en realizar la entrevista directamente con el pescador artesanal, siendo muchas veces rechazados, a pesar de manifestarles la importancia de la encuesta y lo beneficioso que sería para ellos que nos proporcionaran esa información; sin embargo, en algunas caletas como Constante y Matacaballo, los pescadores mostraron interés y colaboraron en la encuesta. En otros lugares como Nuevo Chuyillachi y Becara, se tuvo que conversar antes con un dirigente del pueblo o de algún gremio de pescadores, y así éste hacía de intermediario entre el encuestador y el encuestado, de tal manera que se le brindaba confianza al pescador para que acceda a la entrevista, la que se realizó en cada uno de sus hogares.

2.2.2 Análisis de vulnerabilidad

– Esquema conceptual

Para el análisis de la vulnerabilidad, se estableció un esquema conceptual (Figura 2) que ordena las actividades, tanto por el lado del análisis biofísico, como por el lado del análisis de la afectación económica y social del sector. El esquema constituye una matriz que cruza dos tipos de entradas:

a. Tipos de actividades
b. Fases del estudio

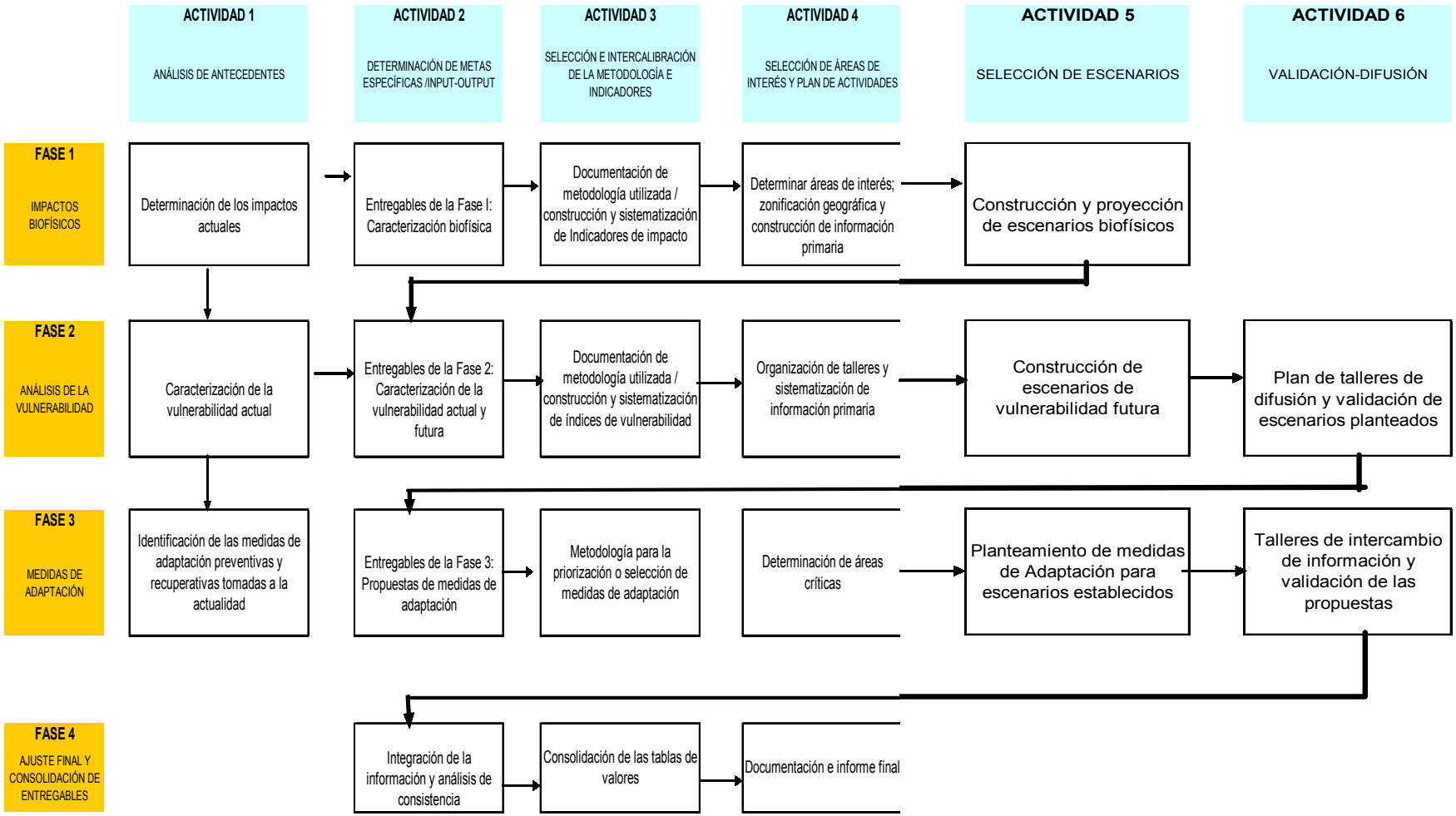


Figura 2. Fases y actividades del proyecto para evaluar los impactos del cambio climático en el ambiente marino costero y la pesquería.

Los tipos de actividades abordan aquellas que van desde la evaluación de la información existente, hasta cómo se va integrando con la información requerida; así como con los productos de otros subproyectos del Proyecto PROCLIM, para la generación de contenidos y validación de parte del usuario de la información de los contenidos finales propuestos.

Las fases del estudio abordan la división del trabajo en el subproyecto, separadas según se trate del análisis de los impactos biofísicos al ambiente natural, de lo que significan esos impactos para la economía, infraestructura y turismo. Es decir, la vulnerabilidad según el modelo de enfoque. Luego se abordan las medidas de adaptación que serán necesarias para prevenir o mitigar la vulnerabilidad del sector y finalmente se identifica una fase de consolidación de medidas de adaptación, necesaria para estandarizar las propuestas de cada subproyecto.

– Índices de vulnerabilidad

Con la idea de relacionar cuantitativamente la vulnerabilidad de los diferentes sectores y el mismo sector en diferentes escenarios climáticos, se estableció un índice de percepción de la vulnerabilidad sectorial:

$$IVS=\sqrt{((v_1 * v_2 * v_3 * \ldots v_n)/N)}$$

donde, v_1, v_2, v_3 y v_n son los coeficientes de vulnerabilidad específica de cada variable priorizada del sector socio-económico en estudio; N es el número de variables que están siendo consideradas en el sector. Para cuantificar los diferentes niveles de vulnerabilidad específica de una variable o rubro se estableció un ranking de coeficientes de 0 a 3 (Tabla 2).

Tabla 2. Ranking de coeficientes de vulnerabilidad.

Nivel de vulnerabilidad	Ranking de coeficientes de vulnerabilidad
Excepcionalmente negativo	3
Fuertemente negativo	2
Negativo moderado	1
Nulo	0

En el presente estudio se analiza por separado el impacto de los dos componentes de la vulnerabilidad más relacionados al cambio climático – la elevación del nivel del mar y el incremento de la temperatura – en lo posible

sobre cuatro sectores: el ambiente natural y biodiversidad, la pesca, la infraestructura y el turismo. Se recurrió a la experiencia de especialistas en el tema y técnicos del lugar para establecer un índice de percepción de la vulnerabilidad a la elevación del nivel del mar (IPVN) y otro al incremento de la temperatura (IPVT) utilizando el ranking de coeficientes de vulnerabilidad (Tabla 2).

En el análisis del sector pesquero toman relevancia las especies de consumo humano directo, las usadas en la producción industrial de alimentos procesados y las de otros usos industriales, los que permiten determinar cuánto puede verse afectada la economía de la población que depende del recurso. Sin embargo, para un enfoque más integral, incluimos también un análisis adicional de qué tanto puede afectar al sector pesquero el impacto indirecto proveniente de otros sectores afectados también por el cambio climático. Bajo esta premisa se incluye también el análisis de los sectores de infraestructura y comunicaciones, turismo, y ambiente natural y biodiversidad.

Finalmente, considerando que la magnitud de los cambios estimados para el cambio climático global son pequeños y sólo resultan significativos cuando se presenta un evento EN, todo el análisis de vulnerabilidad y las propuestas de medidas de adaptación toman en consideración los estados con eventos EN y sin evento EN.

– Análisis de vulnerabilidad actual

Para evaluar la vulnerabilidad actual a la elevación del nivel medio del mar inducida por el cambio climático, se analizan dos escenarios probables, con referencia al año 2005:

- N1: escenario que implica un nivel de elevación del nivel del mar hasta 0,2 cm, como consecuencia del cambio climático.
- N2: escenario que implica 60,2 cm de elevación del nivel del mar, como consecuencia de un evento El Niño fuerte y el incremento adicional del nivel del mar generado por el cambio climático.

Para evaluar la vulnerabilidad actual al incremento de la temperatura superficial del mar inducido por el cambio climático, se establecieron dos escenarios, tomando como referencia el año 2005:

- T1: escenario que implica una ausencia de incremento de temperatura superficial del mar a consecuencia del cambio climático, catalogado como año sin evento El Niño.
- T2: escenario que implica 6°C de incremento de la temperatura superficial del mar, como consecuencia de un hipotético evento El Niño de fuerte intensidad, catalogado como año con evento El Niño.

– Análisis de vulnerabilidad futura

Para evaluar la vulnerabilidad futura a la elevación del nivel medio del mar inducida por el cambio climático, se analizan dos escenarios probables al año 2020:

- N3: escenario que implica un nivel de elevación del nivel del mar hasta 6 cm, como consecuencia del cambio climático.
- N4: escenario que implica 66 cm de elevación del nivel del mar, como consecuencia de un evento El Niño fuerte y el incremento adicional del nivel del mar generado por el cambio climático.

Igualmente, haciendo el paralelo, se analizan otros dos escenarios probables al año 2050:

- N5: escenario que implica un nivel de elevación del nivel del mar hasta 21 cm por encima del promedio, como consecuencia del cambio climático.
- N6: escenario que implica 81 cm de elevación del nivel del mar, como consecuencia de un evento El Niño fuerte, sumado el incremento de nivel del mar generado por el cambio climático.

Las estimaciones de elevación de nivel del mar a consecuencia del cambio climático fueron tomadas de los resultados de los modelos CCSR/NIES y GFDL utilizados por el SENAMHI, como parte del Proyecto PROCLIM. En los escenarios N2, N4 y N6 que son escenarios bajo condiciones de evento El Niño, se adicionó 60 cm de elevación adicional, que corresponde a un hipotético evento El Niño de tipo fuerte.

Adicionalmente, se establecieron curvas de nivel de elevación para toda el área de estudio, de 0 a 500 m de altitud, utilizando imágenes del sensor

ASTER del satélite TERRA (Anexo 1 del Tomo1 del Informe Técnico Final), con el fin de georeferenciar y delimitar las áreas que podrían ser inundadas por la elevación del nivel del mar bajo los diferentes escenarios de vulnerabilidad propuestos. La magnitud del área costera analizada se delimitó incluyendo los cordones litorales que muestran las líneas costeras del pasado. (Figura 3)

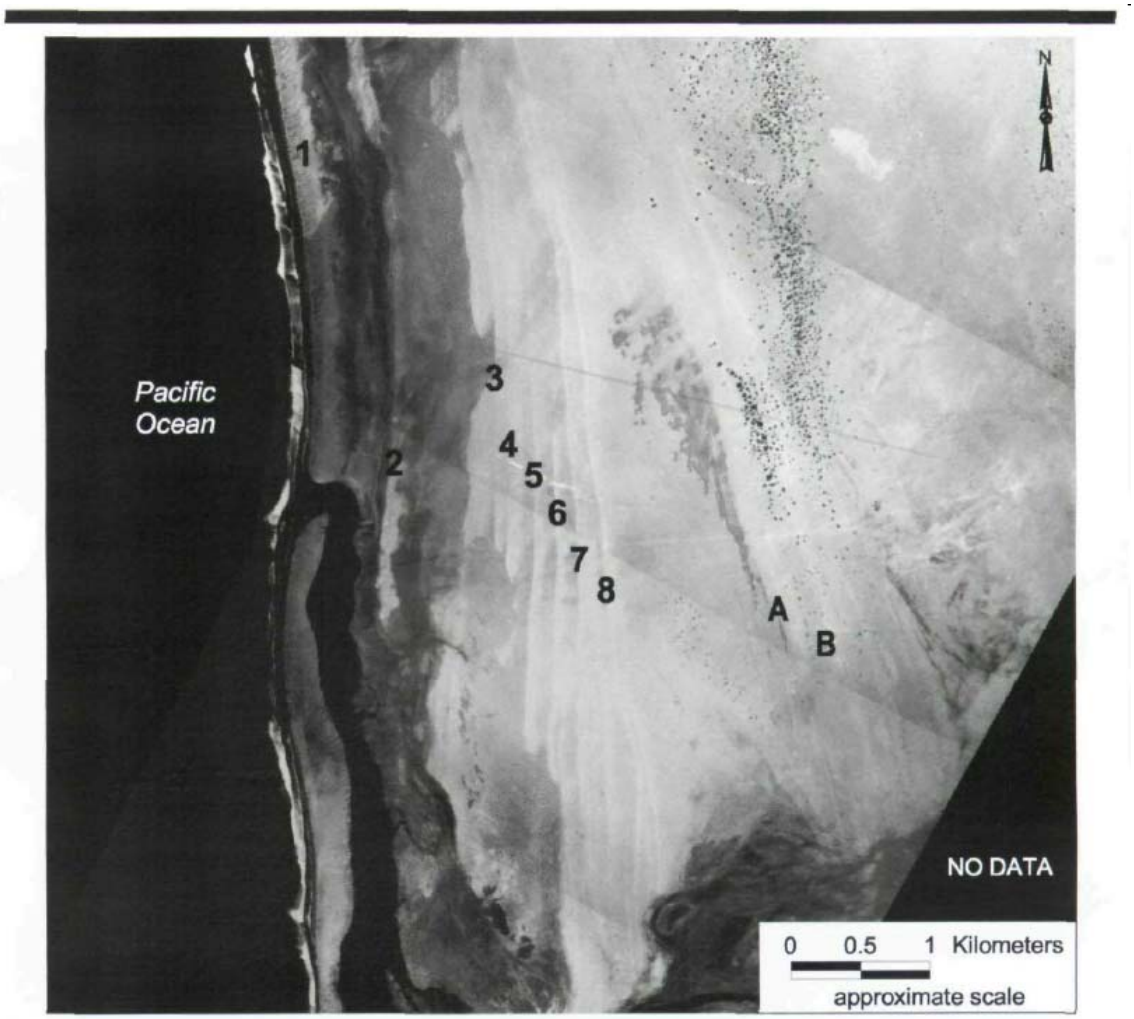


Figura 3. Esquema numeral de los cordones litorales de Piura. Las letras A-B muestran la localización de los cordones adicionales hacia el continente que no son incluidos en el esquema de numeración anterior. (Richardson y McConaughy, 1987)

Para evaluar la vulnerabilidad futura al incremento de la temperatura al año 2020, se establecieron dos escenarios:

- T3: escenario que implica un incremento de la temperatura superficial del mar hasta 0,6°C, como consecuencia del cambio climático, denominado escenario sin evento El Niño.
- T4: escenario que implica 6,6°C de incremento de la temperatura superficial del mar, como consecuencia de un hipotético evento El Niño fuerte y el incremento adicional de temperatura generado por el cambio climático.

Igualmente, haciendo el paralelo, se analizan otros dos escenarios probables al año 2050:

- T5: escenario que implica un incremento de la tempetarura superficial del mar hasta 1,2°C por encima del promedio, como consecuencia del cambio climático.
- T6: escenario que implica 7,2°C de incremento de la temperatura superficial del mar, como consecuencia de un hipotético evento El Niño fuerte, sumado el incremento de temperatura generado por el cambio climático.

Las estimaciones de incremento de la temperatura superficial del mar a consecuencia del cambio climático fueron tomadas de los resultados de 6 modelos regionales utilizados por el SENAMHI, como parte del Proyecto PROCLIM. En los escenarios T2, T4 y T6, que son escenarios bajo condiciones de evento El Niño, se adicionó 6°C de incremento adicional de temperatura, que corresponde a un hipotético evento El Niño de tipo fuerte.

2.2.3 Identificación de medidas de adaptación

El estudio incluye la propuesta de medidas de adaptación por sectores. Para este fin en primer lugar se integró la vulnerabilidad generada por el incremento de la temperatura y la elevación del nivel del mar, lo cual permite identificar los problemas más importantes en cada sector productivo estudiado. Luego para la solución de los problemas se identificaron tres tipos de medidas de adaptación, de las cuales se seleccionó la más adecuada, que constituye la propuesta de medida de adaptación.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización socioeconómica del sector pesquero en Sechura

3.1.1 Importancia económica del sector pesquero en la región Piura

Piura es una región en la que destacan cuatro sectores productivos: el agropecuario, comercio y turismo, minería e industria. Como podemos ver, el sector pesca no tiene un lugar entre las principales actividades productivas de aportación al PIB regional. La Tabla 3 muestra el orden de aportación de los principales sectores productivos en la región Piura. La aportación del sector pesquero al PIB regional es de 7,7%, frente a otros sectores que encabezan el ranking de aportación. Sin embargo, estos principales sectores de Piura no tienen una ubicación privilegiada a nivel nacional, como sí lo tiene el sector pesca.

Tabla 3. PIB por actividades económicas de la Región Piura. (Fuente: BADATUR)

Sector	Años			
	2000	2001	2002	2003
Agricultura, Caza y Silvicultura	21,8	22,5	23,2	23,6
Comercio, Rest. y Hoteles	18,9	19,5	20,1	20,6
Explotación de Minas y Canter.	14,5	15,0	15,4	15,7
Industria	17,1	15,3	13,4	12,0
Pesca	6,9	7,1	7,4	7,7
Otros servicios	6,9	6,9	7,0	6,8
Producto, Servicio Gubern.	5,8	5,8	5,8	6,0
Alquiler de Vivienda	3,4	3,5	3,5	3,6
Construcción	4,7	4,4	4,2	4,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

El sector pesquero, interés central de nuestro análisis, si bien no destaca a nivel de aportación regional a su PIB, si tiene un peso relevante si vemos su aportación al PIB nacional sectorial, como se puede apreciar en la Tabla 4. Sin embargo, ese lugar en los rankings de aportación sectorial nacional de parte de los sectores que encabezan el PIB regional no se da, por el contrario, estos sectores no aparecen como aportantes de peso en relación con otras regiones que tienen aportaciones más significativas.

Es importante destacar que uno de los grandes centros de atención en lo que respecta a vulnerabilidad del sector pesquero se concentra en Piura y sus caletas, dado que con Ancash y Lima corresponden a alrededor del 82,70% de la producción nacional.

Tabla 4. Producto bruto interno del sector pesca por departamentos durante el año 2001. (Fuente: INEI y Ministerio de la Producción)

Departamento	S/. (x 1000000)	Porcentaje (%)
Ancash	251	41,35
Piura	**163**	**26,85**
Lima	88	14,50
Ica	53	8,73
La Libertad	31	5,11
Total	607	100,00

3.1.2 Peso económico de la producción pesquera de la provincia de Sechura en el sector pesquero de la región Piura

– Población económicamente activa y su participación en el sector

Sechura, con 52555 habitantes, es una provincia que concentra una importante proporción de la actividad pesquera de la región Piura. A nivel nacional su producción pesquera representa el 4,78% y a nivel regional el 47,67%, compitiendo con Paita y Talara. (Tabla 5)

Tabla 5. Producción pesquera por provincias, Región Piura, 2002. (Fuente: Dirección Nacional de Extracción y Procesamiento Pesquero)

Provincia	Volumen TM	Porcentaje (%)
Sechura	376862,94	47,67
Paita	413581,07	52,32
Talara	51,19	0,01
Total	790495,20	100,00

Asimismo, la pesca, junto con la agricultura, es uno de los sectores que tienen la población económicamente activa (PEA) más alta, que corresponde aproximadamente al 33%, de los cuales 36,5% son hombres y el 7% mujeres. Los grupos de edad que predominan son de 15-29 y 30-44 años. Asimismo, sorprende el número alto de niños (6-14 años) que trabajan en este sector. (Tabla 6, Figuras 4-6)

Tabla 6. Población económicamente activa (PEA) de 6 años y más por sexo y grupos de edad según sector de actividad: 1993. (Fuente: INEI)

Sector	Total	Hombres	Mujer	Grupos de Edad				
				6-14 años	15-29 años	30-44 años	45-64 años	65 y más años
Provincia de Sechura	12986	11135	1851	571	5419	3941	2370	685
Agricultura	3951	3756	195	107	1300	1100	1029	415
Pesca	4192	4063	129	201	2062	1197	634	98
Minería	11	10	1	1	4	5	0	1
Manufactura	813	630	183	17	350	281	132	33
Construcción	230	226	4	2	79	83	53	13
Comercio	1177	841	336	27	456	419	222	53
Transporte y comunicaciones	422	397	25	6	148	186	71	11
Administración pública y defensa	183	123	60	0	82	77	18	6
Enseñanza	245	103	142	0	94	127	21	3
Otros	1762	986	776	210	844	516	190	52

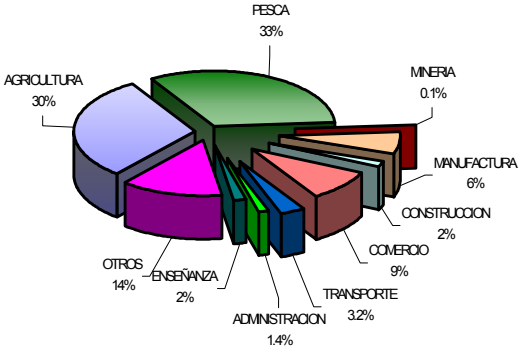


Figura 4. Estructura porcentual de la PEA de 6 años a más según sector actividad en Sechura: 1993. (Fuente: INEI)

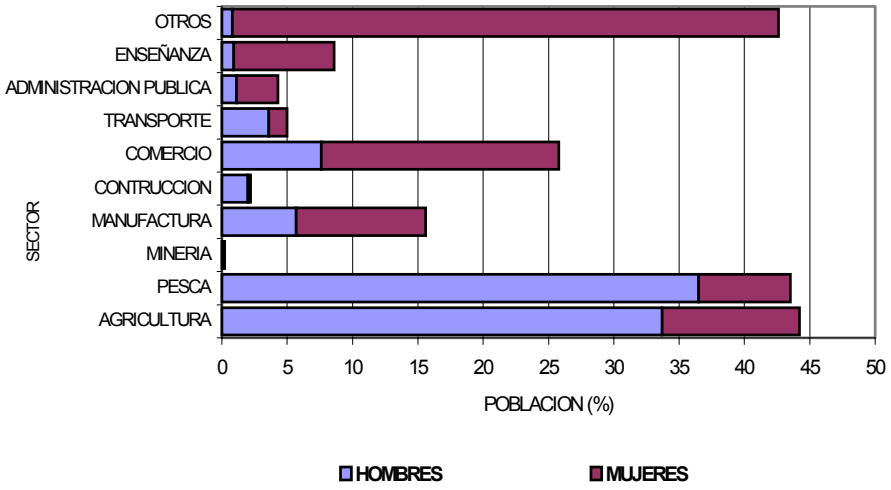


Figura 5. Estructura porcentual de la PEA por sexo y sector de actividad en Sechura: 1993. (Fuente: INEI)

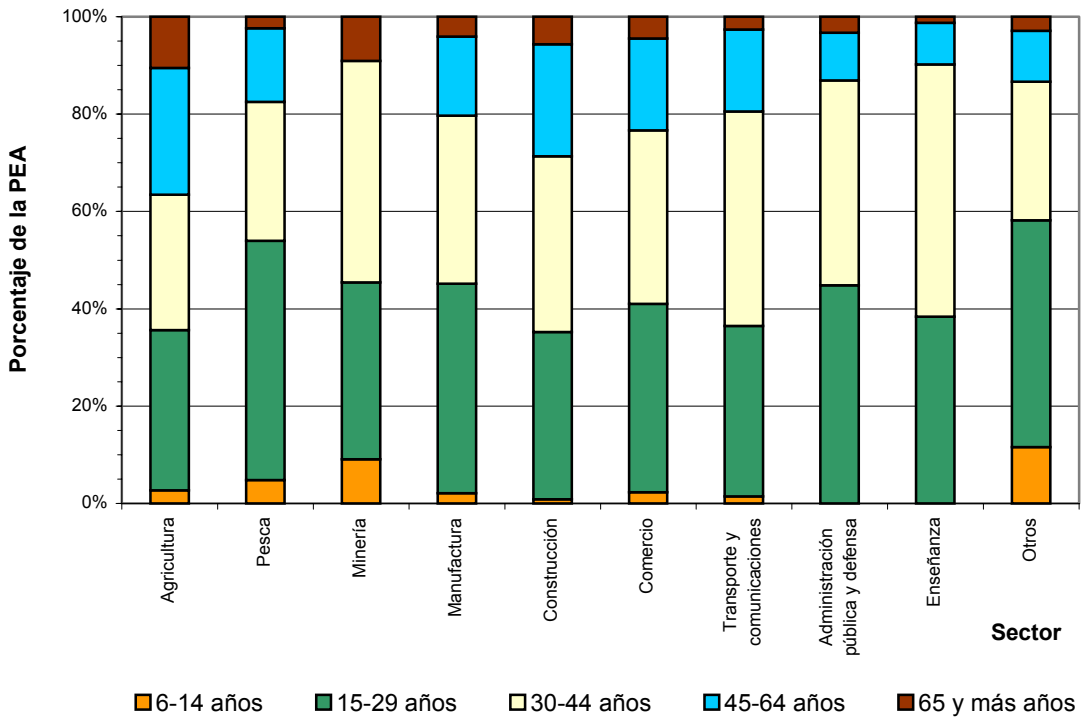


Figura 6. Porcentaje de la PEA según sector de actividad y grupos de edad en Sechura: 1993. (Fuente: INEI)

– <u>Principales caletas de pesca y su importancia productiva e infraestructura asociada</u>

Las caletas que actualmente existen en la Provincia de Sechura se diferencian entre ellas básicamente por el nivel de su infraestructura y la cantidad de pescadores artesanales e industriales que concentran. No se cuentan con estadísticas oficiales de PIB correspondiente a la provincia. Sin embargo, podemos darnos una idea de la importancia de cada caleta si vemos la cantidad de pescadores que alberga cada una de ellas, su infraestructura turística y de veraneo, y la infraestructura portuaria, industrial e institucional (Tablas 7-9).

Tabla 7. Pescadores por caleta en la Provincia de Sechura: 1995. (Fuente: INEI)

Caleta	Con poblaciones de vivienda cerca del mar	Total	Clase de pesca	
			Artesanal	Industrial
Total Sechura		4740	4010	730
Parachique	Sí	1790	1380	410
Tortuga	Sí	560	560	0
Sechura	No	580	480	100
Vice	No	328	308	20
Puerto Rico	Sí	322	222	100
Becara	No	270	220	50
Letira	No	250	200	50
Chulliyachi	Sí	180	180	0
Constante	Sí	180	180	0
Matacaballo	Sí	140	140	0
La Bocana	Sí	140	140	0

Tabla 8. Infraestructura turística de Sechura.

Manglares	Playas	Balnearios
San Pedro Palo Parado	Constante Parachique Puerto Rico Mata Caballo Vichayo Estuario de Virrilá	Chulliyachi San Pedro

Tabla 9. Principal infraestructura industrial, institucional, portuaria e industrial asociada al sector pesca de Sechura.

Tipo	Descripción
Industrial e institucional (Entre Parachique y Constante)	Atunera del Mar (Fábrica de harina de pescado) Peruvian (Fábrica de harina de pescado) Coshco (Fábrica de harina de pescado) Sur del Pacífico (Fábrica de harina de pescado) Garrido (Fábrica de harina de pescado) FONDEPES (Institución pública)
Portuaria	Muelles Embarcaciones artesanales
Carreteras	Carretera Parachique a Delicias Carreteras del área de Bayovar

– Identificación de las principales actividades productivas del sector pesquero y de los principales agentes que intervienen

Los recursos del sector pesquero generan una serie de productos y servicios de los cuales depende directa o indirectamente una gran parte de la población de Sechura. Estos recursos son utilizados en su mayor parte para la producción industrial de harina y aceite de pescado. (Tablas 10-11)

Tabla 10. Tipos de agentes, productos y servicios relacionados al sector pesca de Sechura.

Tipos de productos y servicios generados a partir de los recursos del sector pesquero	Tipos de agentes productivos dependientes de los recursos del sector pesquero	
	Directamente	**Indirectamente**
1. Pescados y mariscos frescos 2. Harina de pescado	▸ Pescadores artesanales	
3. Pescados y mariscos congelados 4. Pescados y mariscos vivos	▸ Acuicultores de concha de abanico	
5. Fosfatos	▸ Fabricantes ▸ Mineros ▸ Obreros ▸ Estibadores	
6. Transporte		▸ Transportistas de carga
7. Intermediación mayorista y minorista en la venta de pescado fresco		▸ Transportistas de pasajeros
8. Comercio ambulatorio de alimentos y bebidas		▸ Intermediarios mayoristas
9. Comercio de artículos accesorios a la pesca		▸ Intermediarios minoristas ▸ Estibadores ▸ Ambulantes

Tabla 11. Producción pesquera industrial (t), Sechura 1997-2002.

Actividad	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Enlatado	0	364,647	622,46	924,11	262,00	242,96
Congelado	577,883	0	718,95	1909,79	11321,00	7869,72
Harina	72772,891	90907,894	115209,09	116710,85	68284,00	85281,92
Aceite	6639,278	15662,410	20566,94	14245,05	1677,00	7493,70
Total	79990,052	106934,951	137117,44	133789,80	81542,61	100888,29

Al 2002, Piura contaba con 9103 pescadores y 2200 embarcaciones en 24 puertos, caletas o bases; mientras que en Sechura existían aproximadamente 2500 pescadores industriales y 180 embarcaciones industriales, que se dedican a extraer recursos del mar para usos industriales, cuyo mercado está dominado por el de exportación.

Asimismo, existen en la actualidad aproximadamente 6234 pescadores artesanales y 1200 embarcaciones artesanales que dan vida la extracción de especies del mar para el comercio de pescado fresco. (Tabla 12)

Tabla 12. Producción pesquera artesanal (t), Sechura 2000-2003*.

Nombre común	Nombre Científico	2000	2001	2002	2003*	Total	%
Lisa, lisa común, come barro	*Mugil cephalus*	2712,41	1125,95	856,40	981,30	5675,05	0,30
Cabrilla, cagalo, bagalo	*Paralabrax humeralis*	1054,16	658,41	901,09	288,26	2901,92	0,15
Cachema, ayanque	*Cynoscion analis*	1111,62	765,91	300,58	333,28	2511,39	0,13
Caballa, verle, macarela	*Scomber japonicus*	1074,33	309,17	484,89	539,95	2408,33	0,13
Coco, suco, roncador	*Paralonchurus peruanus*	268,05	685,02	285,10	279,10	1517,26	0,08
Anguila común	*Ophichthus pacifici*		297,13	618,34	388,73	1304,20	0,07
Otros		518,13	418,63	1309,01	403,75	2649,52	0,14
Total		2972, 13	2475,85	2997,91	1944,81	18968,67	

* Año incompleto

– <u>Principales especies de extracción marina de las que dependen las principales actividades económicas del sector pesquero</u>

  - **Peces**

En la Provincia de Sechura, las especies que son extraídas son utilizadas tanto para el consumo humano directo como para el industrial (Tabla 13).

Tabla 13. Principales especies de peces.

Consumo humano directo		Consumo industrial	
Nombre Común	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**Nombre Científico**
Lisa, lisa común, come barro	*Mugil cephalus*	Anchoveta	*Engraulis ringens*
Cabrilla, cagalo, bagalo	*Paralabrax humeralis*	Samasa	*Anchoa nasus*
Cachema, ayanque	*Cynoscion analis*	Jurel	*Trachurus picturatus murphyi*
Caballa, verle, macarela	*Scomber japonicus*	Sardina	*Sardinops sagax sagax*
Coco, suco, roncador	*Paralonchurus peruanus*		
Anguila común	*Ophichthus pacifici*		

La anchoveta es destinada a la producción de harina y aceite de pescado, y entre los años 1996 y 1998 el puerto de Paita representó entre el 10 y 14% del total nacional de harina producida. La producción de harina en Paita tuvo su mayor valor en 1996 con 279604 t, y decreció durante EN 1997-98 debido a la disminución de los desembarques de anchoveta (disminución considerable de desembarque destinada a harina llegando hasta 7 t en Paita y 16 t en Parachique) y sardina. (Figura 7)

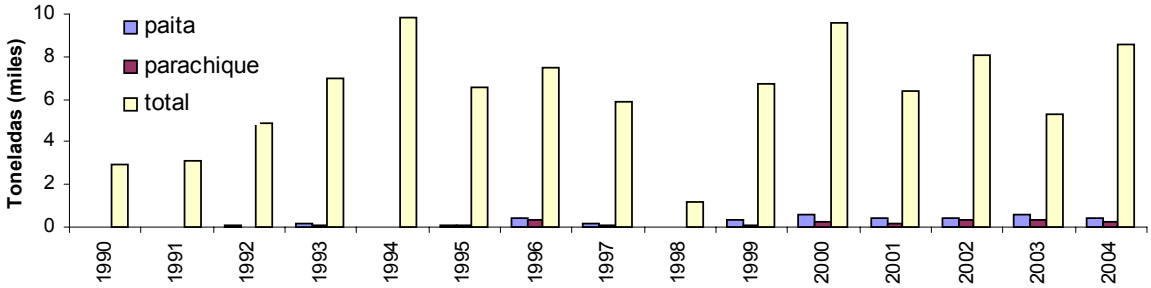


Figura 7. Desembarque de anchoveta para harina en la zona de Piura y el total nacional.

Las especies que más aportan al enlatado son la sardina, el jurel y la caballa. La sardina representó la mayor producción en la década del 90, disminuyendo a partir del 2001 a raíz de los bajos niveles de desembarques en los últimos años, especialmente en El Niño 1991-93 y El Niño 1997-98. En cambio la producción de jurel y caballa tuvo un ascenso a partir del 1997, lo que aportó más al total nacional dado antes por la sardina. (Figura 8a)

Las especies que más aportan a la producción de congelado son la pota (*Dosidicus gigas*), merluza (*Merluccius gayi peruanus*), sardina y en menor medida jurel, caballa y calamar (*Loligo gahi*). A partir de la década del 90 la producción de pota y merluza fueron las más significativas, siendo afectada drásticamente por la llegada de El Niño 1997-98, tendiendo a una recuperación en los años posteriores. A partir del 2000 se considera al calamar un recurso que aporta significativamente a la producción de congelado. (Figura 8b)

Las especies que más aportan a la producción de curado son caballa, jurel y merluza, y en menor medida ayanque, cabrilla y tollo *Mustelus* spp. (demersales). La caballa y jurel a través del tiempo son los que más

aportaron al total nacional, presentando un descenso en los años 1992 y 1998 (años Niño). (Figura 8c)

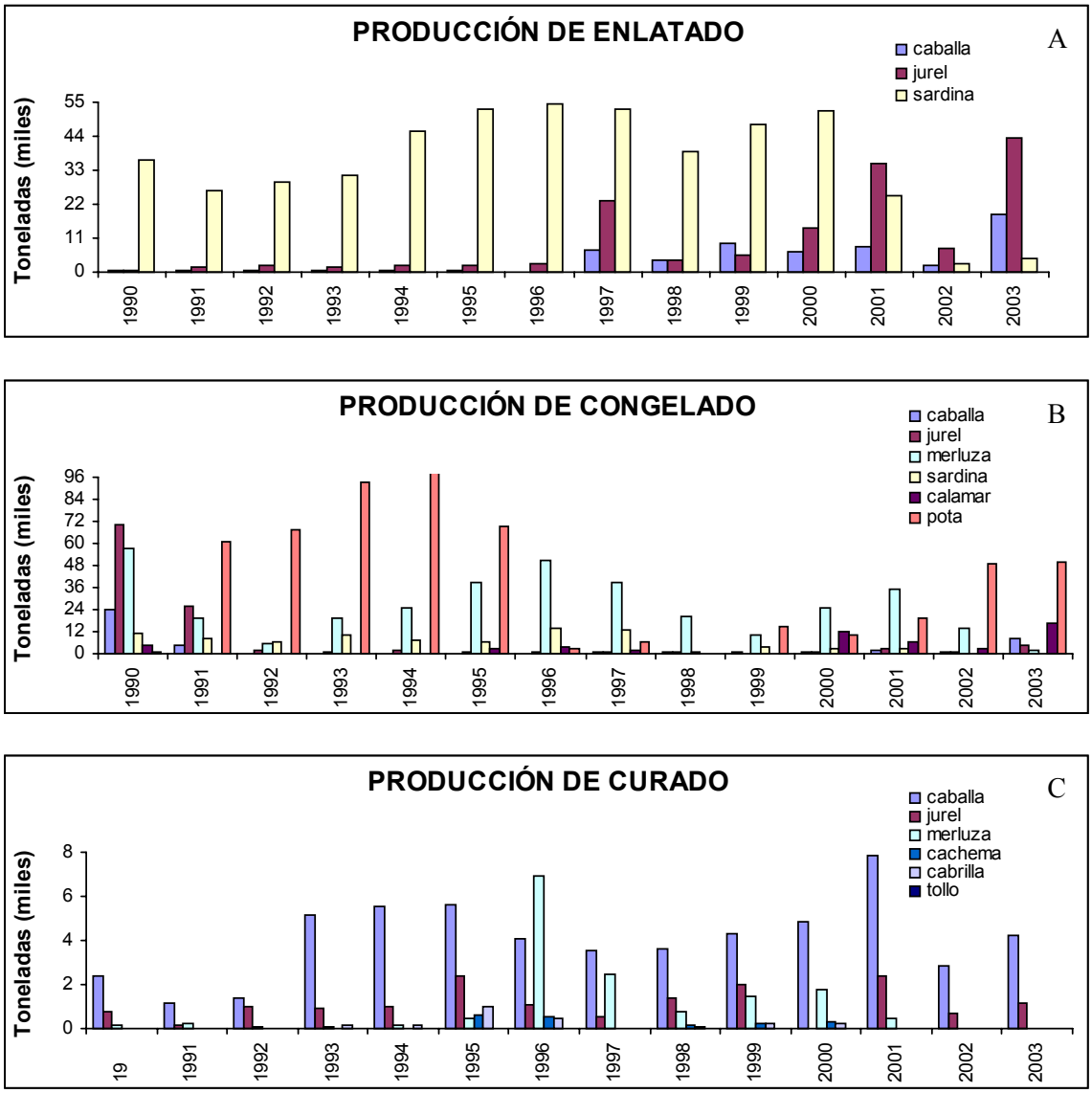


Figura 8. Variación de la producción según tipo de utilización y según especie.

- **Mariscos**

Entre las principales especies que capturan los marisqueros del litoral de Sechura están la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), el caracol (*Stramonita chocolata*), el pulpo (*Octopus mimus*) e incluso pescado, siendo la concha de abanico la que lleva el liderazgo en la producción en una mayor proporción que el resto de especies y sabemos que la mayoría de la población se emplea en la marisquería. Sin embargo, no existen estadísticas precisas y respaldadas formalmente, que podamos utilizar

para comparar niveles de producción y su respectiva valorización. (Figuras 9-12)

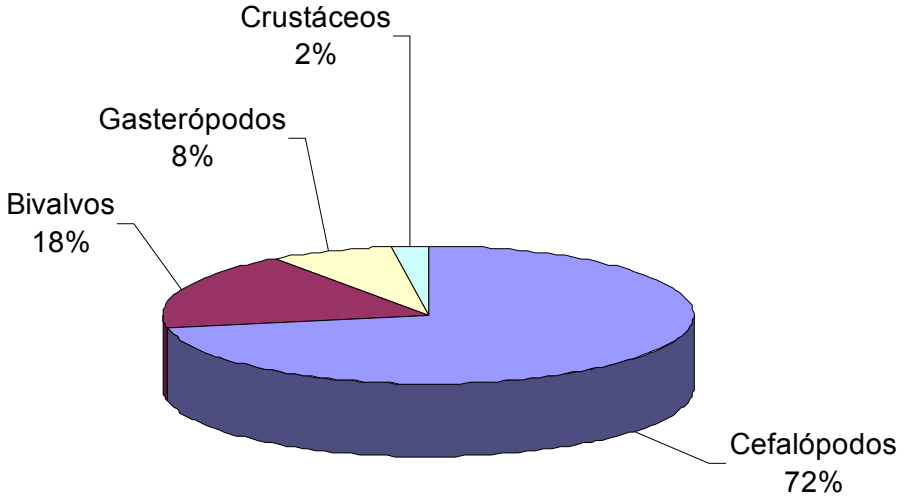


Figura 9. Desembarque por de invertebrados por grupos taxonómicos en la Bahía de Sechura, 1999-2003.

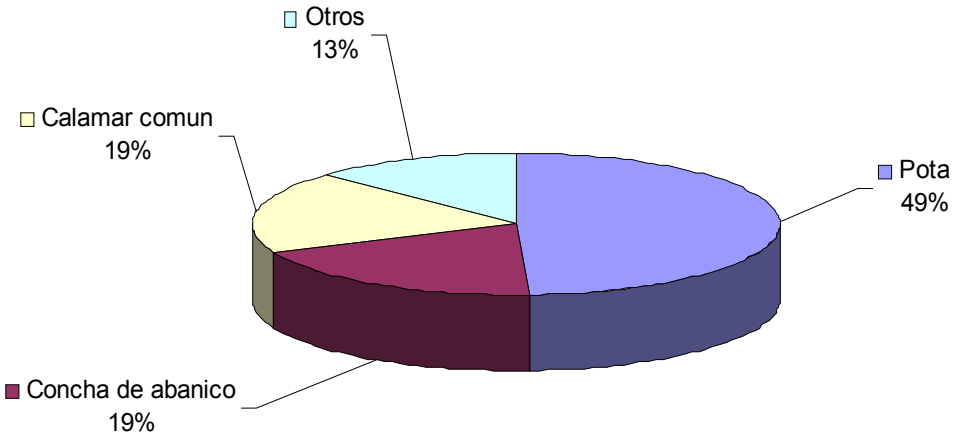


Figura 10. Desembarque porcentual de moluscos en la Bahía de Sechura, 1999-2003.

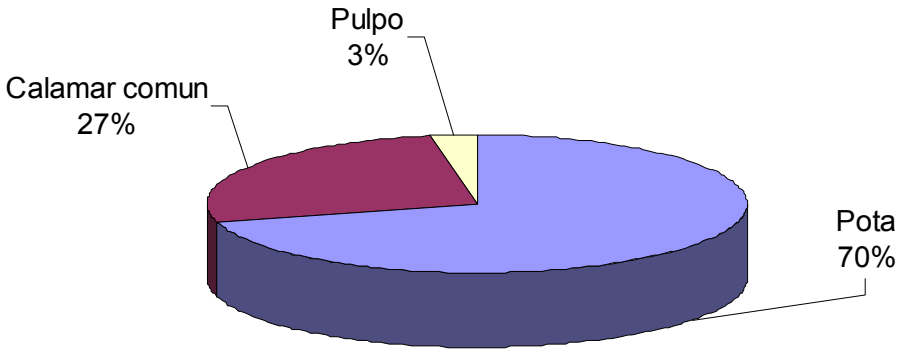


Figura 11. Desembarque porcentual de cefalópodos en la Bahía de Sechura, 1999-2003.

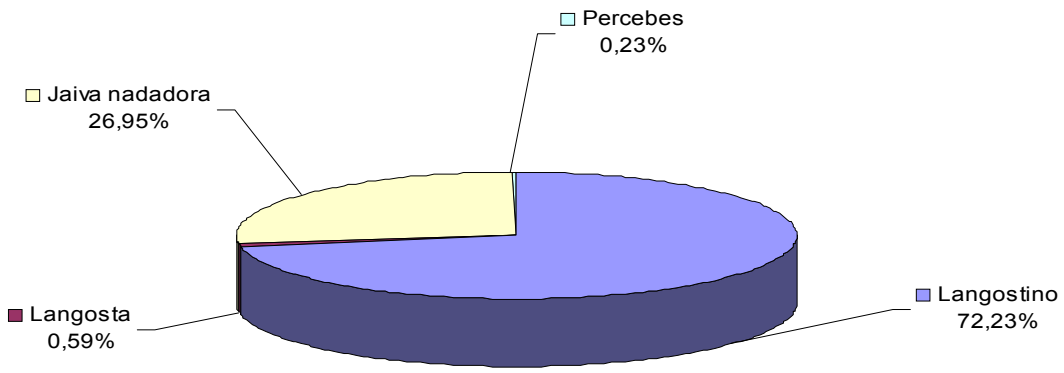


Figura 12. Desembarque porcentual de crustáceos en la Bahía de Sechura, 1999-2003.

3.1.3 Caracterización de la vulnerabilidad socio-económica en el sector pesquero

– Los agentes causales en la zona marino costera y sector pesquero

En la zona costera los eventos causales de la vulnerabilidad más importantes son el incremento del nivel medio del mar y la elevación de la temperatura del agua de mar (Tabla 14). Sin embargo, en algunas situaciones particulares el incremento de las precipitaciones puede adquirir importancia. La Tabla 14 resume también los principales detonantes del daño en cada tipo de evento y los daños específicos más notorios.

Por otro lado, hay que destacar que el efecto combinado de los diferentes eventos causales o componentes puede dar una resultante que no constituye la simple suma de daños. Además, diversos estudios anteriores demuestran también efectos positivos inducidos por eventos El Niño en las áreas someras de la costa peruana (Tarazona, 1984; Tarazona *et al.*, 1985a, 1985b). Estos eventos EN constituyen una buena aproximación al posible impacto del cambio climático global, ya que las manifestaciones de ambos incluyen el incremento de la temperatura y la elevación del nivel medio del mar (Tarazona & Arntz, 2001).

El análisis se ha concentrado en los principales impactos de tipo directos en cada sector; mientras que los impactos indirectos, como los relacionados a la reproducción, fecundidad, crecimiento, etc., son tomados de los impactos negativos reportados durante eventos EN 1982-83 y 1997-98 (e.g. Tarazona *et al.*, 1999, 2001; Arntz 1985).

Tabla 14. Principales tipos de daños y efectos positivos causados por el cambio climático en la zona marino costera y la pesquería.

Agentes causales	Detonantes del daño	Daños
Lluvia	Escorrentías, huaycos	Destrucción de la infraestructura de comunicaciones
		Cambios de salinidad en manglares y estuarios
Elevación del nivel el mar	Inundaciones	Pérdida de infraestructura industrial, de comunicación, turística y de vivienda
		Vidas humanas, instalaciones de acuacultura
	Arenamiento de la playa	Pierde valor de uso la infraestructura portuaria
		Pérdida de recursos mariscos para consumo
	Deposición de sedimentos en el fondo del mar al interior de la bahía	Pérdida de recursos mariscos para consumo
	Disturbio del hábitat de manglar	Reducción o desaparición de algunos recursos por cambios de nivel en el hábitat
Incremento de la temperatura	Calentamiento del mar en el hábitat del recurso	Desaparición del recurso por emigración o nuevas interacciones de competencia, depredación, parasitismo, etc.
		Baja productividad de la mano de obra
	Calentamiento del ambiente estuarino	Desaparición de recursos estuarinos por mortandad o emigración
	Calentamiento del ambiente de manglar	Desaparición de recursos del manglar por mortandad o emigración

– Factores que incrementan la vulnerabilidad

Entre los factores que incrementan la vulnerabilidad se ha identificado los factores socio-culturales, entre los que destacan: (1) la cultura de la no prevención; (2) la desorganización civil; y (3) el desconocimiento de la información sobre vulnerabilidad.

Además se identifican los factores de gestión institucional, entre los que destacan: (1) la débil gestión de los gremios y organizaciones civiles; (2) las malas prácticas de gestión en los gobiernos locales; y (3) las malas prácticas de la gestión proveniente del gobierno central.

3.1.4 Caracterización del impacto de los eventos El Niño en el sector pesquero

– Tipos de eventos El Niño

Ortlieb (2000), y Ortlieb y Hocquenghem (2001) hicieron una revisión completa del trabajo de Quinn *et al.* (1987), así como la información utilizada y registros adicionales, teniendo en cuenta sólo cuatro categorías para clasificar los eventos El Niño: D "débil", M "moderado, F "fuerte" y MF "muy fuerte". Así, los eventos El Niño 1982-83 y 1997-98 son considerados "muy fuertes", El Niño 1972-73 fue un evento "fuerte", El Niño 1991-93 fue considerado "moderado", El Niño 1986-87 es catalogado como "débil".

– Impactos sobre los recursos biológicos y pesqueros

Los eventos El Niño comprenden diversos cambios abióticos y biológicos los cuales pueden ser positivos o negativos para los recursos pesqueros y biológicos en general (Tablas 15-16). A lo largo de la costa peruana los últimos eventos El Niño han tenido efectos positivos y negativos desde el punto de vista biológico y pesquero. En el ámbito terrestre, favorecieron la proliferación de vegetación terrestre debido al incremento de lluvias. En el ámbito marino favorecieron el incremento de algas marinas en la orilla rocosa debido a la gran mortandad de los herbívoros pacedores, así también la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) aceleró su crecimiento y alcanzó enormes densidades. En las aguas costeras aparecieron altas densidades de camarones (*Litopenaeus vannamei, Penaeus californianus, Xiphopenaeus riveti*), dorados (*Coryphaena hippurus*), atunes (*Thunnus albacares, T. obesus*) y caballas (*Scomber japonicus*). Por otro lado, los efectos negativos generalmente han tenido drásticas repercusiones económicas y sociales, asociado con la caída de la pesca de anchoveta y sardina y la dispersión de los peces demersales, causando una disminución en sus pesquerías. Asimismo, los pescadores artesanales que se dedican a la extracción de mariscos son afectados, debido a la gran mortandad de choros (*Aulacomya ater*), navajas (*Tagelus dombeii*), almejas (*Gari solida*), cangrejos (*Cancer setosus*), erizos de mar (*Loxechinus albus*) y otras especies. (Arntz, 1986; Arntz *et al.*, 1988; Kameya,*et al*., 2001)

Tabla 15. Cambios oceanográficos y atmosféricos en la costa peruana durante El Niño. (Arntz y Tarazona, 1999; Tarazona y Valle, 1999)

Incremento de temperatura en las aguas superficiales y profundas
Enfriamiento después de EN
Profundización de la termoclina /picnoclina
Cambios en la intensidad y período de las surgencias costeras
Cambio parcialmente reversible de las corrientes oceánicas (disminución hacia el ecuador e incremento hacia los polos)
Incremento del oxígeno disuelto en los fondos
Fluctuaciones de la salinidad
Mayor penetración de la luz en las aguas (oceánicas) claras que incursionan con El Niño
Incremento del nivel del mar y marejadas
Lluvias e inundaciones en áreas desérticas a lo largo de la costa
Sequías en algunas zonas de los Andes
Incremento de la sedimentación y reducción de la salinidad en los estuarios de los ríos

Tabla 16. Cambios biológicos en los ecosistemas marinos de la costa peruana durante El Niño. (Arntz y Tarazona, 1999; Tarazona y Arntz, 2001)

Cambios en la composición de especies
Inmigración de organismos de aguas tropicales y oceánicas
Emigración hacia el polo y hacia aguas más profundas de peces, aves e invertebrados
Dispersión de peces demersales
Desplazamiento de especies autóctonas
Extensión de hábitat de algunas especies (langostinos, langostas, jaibas, percebes)
Fallas en la reproducción
Mortandades masivas (de mariscos, aves y mamíferos marinos)
Incremento de la biomasa (algunos invertebrados y peces)
Disminución de la competencia (debido a las mortandades)
Incremento de la presión de depredación (por invertebrados y peces tropicales inmigrantes)
Colapso de la pesquería de anchoveta
Boom de concha de abanico, pulpo y otros invertebrados

Durante El Niño 1997-98, también considerado muy fuerte, se registró un aumento de la diversidad biológica de la ictiofauna pelágica en la costa peruana. Especies de la Provincia Panameña como la samasa (*Anchoa nasus*), ayamarca (*Cetengraulis mysticetus*), machete de hebra, y de la zona oceánica, como melva (*Auxis rochei*), barrilete (*Katsuwonus pelamis*), atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y sierra (*Scomberomorus maculatus*

sierra) (Bouchon *et al.*, 2001). De acuerdo a Gutiérrez (2001), la población de anchoveta en la costa peruana cayó de 9 millones de toneladas en abril de 1997 a 1,2 millones en setiembre de 1998. La concha de abanico (*A. purpuratus*) también incrementó durante este evento, pero no en la magnitud que en El Niño 1982-83 debido probablemente a la alta actividad extractiva y al mal manejo de este recurso durante este evento (CAF, 2000). En el departamento de Piura, la pesca de anchoveta y sardina fue fuertemente afectada durante El Niño 1997-98, pero se incrementó la de samasa (*A. nasus*), pez volador (*Exocoetus volitans*), ayamarca (*C. mysticetus*), langostinos (*Litopenaeus vannamei*) y concha de abanico (León, 2001)

– Impactos socio-económicos

En 1975 la población pesquera de Sechura era: Parachique 360 pescadores Matacaballo 597, La Bocana 360, Tortuga 128 y Chulliyachi 222, es decir un total de 1667 pescadores. Siete años después se produjo un evento El Niño muy fuerte que alteró el ritmo de crecimiento poblacional en Sechura y otros centros poblados piuranos. Debido al colapso que sufrieron pueblos ribereños entre ellos Chulliyachi, San Pedro, Parachique, La Bocana, los maretazos e inundaciones obligó a la gente a migrar, y centros importantes como Chulliyachi desaparecieron. Posteriormente hubo una repoblación, y en 1993 el censo registró 4193 personas dedicadas a la actividad pesquera. (Huertas, 1999)

La disminución de la producción de especies de captura durante los eventos El Niño genera una secuela de impactos socio-económicos, principalmente la reducción de la producción para consumo humano directo e industrial. Durante El Niño 1997-98 el daño socio-económico se reflejó en la escasez de captura al alejarse los cardúmenes hasta distancias que van más allá de las aconsejables en términos económicos. La disminución de la captura de la anchoveta, afectó no solamente el ingreso de los pescadores, sino también la industria de procesamiento para la exportación. Se estima que los daños totales al sector pesquero durante El Niño 1997-98 ascendieron a los 26,3 millones de dólares. De ello, 41,8 millones corresponden a daños directos sobre la infraestructura, y 31,9 millones a pérdidas de captura de especies pelágicas y de ventas de langostinos. Las evaluaciones que se han realizado para identificar las principales vulnerabilidades que presenta el sector pesquero para enfrentar El Niño, revelan que los mayores problemas se

focalizan en la débil capacidad de respuesta de los pescadores para adaptarse a las variaciones oceanográficas y aprovechar las oportunidades. (CAF, 2000)

La industria conservera también es fuertemente afectada por El Niño. En diciembre de 1997 de 10 plantas de enlatado sólo operaban 4, de 34 de congelado 6 continuaban procesando, y de 15 harineras 7 mantenían su producción. La deflación del Producto Bruto Interno del sector estuvo en proporción a la disminución de la actividad pesquera. Sin embargo, a fines de 1998 se notó una recuperación de establecimientos de procesamiento pesquero. La exportación de productos pesqueros en Piura se mantuvo durante 1997, pero sufrió una caída en 1998 de casi el 50% en miles de dólares. (León, 2001)

3.2 Vulnerabilidad actual

3.2.1 A la elevación del nivel del mar

– Ambiente natural y biodiversidad

El escenario de vulnerabilidad actual ante un posible evento El Niño (escenario N2) muestra una producción primaria (generada por el fitoplancton y las macroalgas bentónicas) con un índice de percepción de vulnerabilidad a la elevación del nivel del mar (IPVN) de nivel 1 (Tabla 17), asociado a los disturbios que generaría el incremento de 60,24 cm en el nivel medio del mar en los sedimentos y las partículas en suspensión.

Tabla 17. Índices de percepción de la vulnerabilidad a la elevación del nivel medio del mar (IPVN) para los principales rubros del sector ambiente natural y biodiversidad, bajo escenarios sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2005	
		E1: sin EN (máx. 0,2 cm)	E2: con EN (máx. 60,2 cm)
AMBIENTE NATURAL Y BIODIVERSIDAD	Producción primaria	0	1
	Diversidad de bentos de fondo blando	0	0
	Diversidad de bentos de fondo duro	0	0
	Diversidad de peces	0	0
	Diversidad de bentos de playa arenosa	0	2
	Diversidad de bentos de orilla rocosa	0	2
	Diversidad del Ecosistema de Manglar	0	3
	Calidad del ambiente natural (contaminantes)	0	2
	Disponibilidad de sustrato (arenamiento, erosión)	0	3

La diversidad de invertebrados bentónicos de fondo blando y fondo duro no es significativamente vulnerable a la elevación del nivel medio del mar. Por el contrario, indirectamente está vinculado con el acarreo de larvas y juveniles de otras áreas, incrementando la diversidad de especies (Arntz *et al.*, 199x; Tarazona *et al.*, 1985). Una respuesta similar es prevista para la diversidad de peces de la bahía.

En el escenario N2 la diversidad de los invertebrados bentónicos de playa arenosa presenta un IPVN de nivel 2, asociado al estrés fisiológico de

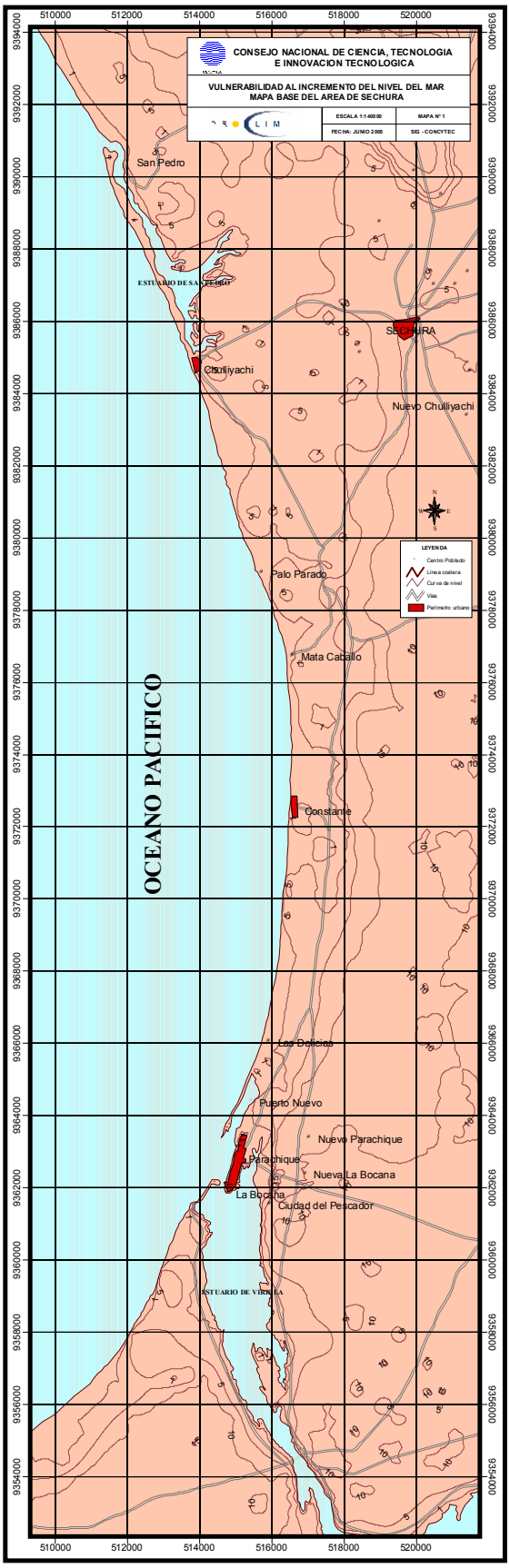
reacomodarse a un nivel más alto del sustrato debido a la elevación del nivel del mar; e incluso la desaparición de algunas especies, por una menor disponibilidad y calidad del sustrato.

La diversidad de los invertebrados bentónicos orilla rocosa, presenta un IPVN de nivel 3 en el escenario N2, debido a que la elevación del nivel del mar durante El Niño, los hace más accesibles a sus depredadores y por otro lado puede brindar una menor disponibilidad y calidad de sustrato duro.

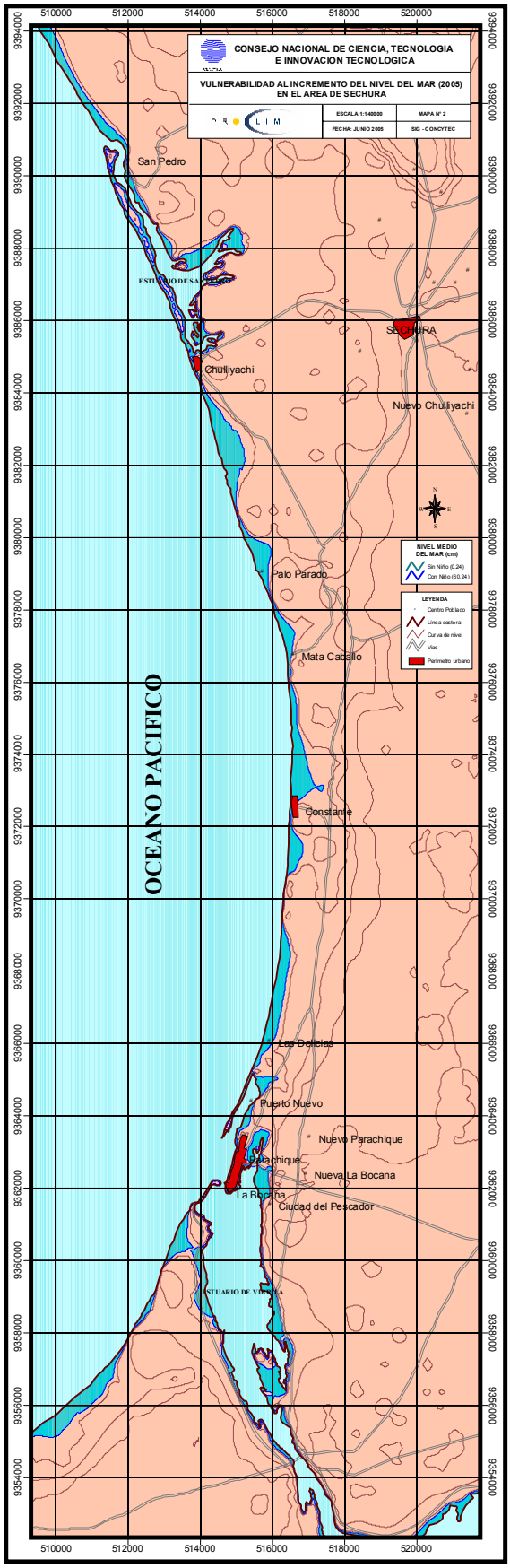
La diversidad del ecosistema de manglar muestra un IPVN de nivel 3, al producirse un cambio en la topografía y el área inundada, debido al incremento del nivel del mar del escenario N2 (Mapas 1 y 2). Sin embargo, en el largo plazo es posible la recuperación de los mangles y de gran parte de las especies de la comunidad.

La calidad del ambiente natural puede deteriorarse en condiciones de evento El Niño (escenario N2) alcanzando un nivel de IPVN de 2, por un incremento de la contaminación orgánica y química, cambio de pH del agua de mar y el incremento de partículas en suspensión, porque la elevación del nivel del mar puede significar una mayor incorporación de contaminantes al mar. Además, se pueden intensificar los procesos de eutroficación, con la proliferación de especies nocivas o el reemplazo de especies sensibles.

El arenamiento de la línea costera alcanza un nivel de IPVN de 3 durante los eventos El Niño (escenario N2), produciéndose mortandades masivas, con grandes desplazamientos de arena que cambian la topografía del lugar, altera el paisaje y pueden desaparecer las poblaciones de muchas especies de invertebrados bentónicos.



Mapa 1. Vulnerabilidad al incremento del nivel mar. Mapa base del área de Sechura.



Mapa 2. Vulnerabilidad al incremento del nivel mar (2005) en el área de Sechura.

Tabla 18. Índices de percepción de la vulnerabilidad a la elevación del nivel medio del mar (IPVN) para los principales rubros del sector pesquero, bajo escenarios sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2005	
		E1: sin EN (máx. 0,2 cm)	E2: con EN (máx. 60,2 cm)
ECONOMÍA PESQUERA	Pesquería de Coco	0	0
	Pesquería de Ayanque	0	0
	Pesquería de Tollo	0	0
	Pesquería de Cabrilla	0	0
	Concha de Abanico	0	0
	Pesquería de Caracol	0	0
	Pesquería de Pota	0	0
	Pesquería de Pulpo	0	1
	Pesquería de Calamar	0	0
	Pesquería de Anchoveta	0	0
	Pesquería de Caballa	0	0
	Pesquería de Jurel	0	0
	Pesquería de Sardina	0	0
	Pesquería de Merluza	0	0
	Acuicultura de Artemia	0	3
	Acuicult de concha de abanico	0	1
	Acuicultura de langostinos	0	1

– <u>Pesca</u>

Si consideramos el escenario actual sin evento El Niño (escenario N1) y sólo con el incremento anual del nivel medio del mar de 0,24 cm, estimado por SENAMHI, no habría un incremento de vulnerabilidad en los recursos pesqueros ni en las actividades económicas del sector pesquero. Sin embargo, en el escenario actual con un hipotético evento El Niño (escenario N2) que elevaría el nivel medio del mar 60,24 cm, es posible encontrar impactos negativos en algunos recursos pesqueros, como el pulpo (*Octopus mimus*), que muestra un IPVN de grado 1, por deterioro del hábitat y sobreexplotación. Igualmente, en este último escenario la acuicultura de la

concha de abanico y del langostino estarían expuestas a un nivel de vulnerabilidad moderado (IPVN=1), que implicaría un deterioro de la infraestructura de los sistemas de cultivo. En el caso de los cultivos del crustáceo *Artemia*, por la particularidad de su sistema de cultivo se vislumbra un IPVN de grado 3, una vulnerabilidad que implicaría una destrucción de los sistemas de producción, como ya ha sucedido en anteriores eventos El Niño. (Tabla 18)

Tabla 19. Índices de percepción de la vulnerabilidad a la elevación del nivel medio del mar (IPVN) para los principales rubros del sector infraestructura, bajo escenarios sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2005	
		E1: sin EN (máx. 0,2 cm)	E2: con EN (máx. 60,2 cm)
INFRAESTRUCTURA	Muelles pesqueros	0	2
	Embarcaciones artesanales	0	1
	Carretera Constante a Parachique	0	1
	Carreteras del área de Bayóvar	0	2
	Fábricas de harina/conserva	0	2

– Infraestructura

Este sector tiene una interacción estrecha con el sector pesquero, ya que es altamente dependiente de la infraestructura portuaria, así como de la infraestructura vial, que facilitan el transporte terrestre de productos derivados de los recursos pesqueros extraídos del mar. En un escenario bajo condiciones actuales de elevación del nivel medio del mar y un evento El Niño (escenario N2) hay una alta vulnerabilidad de la infraestructura portuaria y vial, particularmente en la zona sur de la bahía, como Constante, Puerto Nuevo, Parachique y Virrilá (Mapa 2). También en dicho escenario las embarcaciones artesanales muestran un IPVN de grado 1, dado que pueden sufrir daños temporales por las marejadas. En el caso de los muelles pesqueros el impacto fuertemente negativo (IPVN=2), en muchos casos implica su inoperancia o un uso restringido. A las carreteras del área de Bayóvar le corresponden un impacto excepcionalmente negativo (IPVN=3), lo que implica que se producen daños en algunos tramos de la carretera,

derivando en interrupciones del tránsito o inhabilitación total. Finalmente, para el caso de las fábricas de harina y aceite/conserva, el daño también es parcial, con un IPVN de grado 2, dado que la mayoría de ellas está ubicada a distancias prudentes de la orilla del mar; siendo mayor el peligro por el lado de los ductos, ya que las inundaciones pueden causar su destrucción y paralización. (Tabla 19)

– Turismo

Este sector se relaciona al sector pesca principalmente como una actividad complementaria, que no afecta la producción pesquera, sino que constituye un uso económico adicional que se le puede dar a los recursos pesqueros y el ecosistema marino y que puede desarrollarse con la participación de parte de los actores del mismo sector pesquero. (Tabla 20)

Tabla 20. Índices de percepción de la vulnerabilidad a la elevación del nivel medio del mar (IPVN) para los principales rubros del sector turismo, bajo escenarios sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2005	
		E1: sin EN (máx. 0,2 cm)	E2: con EN (máx. 60,2 cm)
TURISMO	Balneario de San Pedro	0	2
	Balneario de Chulliyachi	0	2
	Playa de Vichayo	0	2
	Estuario de Virrilá	0	3

En la actualidad la actividad turística y de recreación en la zona marino-costera de la Bahía de Sechura es incipiente, sin embargo posee un enorme potencial. Por consiguiente, el análisis de vulnerabilidad actual se concentra en las potenciales actividades turísticas bajo un escenario con evento El Niño (N2). Así, el IPVN es extremadamente negativo en el caso del Estuario de Virrilá, dado que un incremento del nivel del mar en esa zona, ocasionaría la destrucción de un hábitat que concentra una alta biodiversidad y que es parte de su atractivo turístico.

En el caso de los Balnearios de San Pedro y Chulliyachi, el IPVN de grado 2 implicaría una destrucción de zonas de recreo y reducción del área

paisajística. Igualmente, en la Playa de Vichayo las inundaciones generarían una alteración de la playa y deterioro de la infraestructura turística que esté vigente.

3.2.2 Al incremento de la temperatura del agua de mar

– Ambiente natural y biodiversidad

El escenario T1 de vulnerabilidad actual sin el calentamiento de un evento El Niño representa las condiciones térmicas a las cuales las especies y comunidades marinas están adaptadas. En este caso la variabilidad térmica diaria y estacional está dentro del rango óptimo para los procesos metabólicos, la reproducción, crecimiento y producción.

Tabla 21. Índices de percepción de la vulnerabilidad al incremento de la temperatura (IPVT) para los principales rubros del sector ambiente natural y biodiversidad, bajo escenarios sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2005	
		E1: sin EN (máx. 0 °C)	E2: con EN (máx. 6°C)
AMBIENTE NATURAL Y BIODIVERSIDAD	Producción primaria	0	3
	Diversidad de bentos de fondo blando	0	0, +
	Diversidad de bentos de fondo duro	0	2
	Diversidad de peces	0	0, +
	Diversidad de bentos de playa arenosa	0	0, +
	Diversidad de bentos de orilla rocosa	0	2
	Diversidad del Ecosistema de Manglar	0	0, +
	Calidad del ambiente natural (contaminantes)	0	1
	Disponibilidad de sustrato (arenamiento, erosión)	0	0

En el escenario T2 se considera la vulnerabilidad al incremento de la temperatura bajo condiciones El Niño, con un incremento de temperatura superficial del mar de 6°C por encima del promedio normal (Tabla 21). En este escenario la producción primaria del fitoplancton muestra un índice de percepción de la vulnerabilidad al incremento de temperatura (IPVT) de nivel 3, que representa su drástica disminución de productividad. Por otro lado, a

la diversidad de invertebrados bentónicos de fondo duro y orilla rocosa se les asigna un IPVT de nivel 2, que refleja la pérdida de diversidad, particularmente de las especies sésiles sensibles. En el caso de la diversidad de los invertebrados bentónicos de fondo blando y playa arenosa, la diversidad de peces y la diversidad del ecosistema de manglar se asigna un IPVT de grado cero, pues no hay indicios de impacto negativo del incremento de la temperatura; por el contrario, el incremento de la diversidad asociado a la inmigración de especies foráneas de aguas cálidas, reflejaría un impacto positivo de la temperatura. Finalmente, la calidad del ambiente natural puede ser alterada indirectamente por la temperatura al incrementar la solubilidad de algunos contaminantes, por lo que se le asigna un IPVT de nivel 1.

- Pesca

El escenario de vulnerabilidad actual al incremento de la temperatura con la hipotética ocurrencia de un evento El Niño (escenario T2), que implique un incremento de 6°C en el promedio de la temperatura del agua de mar, genera una serie impactos negativos o positivos sobre las poblaciones de los diferentes recursos pesqueros. En la Tabla 22 se muestra los IPVT para los desembarques y actividades económicas derivadas de las pesquerías más importantes del sector en la Bahía de Sechura.

Así, la pesquería de la anchoveta muestra un IPVT de nivel 3, que refleja la drástica declinación de sus desembarques y actividad industrial, debido a su alta sensibilidad al incremento de la temperatura. Al ser la principal especie que aporta la PIB del sector, la caída de los desembarques de esta especie afecta drásticamente la economía pesquera, generando la recesión de los agentes que intervienen en su cadena productiva.

Por otro lado, las pesquerías de coco, ayanque, tollo, cabrilla, pota, calamar, caballa, sardina y merluza presentan un IPVT de nivel 2 que implica caída de los desembarques, pero no necesariamente declinación de su población, como en el caso de la merluza, que más bien incrementa su población al profundizarse y dispersarse a profundidades que dejan de ser hipóxicas a consecuencia de El Niño, pero baja su densidad por unidad de área, haciéndose menos accesible a la pesca. En el caso de la pota la drástica caída de sus desembarques están asociados a migraciones y desplazamientos de las masas de agua relacionados al ciclo del ENSO.

Las pesquerías de caracol (*Stramonita chocolata*) y jurel muestran un IPVT de nivel 1 por el escaso efecto sobre los desembarques y las actividades de comercialización.

Tabla 22. Índices de percepción de la vulnerabilidad al incremento de la temperatura (IPVT) para los principales rubros del sector pesquero, bajo escenarios sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2005	
		E1: sin EN (máx. 0 °C)	E2: con EN (máx. 6°C)
ECONOMÍA PESQUERA	Pesquería de Coco	0	2
	Pesquería de Ayanque	0	2
	Pesquería de Tollo	0	2
	Pesquería de Cabrilla	0	2
	Concha de Abanico	0	0, +
	Pesquería de Caracol	0	1
	Pesquería de Pota	0	2
	Pesquería de Pulpo	0	0, +
	Pesquería de Calamar	0	2
	Pesquería de Anchoveta	0	3
	Pesquería de Caballa	0	2
	Pesquería de Jurel	0	1
	Pesquería de Sardina	0	2
	Pesquería de Merluza	0	2
	Acuicultura de Artemia	0	1
	Acuicult de concha de abanico	0	0
	Acuicultura de langostinos	0	0

En el caso de la pesquería de pulpo y concha de abanico se debe aclarar que estas especies no son vulnerables al calentamiento, por el contrario presentan un efecto positivo, que implica una proliferación de sus poblaciones o inmigración masiva hacia el área de estudio. En el caso de la concha de abanico esta explosión de su población puede ser 10 veces mayor que las densidades de períodos sin El Niño.

Finalmente, la acuicultura de concha de abanico y langostinos no es afectada por el incremento de la temperatura; mientras que la potencial acuicultura de la *Artemia* podría ser afectada moderadamente y de forma indirecta.

– Turismo

Si bien el turismo como actividad económica en la zona es casi inexistente, es importante analizar sus potencialidades con proyección al futuro. El potencial atractivo turístico actual de la zona puede ser vulnerable a un escenario con evento El Niño (T2), con una elevación de 6°C por encima del promedio de temperatura superficial del agua. En este escenario el manglar de San Pedro y Palo Parado y el estuario de Virrilá muestran un IPVT de nivel 2 debido al estrés y mortandad que puede causar el calentamiento a las especies sensibles con alto atractivo turístico. En cambio las zonas de balneario, principalmente Chulliyachi y playa Vichayo, donde su mayor atractivo se concentraría en la actividad de veraneo y recreación, el IPVT es de nivel 1. (Tabla 23)

Tabla 23. Índices de percepción de la vulnerabilidad al incremento de la temperatura (IPVT) para los principales rubros del sector turismo, bajo escenarios sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2005	
		E1: sin EN (máx. 0 °C)	E2: con EN (máx. 6°C)
TURISMO	Balneario del Manglar de San Pedro y Palo Parado	0	2
	Balneario de Chulliyachi	0	1
	Playa de Vichayo	0	1
	Estuario de Virrilá	0	2

3.3 Vulnerabilidad futura

3.3.1 A la elevación del nivel del mar

Los resultados demuestran que sólo durante eventos El Niño los sectores ambiente natural y el potencial turismo serían significativamente vulnerables a la elevación del nivel del mar en la Bahía de Sechura, tanto en el escenario futuro del 2020, como del 2050 (Fig.13, Mapa 3 y 4).

Figura 13. Índices de percepción de la vulnerabilidad sectorial inducida por la elevación del nivel medio del mar sobre el ambiente natural y biodiversidad, infraestructura, pesca y turismo, en escenarios al 2020 (**a**) y 2050 (**b**) sin El Niño y con El Niño.

Además, al comparar los índices de vulnerabilidad sectorial para los escenarios sin evento El Niño (N3 y N5) y los escenarios con evento El Niño (N4 y N6) los sectores muestran ser dos a seis veces más vulnerables a la elevación del nivel del mar durante los eventos El Niño. También es evidente la mayor vulnerabilidad en los escenarios del 2050 (Fig. 14).

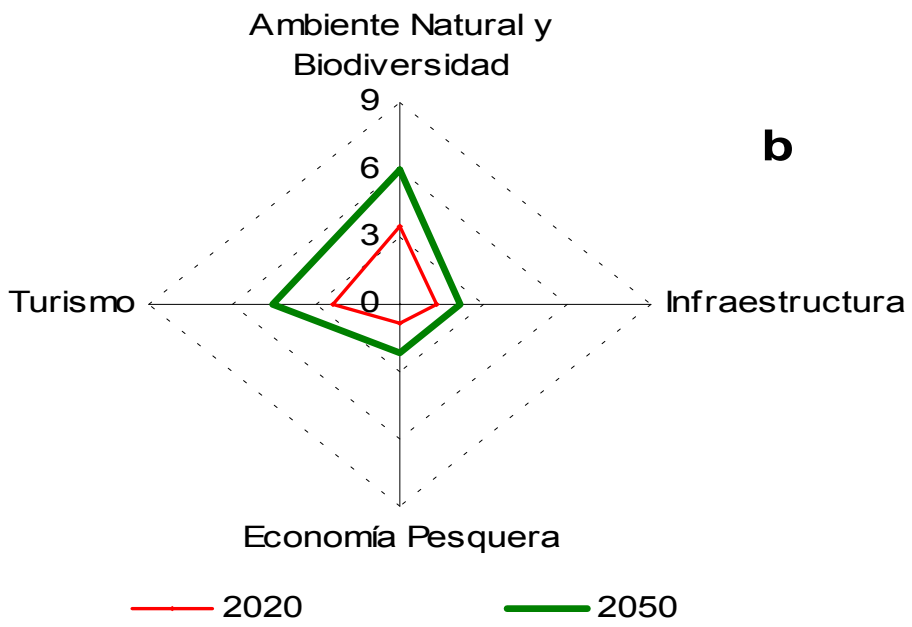


Figura 14. Diferencias en los índices de percepción de la vulnerabilidad sectorial inducida por la elevación del nivel medio del mar sobre el ambiente natural y biodiversidad, pesca y turismo, en escenarios al 2020 y 2050 sin El Niño (**a**) y con El Niño (**b**).

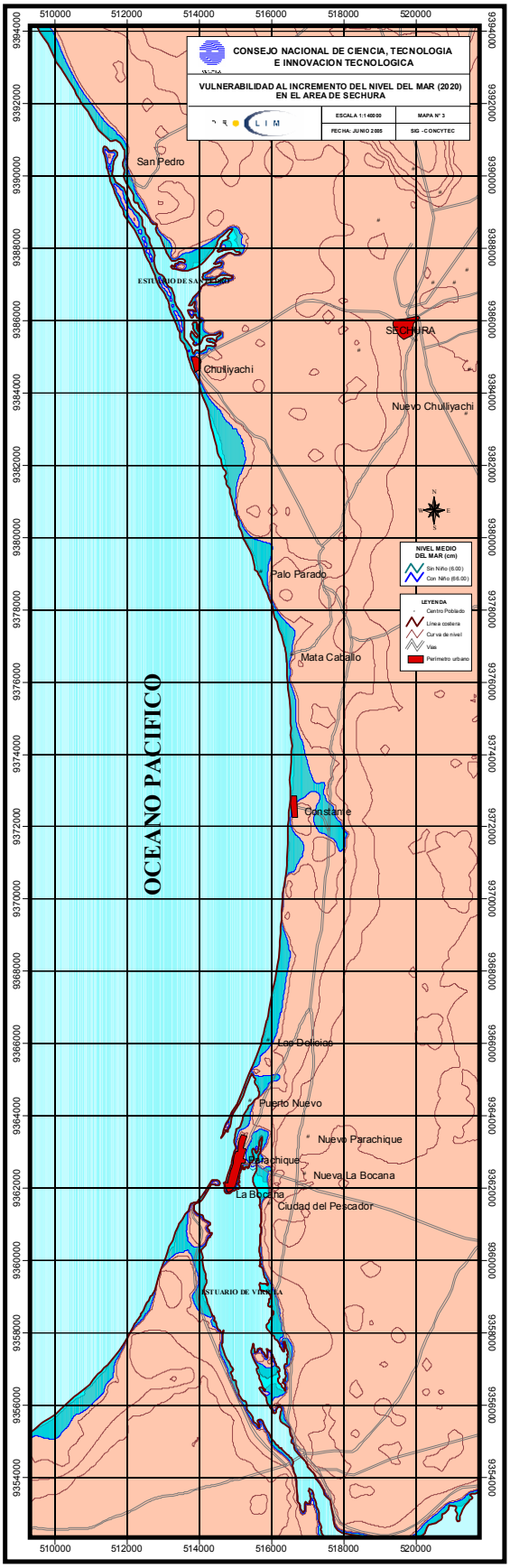
– Ambiente natural y biodiversidad

En el escenario N3 (sin El Niño) del 2020 la elevación del nivel del mar en 6 cm por encima del nivel promedio no se espera que la producción primaria fitoplanctónica sea afectada significativamente, por lo que se le asigna un IPVN de nivel 0; mientras que en el escenario N4 (con evento El Niño) para el 2020, el incremento de 66 cm por encima del nivel promedio del mar, implica grandes desplazamientos de masas de aguas cálidas, que modifican la composición de especies del fitoplancton y su productividad. Por otro lado, los escenarios al 2050 incrementan la elevación del nivel del mar; sin embargo, el escenario N5 (sin El Niño) mantiene un IPVN de nivel 1 frente a una elevación de 21 cm por encima del nivel promedio del mar; en cambio, el escenario N6 (con evento El Niño) tiene un IPVN de nivel 2 por la mayo intensidad de cambios en composición y productividad del fitoplancton que significaría el desplazamiento de masas de agua a causa de la elevación de 81 cm en el nivel promedio del mar. (Tabla 24)

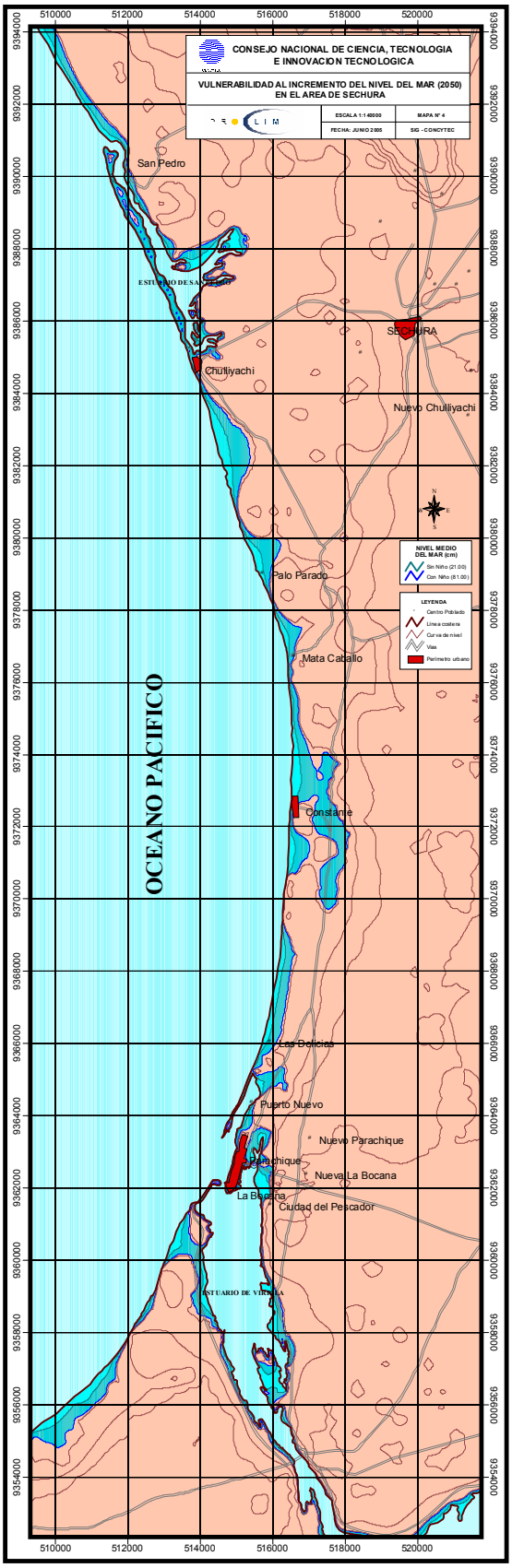
Tabla 24. Índices de percepción de la vulnerabilidad a la elevación del nivel medio del mar (IPVN) para los principales rubros del sector ambiente natural y biodiversidad, bajo escenarios futuros al 2020 y 2050, sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2020		ESCENARIOS AL 2050	
		E1: sin EN (máx. 6 cm)	E2: con EN (máx. 66 cm)	E1: sin EN (máx. 21 cm)	E2: con EN (máx. 81 cm)
AMBIENTE NATURAL Y BIODIVERSIDAD	Producción primaria	0	1	1	2
	Diversidad de bentos de fondo blando	0	0	0	0
	Diversidad de bentos de fondo duro	0	0	0	0
	Diversidad de peces	0	0	0	0
	Diversidad de bentos de playa arenosa	0	2	1	2
	Diversidad de bentos de orilla rocosa	1	2	2	3
	Diversidad del Ecosistema de Manglar	1	3	2	3
	Calidad del ambiente natural (contaminantes)	1	2	1	2
	Disponibilidad de sustrato (arenamiento, erosión)	1	3	2	3

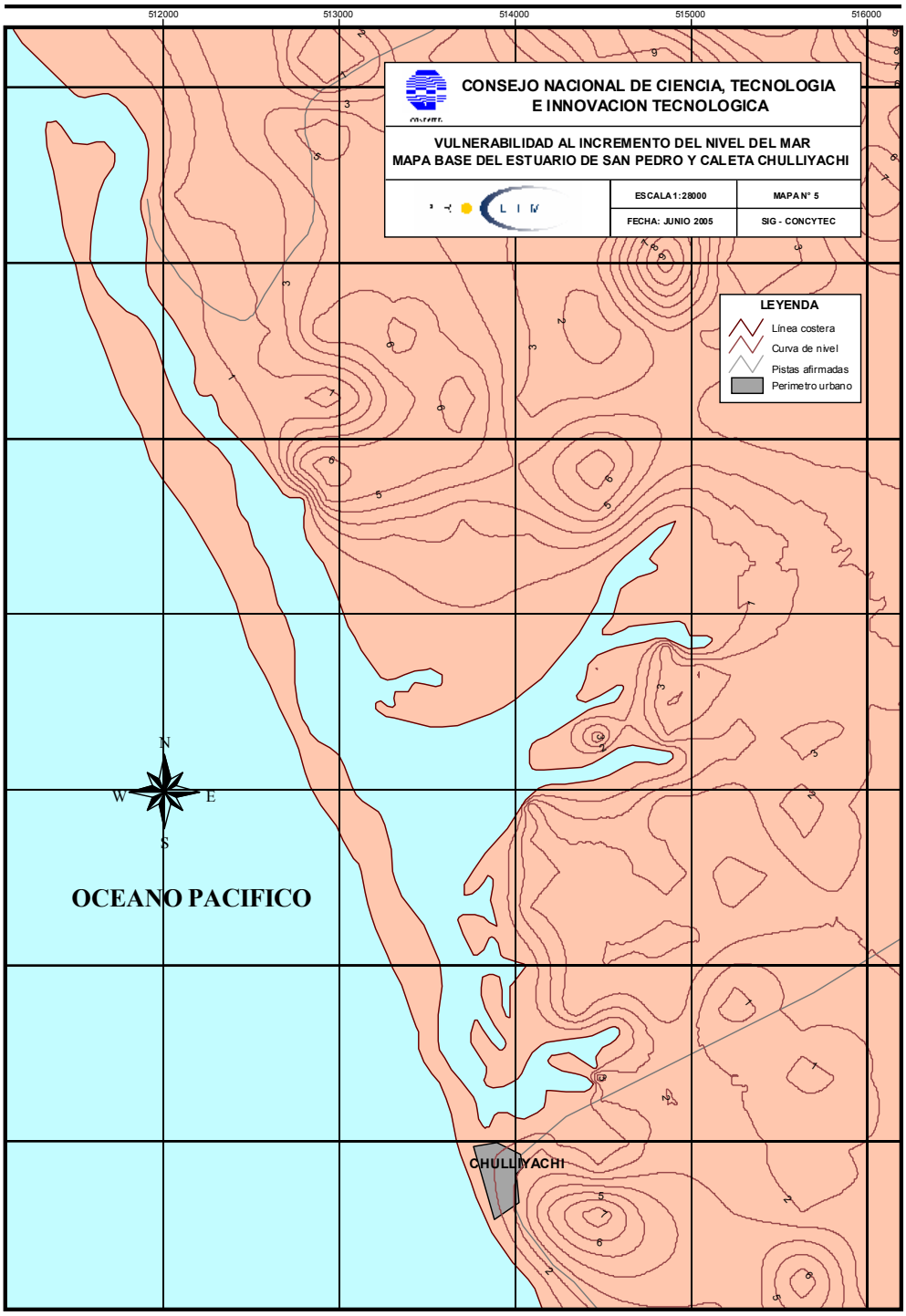
La diversidad tanto del bentos de fondo blando y duro como de la ictiofauna no es impactada directamente según los escenarios de vulnerabilidad al 2020 y 2050, con y sin evento El Niño. Por el contrario es posible encontrar algún efecto positivo para la diversidad, asociado a la inmigración de larvas y juveniles de de los invertebrados bentónicos y peces de aguas cálidas.



Mapa 3. Vulnerabilidad al incremento del nivel mar (2020) en el área de Sechura.



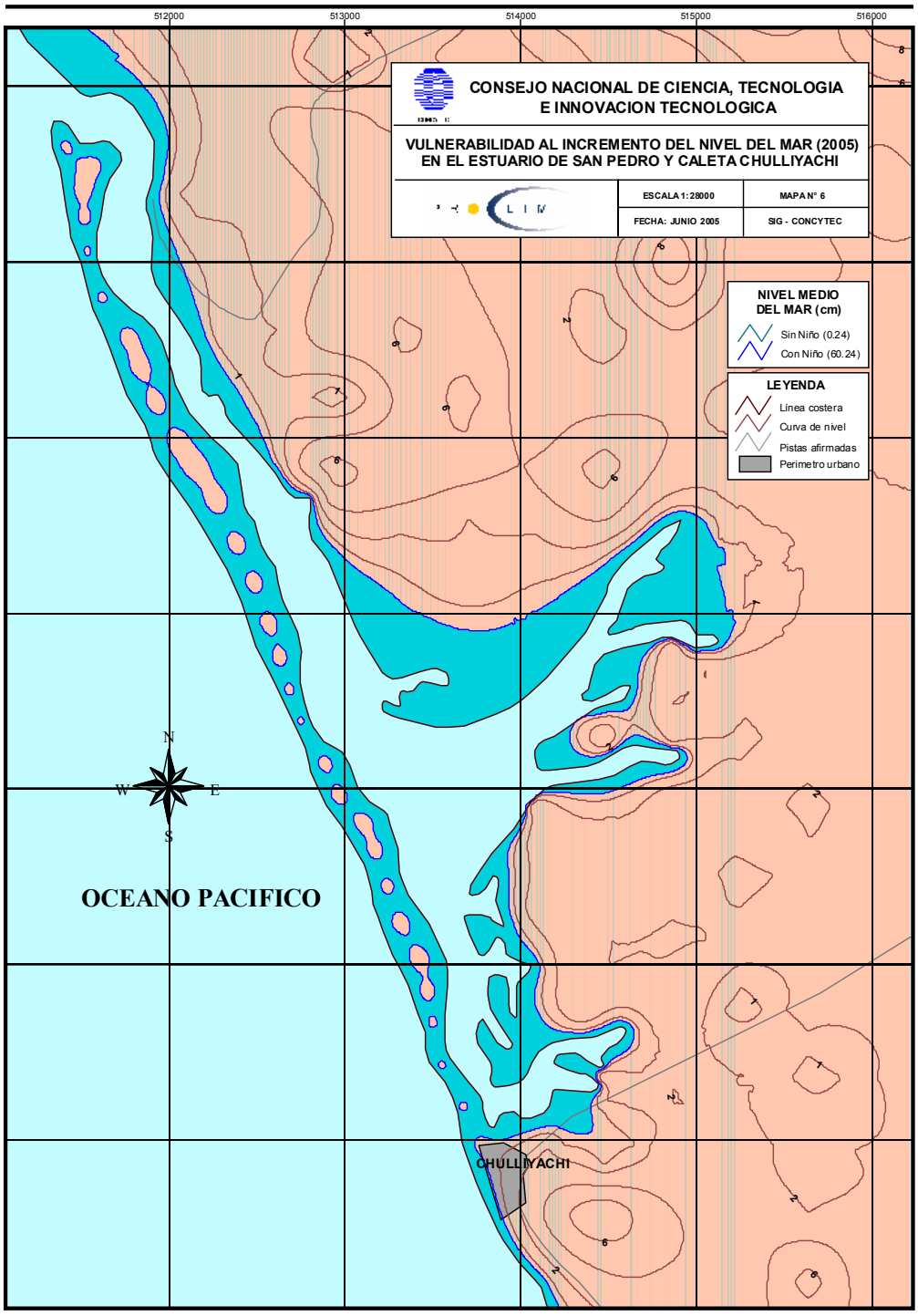
Mapa 4. Vulnerabilidad al incremento del nivel mar (2050) en el área de Sechura.



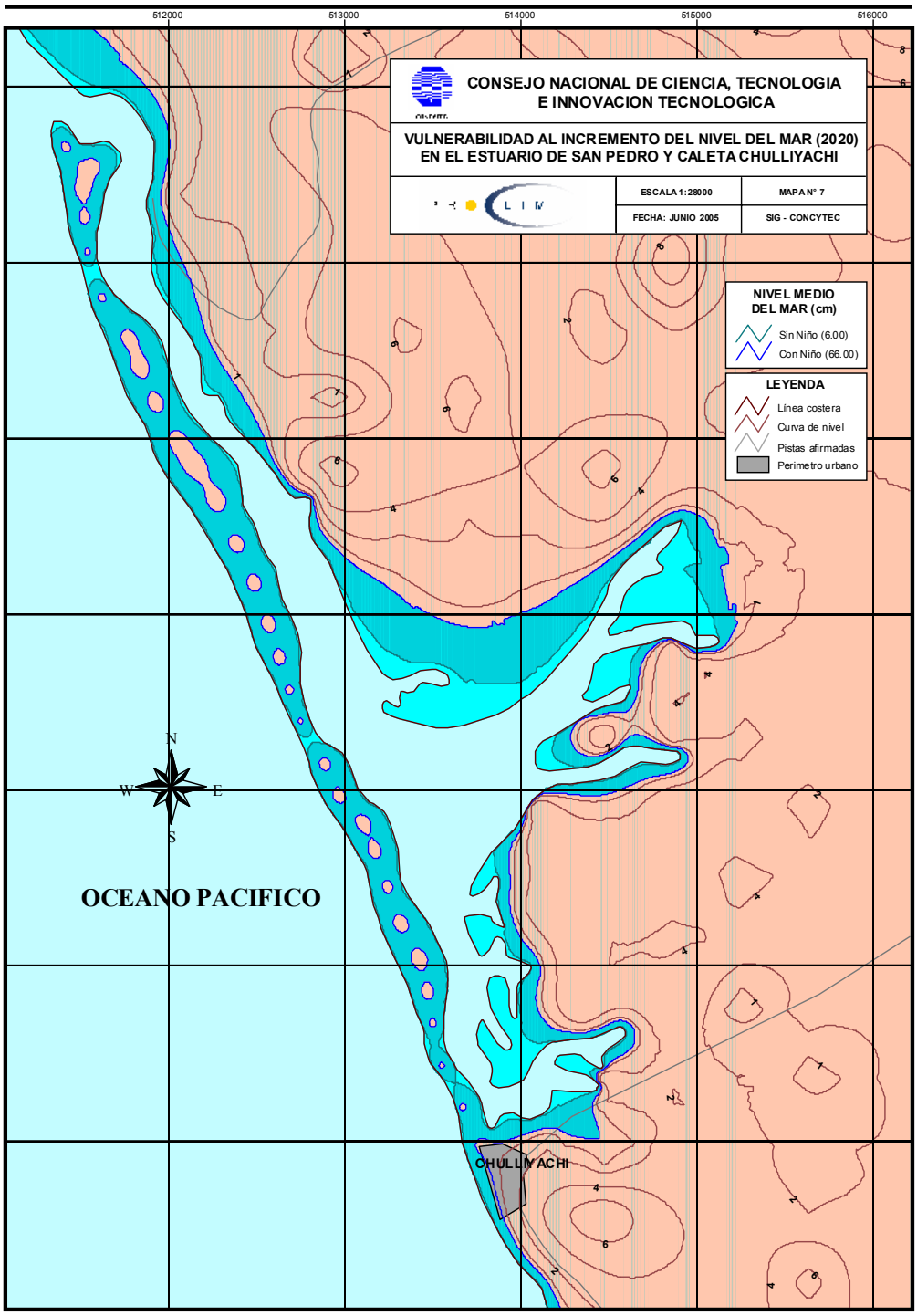
Mapa 5. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar. Mapa base del estuario de San Pedro y Caleta Chulliyachi.

La diversidad de la comunidad del bentos de playa arenosa en los escenarios del 2020 sólo muestra un incremento de IPVN a un nivel 2 en el escenario N4 (con evento EN); mientras que en los escenarios del año 2050 ya se espera un

IPVN de nivel 1 en el escenario N5 (sin El Niño) y nivel 2 en un escenario N6 (con El Niño).



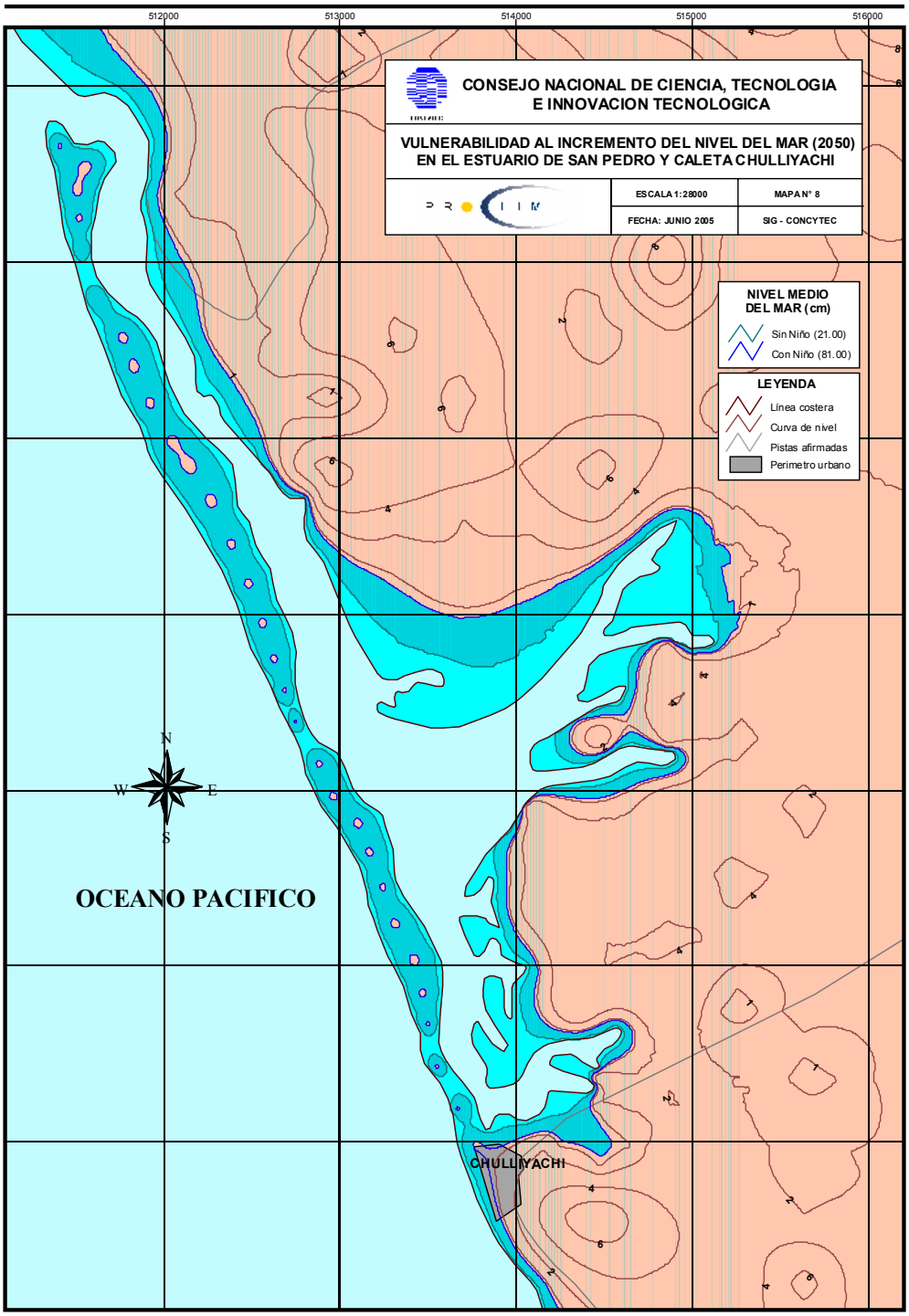
Mapa 6. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2005) en el estuario de San Pedro y Caleta Chulliyachi.



Mapa 7. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2020) en el estuario de San Pedro y Caleta Chulliyachi.

Igualmente la diversidad de la comunidad de bentos de orilla rocosa tiene un IPVN de nivel 1 en un escenario N3 al 2020; y de nivel 2 en un escenario N4 al 2020. En los escenarios del 2050, con el incremento de nivel del mar también

se espera incremento del impacto sobre el bentos de orilla rocosa, alcanzando un nivel 2 en el escenario N5 (sin EN) y de nivel 3 en el escenario N6 (con EN).



Mapa 8. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2020) en el estuario de San Pedro y Caleta Chulliyachi.

La diversidad del ecosistema de manglar sufriría grandes impactos en el futuro, En un escenario N3 (sin EN) al 2020 el IPVN sería de nivel 1; mientras que en un escenario N4 (con evento EN) el nivel seria de 3, ya que la elevación del nivel promedio de 66 cm afectaría a muchas especies de la fauna y flora del manglar. En los escenarios al 2050 en mayor nivel del mar incrementaría el IPVN a nivel 2 en un escenario N5 y a nivel 3 en un escenario N6 (Tabla 24; Mapas 3, 4, 5, 6, 7 y 8).

La calidad del ambiente natural por efecto del acarreo y disolución de contaminantes es alterada por la elevación del nivel del mar, sobretodo cerca a la línea costera, por la que en los escenarios al 2020 se le asigna un IPVN de nivel 1 en el escenario N3 y de nivel 2 en el escenario N4. Para el 2050 se considera un riesgo mayor, con un IPVN de nivel 2 tanto para el escenario N5 como el escenario N6.

La disponibilidad de sustrato para la fauna y flora marina cambia con la intensidad del arenamiento o erosión que son a su vez alterados por la elevación del nivel del mar. Los IPVN para los escenarios al 2020 son de nivel 1 para el escenario N3 y de nivel 3 para el escenario N4. Por otro lado, para los escenarios al 2050 el nivel de IPVN seria de nivel 2 para el escenario N5 y de nivel 3 para el escenario N6. Las zonas con mayor se ubican entre Constante y Parachique (Mapas 9-16).

- Infraestructura y embarcaciones

A continuación analizaremos las principales implicancias de la elevación del nivel del mar en escenarios de vulnerabilidad futura al 2020 y 2050.

Los muelles pesqueros son altamente vulnerables a la elevación del nivel del mar. Incluso en los anteriores eventos EN ya ha habido medidas de mitigación al respecto. Los escenarios de vulnerabilidad al 2020 muestran un IPVN de nivel 0 en el escenario N3 (sin EN); mientras que en un escenario N4 (con evento EN) el IPVN es de nivel 2, debido a la elevación de 66 cm en el nivel del mar promedio. Para el 2050 el escenario N5 (sin EN) el IPVN es de nivel 1; mientras que para el escenario N6 es de nivel 3 ante un a elevación del nivel del mar de 81cm por encima del promedio. En este último escenario podría evidenciarse destrucción parcial o total del muelle, que puede inutilizar el muelle y ello significar una parálisis de las operaciones de embarque y desembarque, con la consiguiente paralización e incremento en los costos de

operación de la actividad pesquera; también habría riesgo de desabastecimiento de mercados y elevación de precios en productos pesqueros.

Con la elevación del nivel del mar las embarcaciones de pesca artesanal también tendrían un mayor riesgo de daño. Así en los escenarios al 2020 muestran un IPVN de nivel 0 para el escenario N3 (sin EN); y nivel 2 para el escenario N4 (con EN) para una elevación del nivel del mar de 66 cm por encima del nivel medio. Mientras que en los escenarios al 2050 el IPVN es de nivel 1 para el escenario N5 (sin EN) y de nivel 3 para el escenario N6 (con EN). En este ultimo caso se pueden producir varazones de lanchas, daños a las lanchas, con el riesgo de hacerlas inoperativas, generando disminución de los ingresos económicos de los pescadores artesanales.

El tramo de la carretera entre la zona de Constante y Parachique es vulnerable a la elevación del nivel del mar con un IPVN de nivel 1 en los escenarios N4 y N6 con eventos EN, para el 2020 y 2050, respectivamente, lo que puede significar inundaciones y destrucción de la carretera (Mapas 11, 12, 15 y 16).

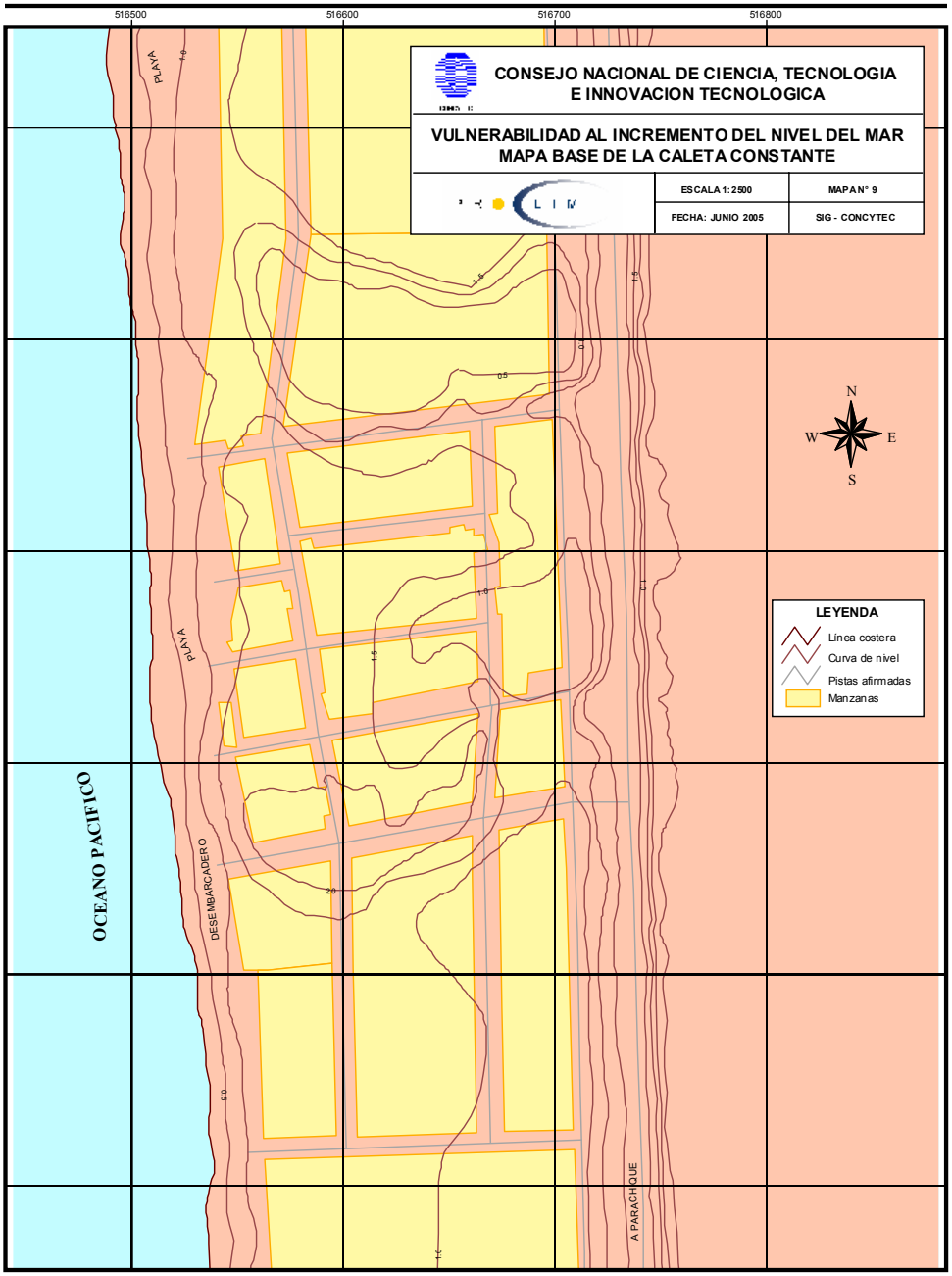
Tabla 25. Índices de percepción de la vulnerabilidad a la elevación del nivel medio del mar (IPVN) para los principales rubros del sector infraestructura, bajo escenarios futuros al 2020 y 2050 sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2020		ESCENARIOS AL 2050	
		E1: sin EN (máx. 6 cm)	E2: con EN (máx. 66 cm)	E1: sin EN (máx. 21 cm)	E2: con EN (máx. 81 cm)
INFRAESTRUCTURA	Muelles pesqueros	0	2	1	3
	Embarcaciones artesanales	0	1	1	2
	Carretera Constante a Parachique	0	1	0	1
	Carreteras del área de Bayóvar	0	2	0	2
	Fábricas de harina/conserva	0	2	0	2

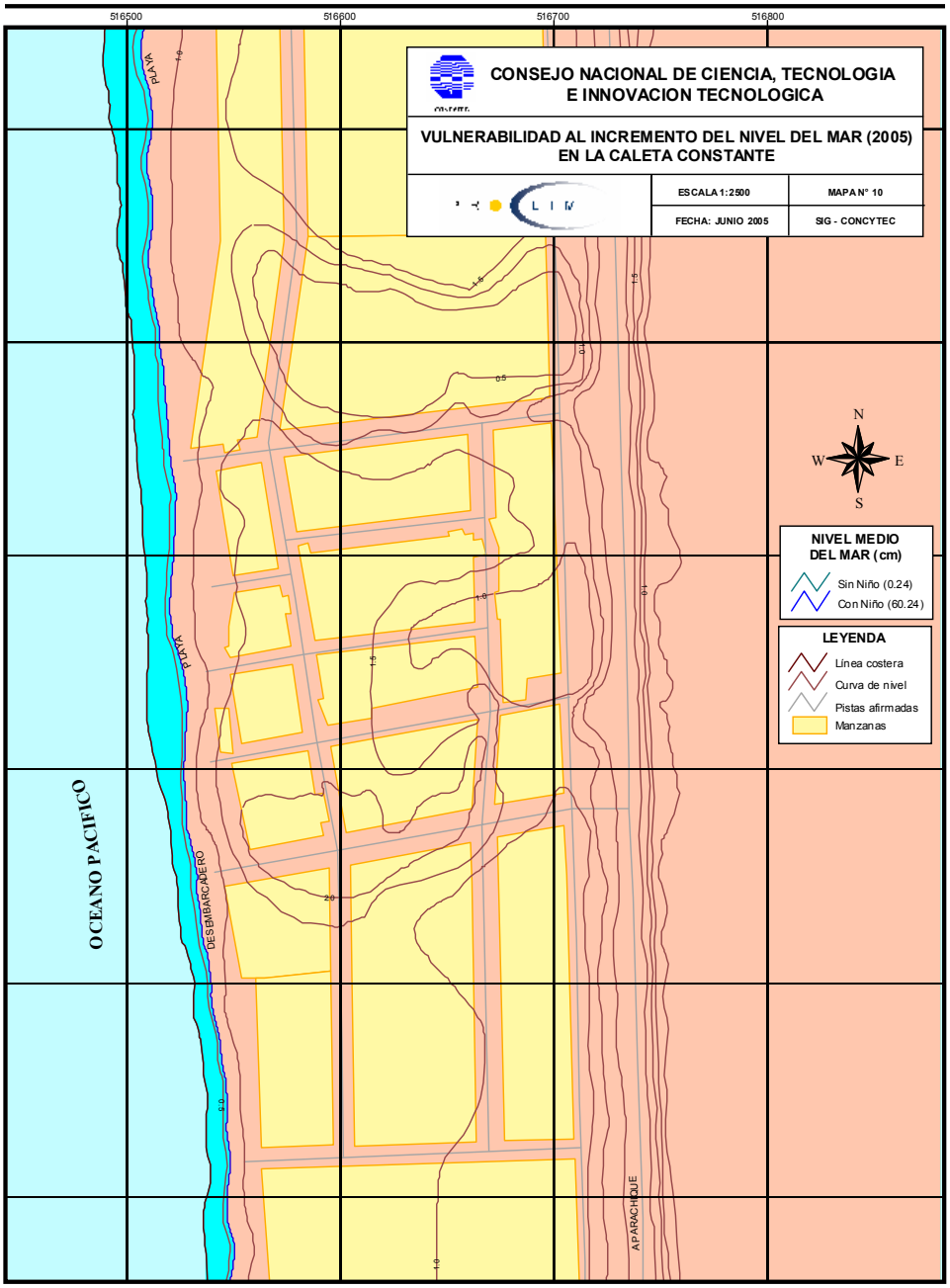
Por otro lado la carretera del área de Bayóvar es más vulnerable a la elevación del nivel del mar que la zona anterior. Así, En los escenarios N3 y N5 (sin eventos EN) del 2020 y 2050, respectivamente, tienen un IPVN de nivel 0; mientras que en los escenarios N4 y N6 tendría un IPVN de nivel 2, con un mayor riesgo de inundaciones y destrucción de la carretera, lo que puede tener repercusiones en el transporte y mercadeo de productos pesqueros.

Las fábricas de harina de pescado, aceite y conservas que se ubican a lo largo de la línea costera de la bahía de Sechura serían también vulnerables con un

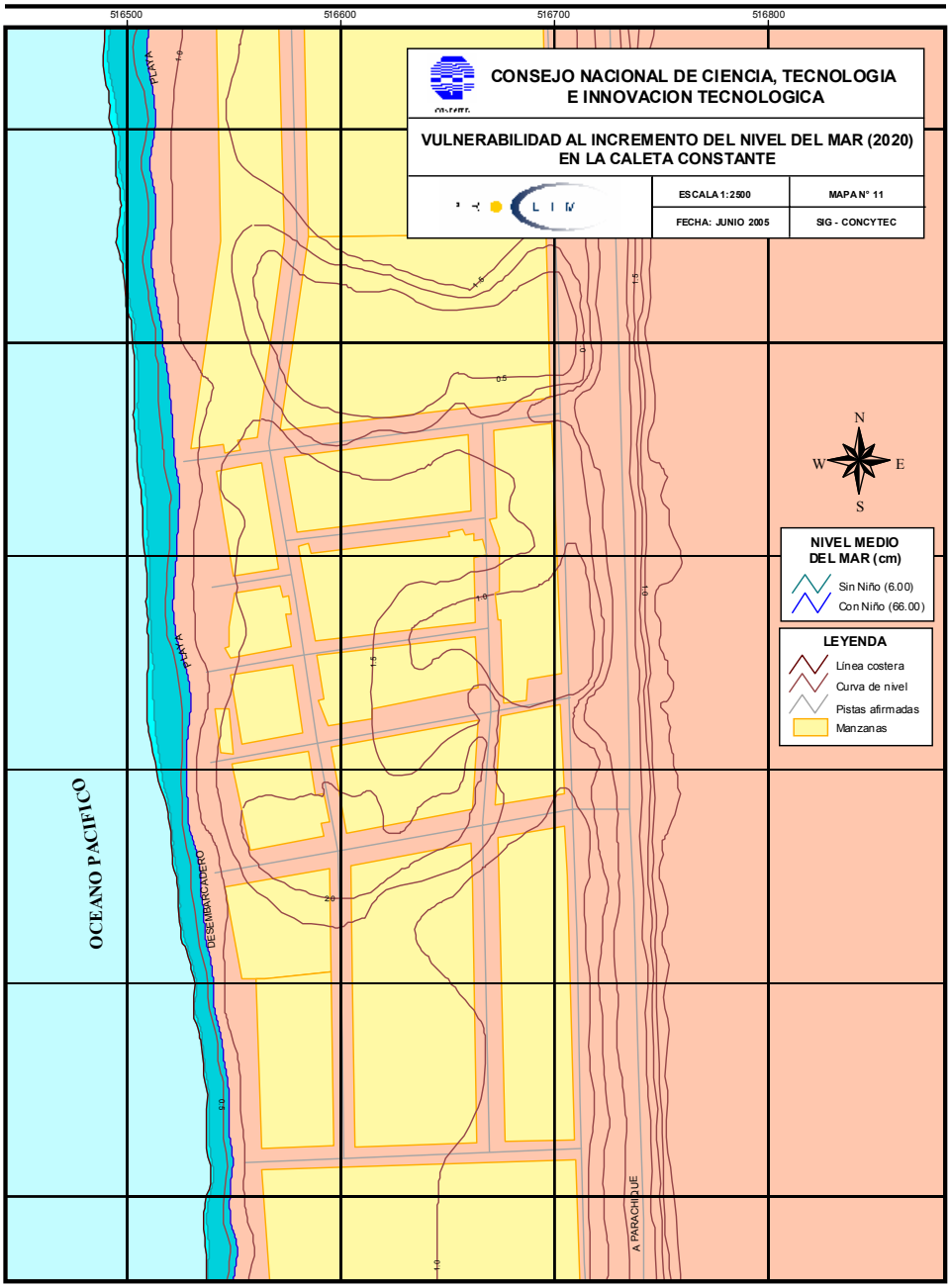
IPVN de nivel 2, en los escenarios con eventos EN, tanto durante el 2020 (escenario N4), como durante el 2050 (escenario N6). Esto no sólo significaría un mayor riesgo a inundaciones, sino también a la destrucción o daño de instalaciones y paralización de la producción de las fábricas. (Tabla 25)



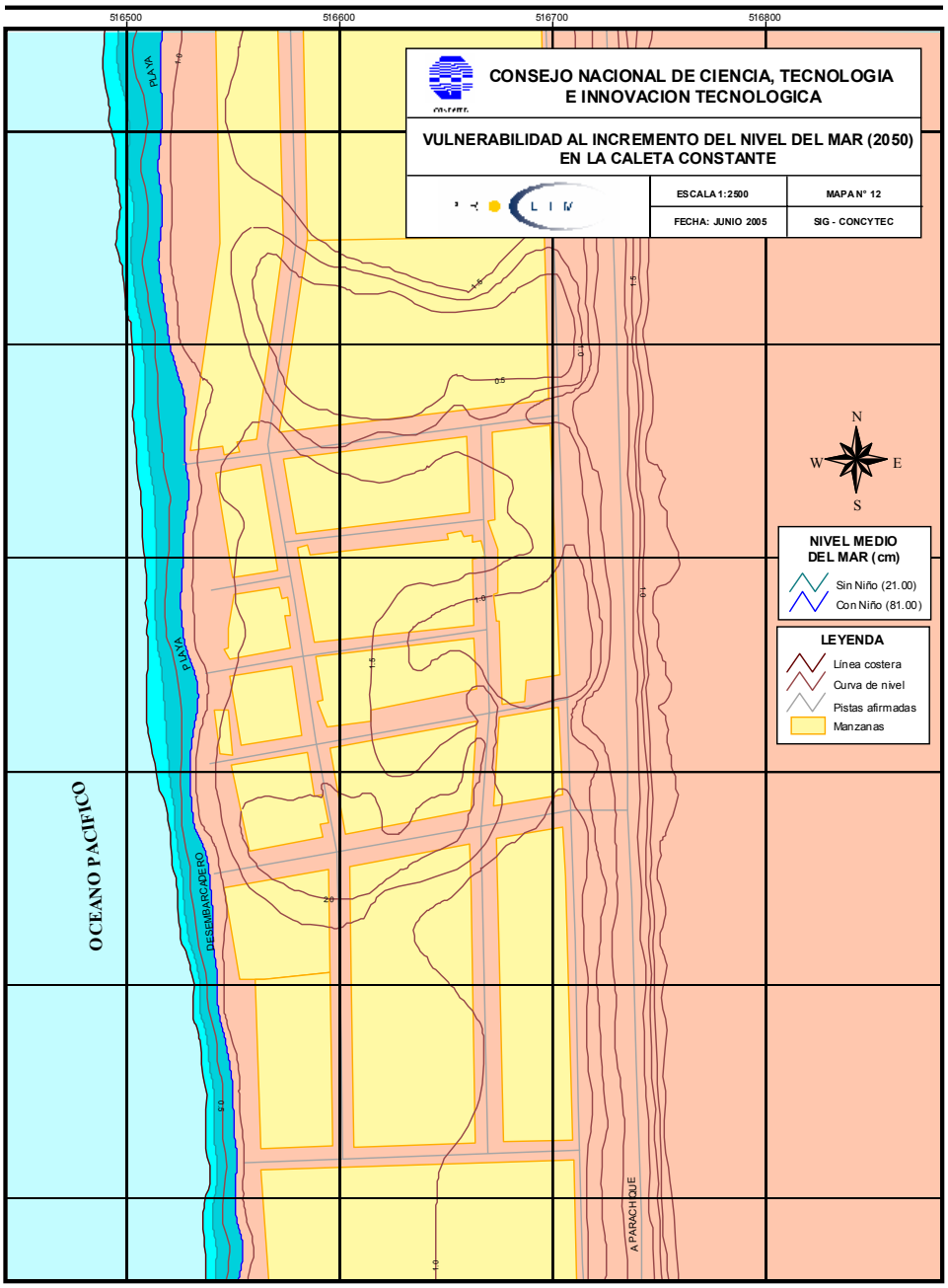
Mapa 9. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar. Mapa base de la caleta Constante.



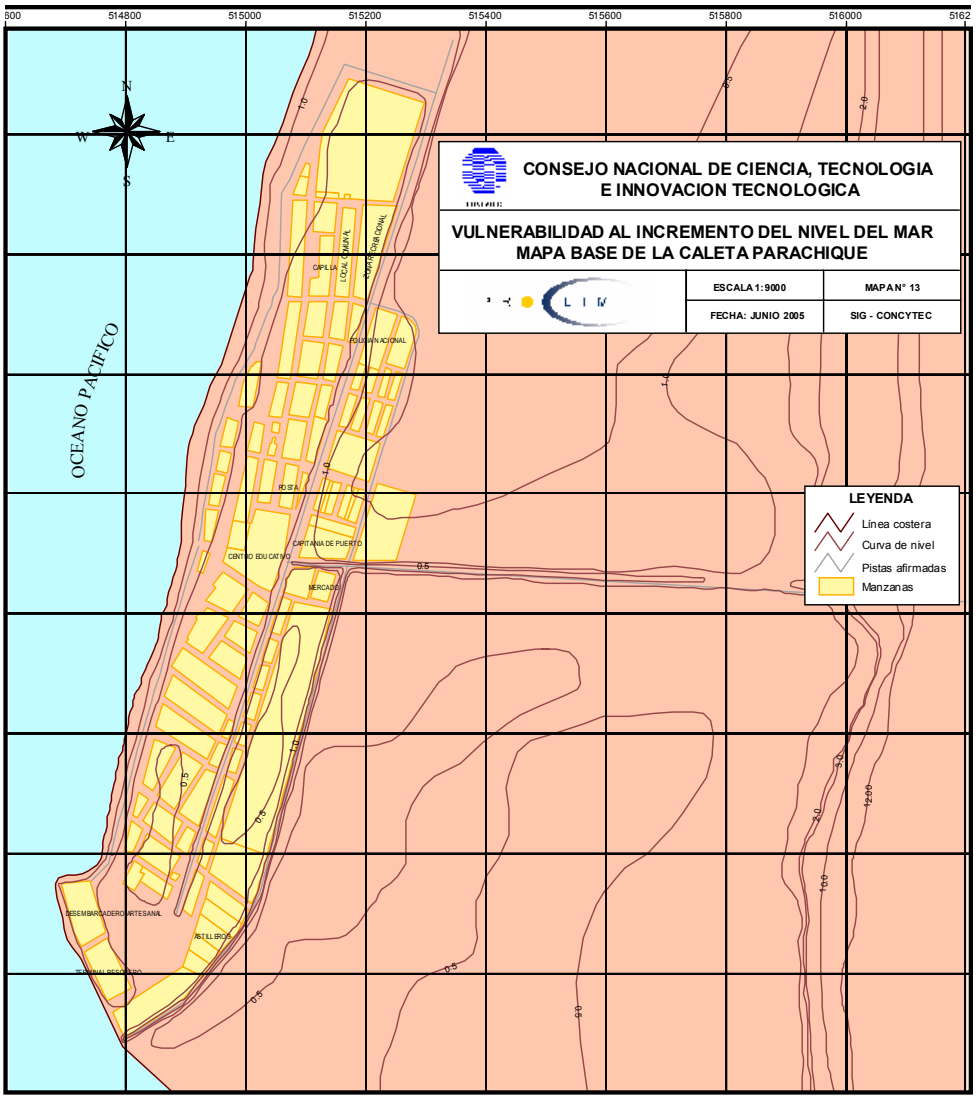
Mapa 10. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2005) en la caleta Constante.



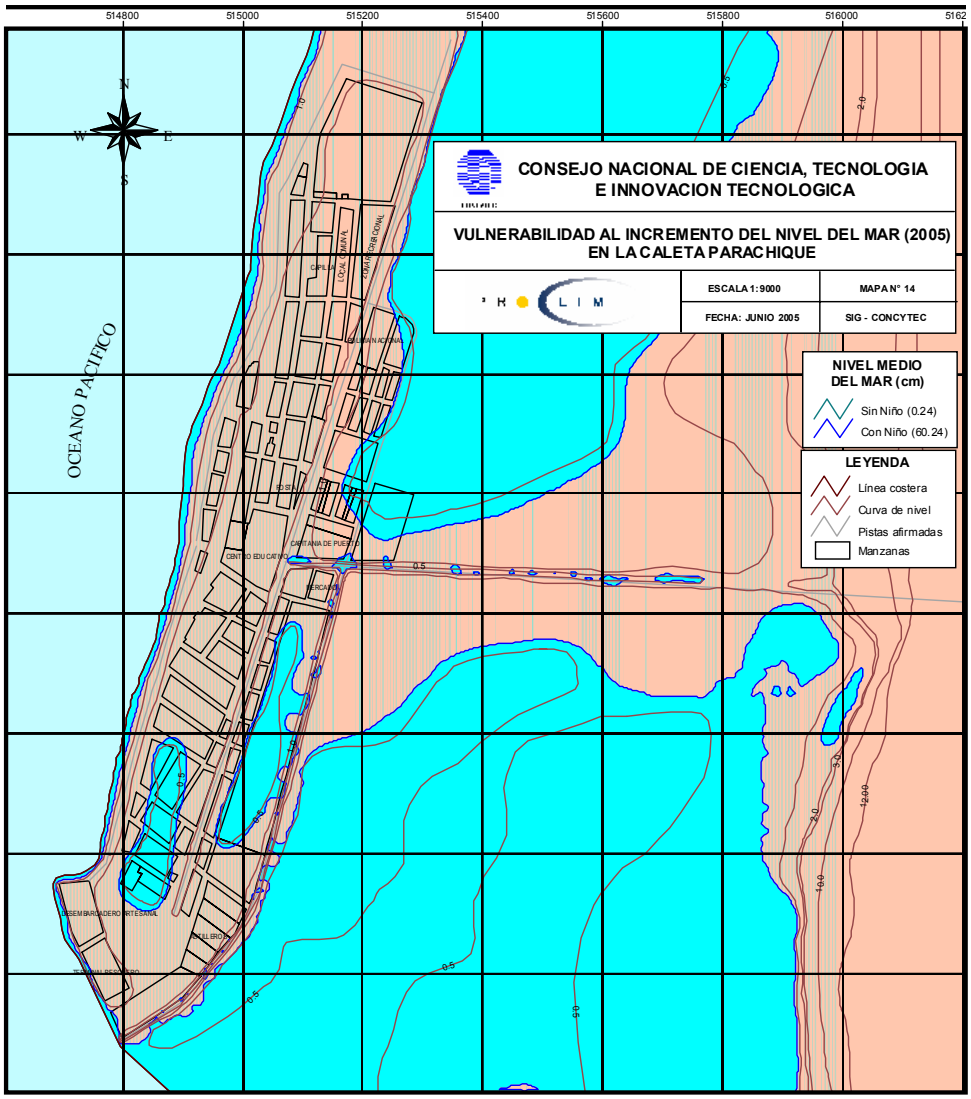
Mapa 11. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2020) en la caleta Constante.



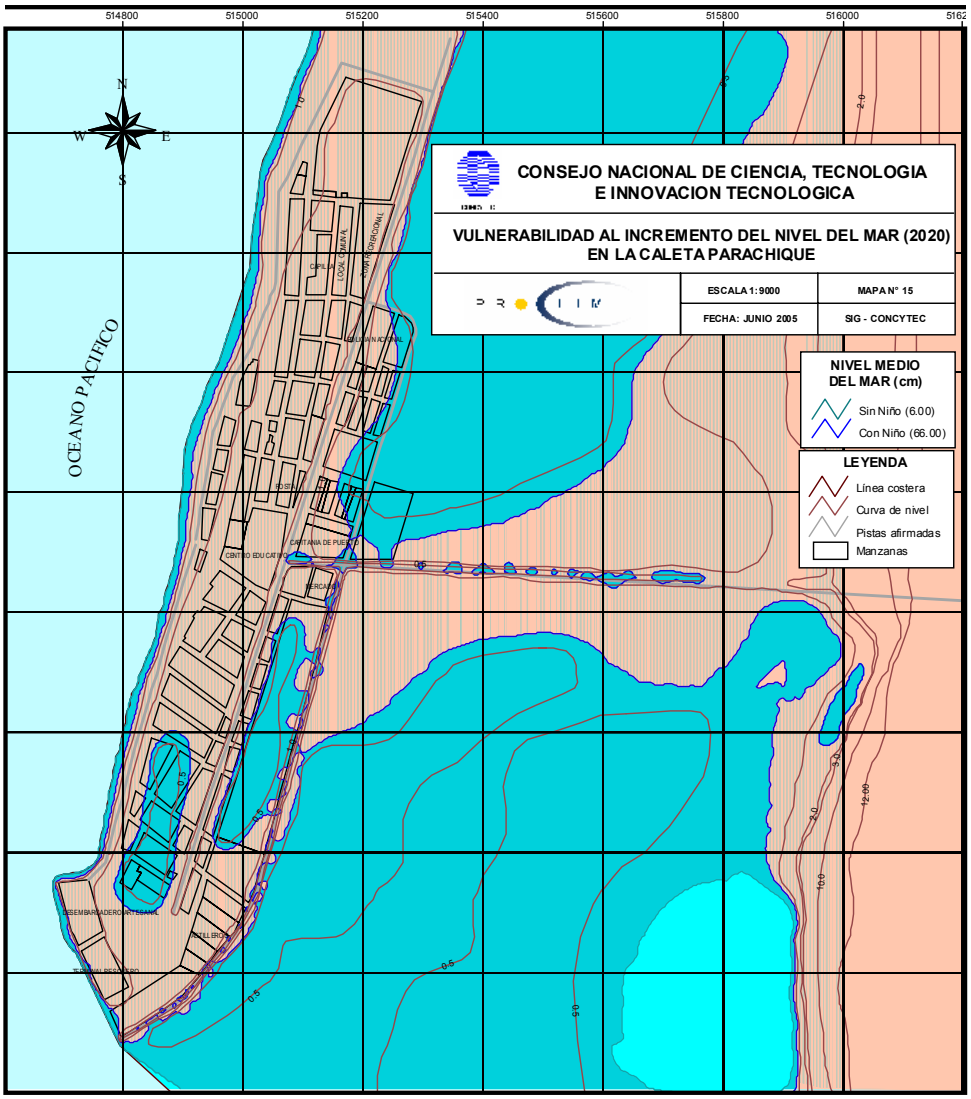
Mapa 12. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2050) en la caleta Constante.



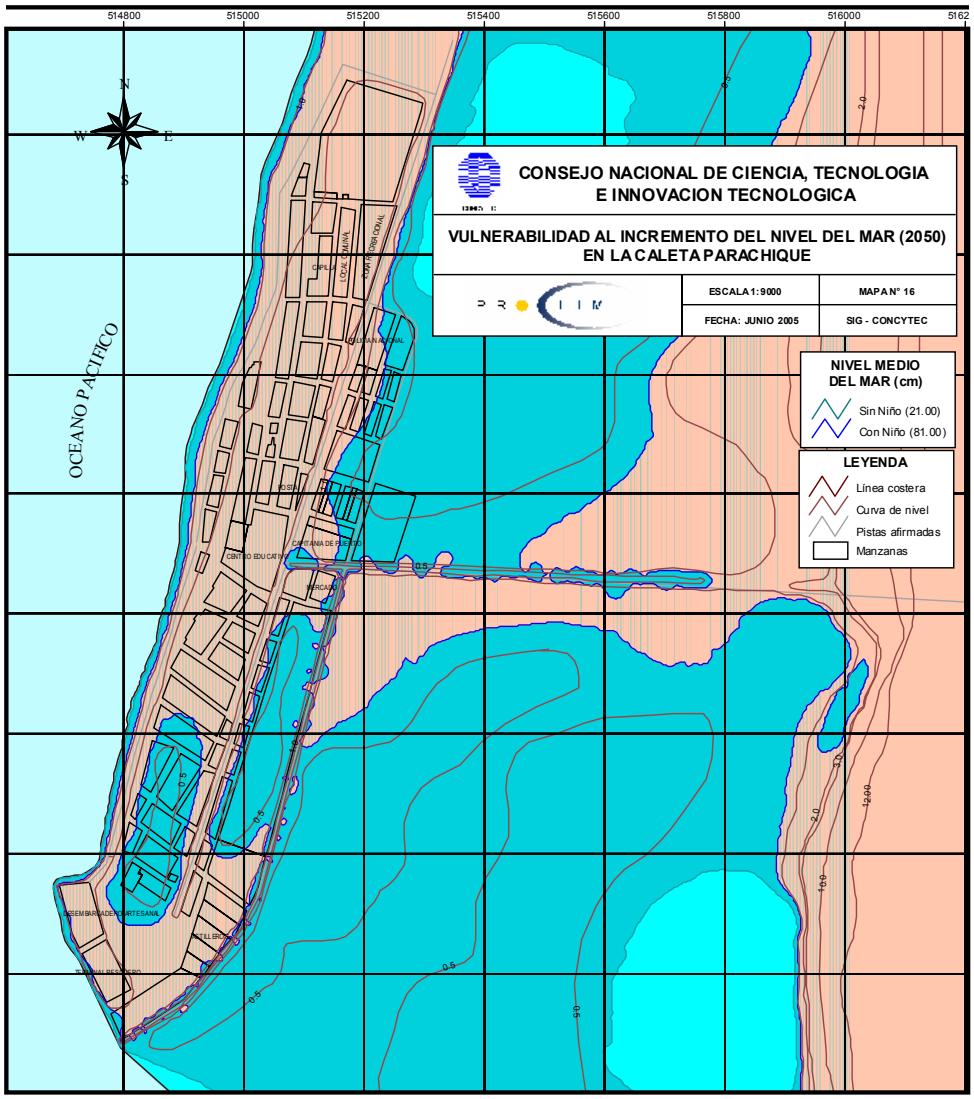
Mapa 13. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar. Mapa base de la caleta Parachique.



Mapa 14. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2005) en la caleta Parachique.



Mapa 15. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2020) en la caleta Parachique.



Mapa 16. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2050) en la caleta Parachique.

– <u>Pesca</u>

La Tabla 26 muestra los índices de percepción de la vulnerabilidad a la elevación del nivel del mar (IPVN) de las pesquerías y actividades acuícolas más importantes de la Bahía de Sechura. Se puede apreciar que las especies que encabezan las aportaciones al PIB sectorial, representados principalmente por las especies de la pesca industrial pelágica (anchoveta, sardina, caballa y jurel), no son afectadas directamente por la elevación del nivel del mar en ninguno de los escenarios del 2020 ni del 2050.

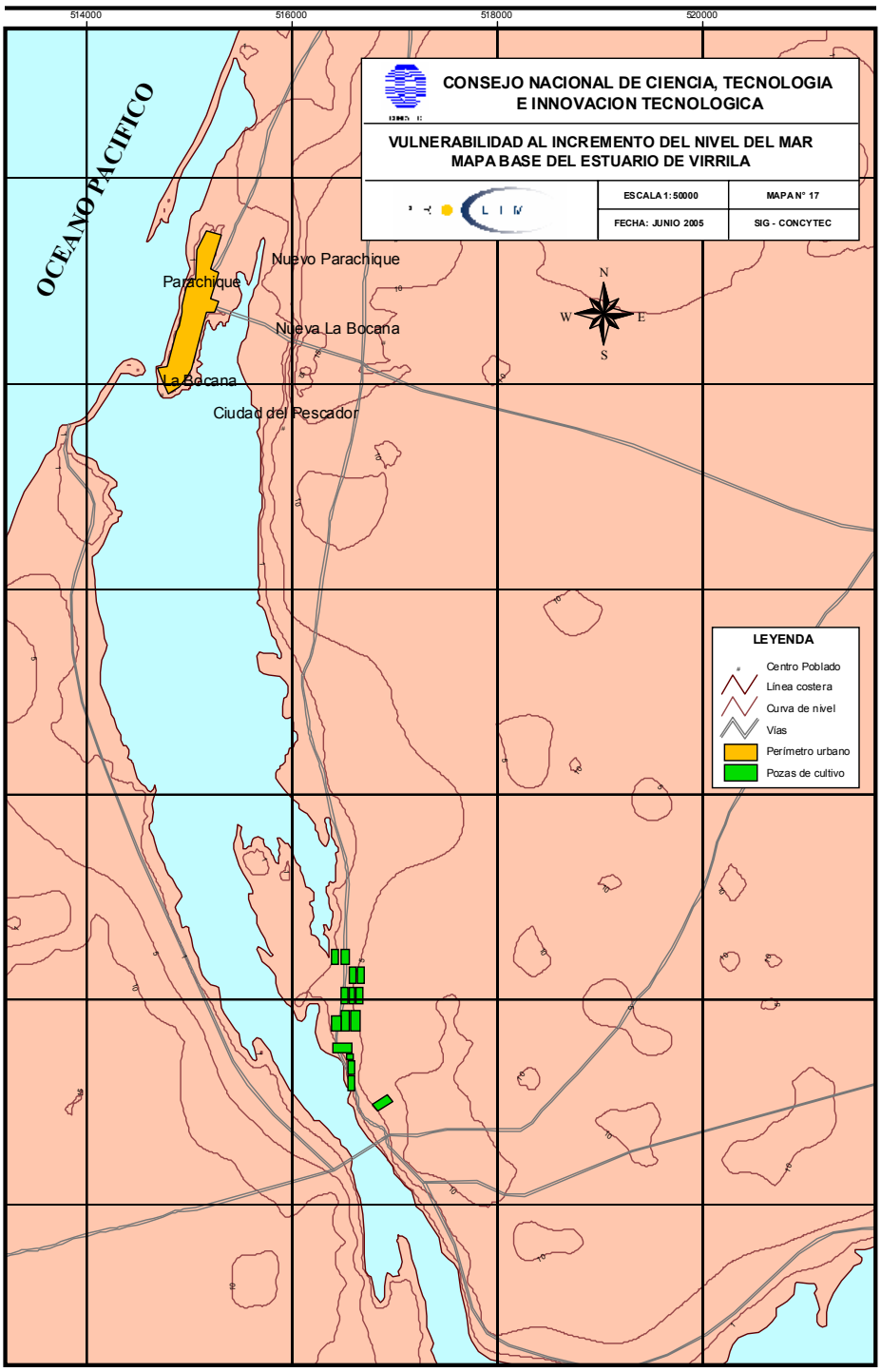
En lo que respecta a las principales especies representativas de la pesca artesanal, como el coco (*Paralonchurus peruanus*), ayanque (*Cynoscion analis*), tollo (*Mustelus* spp.), cabrilla (*Paralabrax humeralis*), muestran un IPVN

de nivel 0, que indica que no son afectadas directamente por la elevación del nivel del mar en ninguno de los escenarios del 2020 ni del 2050.

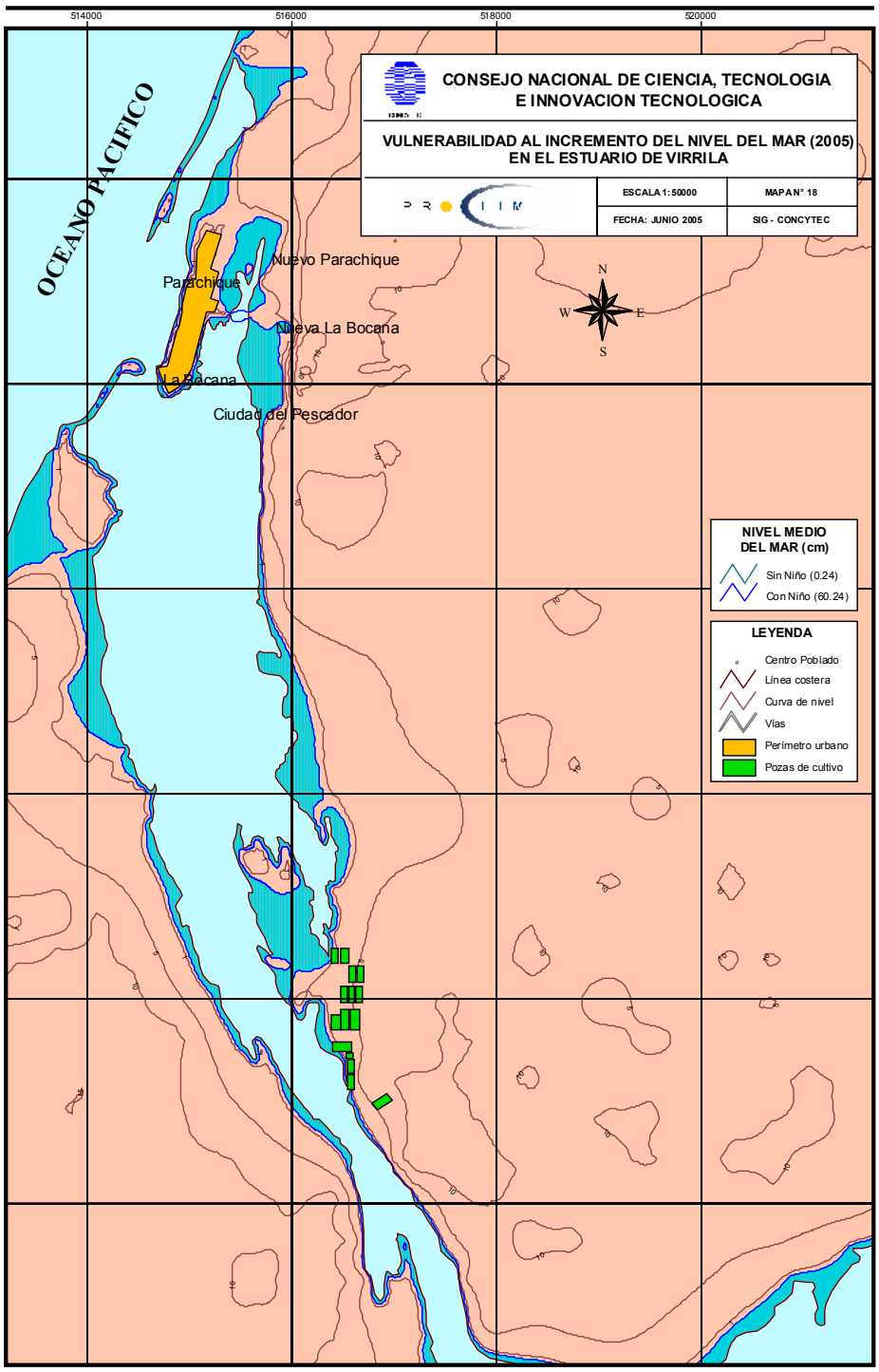
Las principales especies de mariscos que aportan al total del valor de la producción pesquera de Sechura, como son la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y la pota (*Dosidicus gigas*), tampoco son afectados directamente por la elevación del nivel dentar en ninguno de los escenarios del 2020 ni del 2050. La otras especies de mariscos de menor importancia comercial, como el caracol (*Stramonita chocolata*) y el calamar (*Loligo gahi)*, tampoco resultan vulnerables a la elevación del nivel del mar. La única especie de relevante importancia comercial que puede resultar vulnerable es el pulpo (*Octopus mimus*), el mismo que presenta vulnerabilidad de nivel 1, para incrementos del nivel del mar representados en el escenario N4 (con evento EN) del año 2020; y para los escenarios N5 (sin eventos EN) y N6 (con eventos EN) del año 2050, debido a que puede implicar una mayor dificultad de encontrar refugios y estar mas expuesto a sus depredadores.

Tabla 26. Índices de percepción de la vulnerabilidad a la elevación del nivel medio del mar (IPVN) para los principales rubros del sector pesquero, bajo escenarios futuros al 2020 y 2050, sin y con evento El Niño.

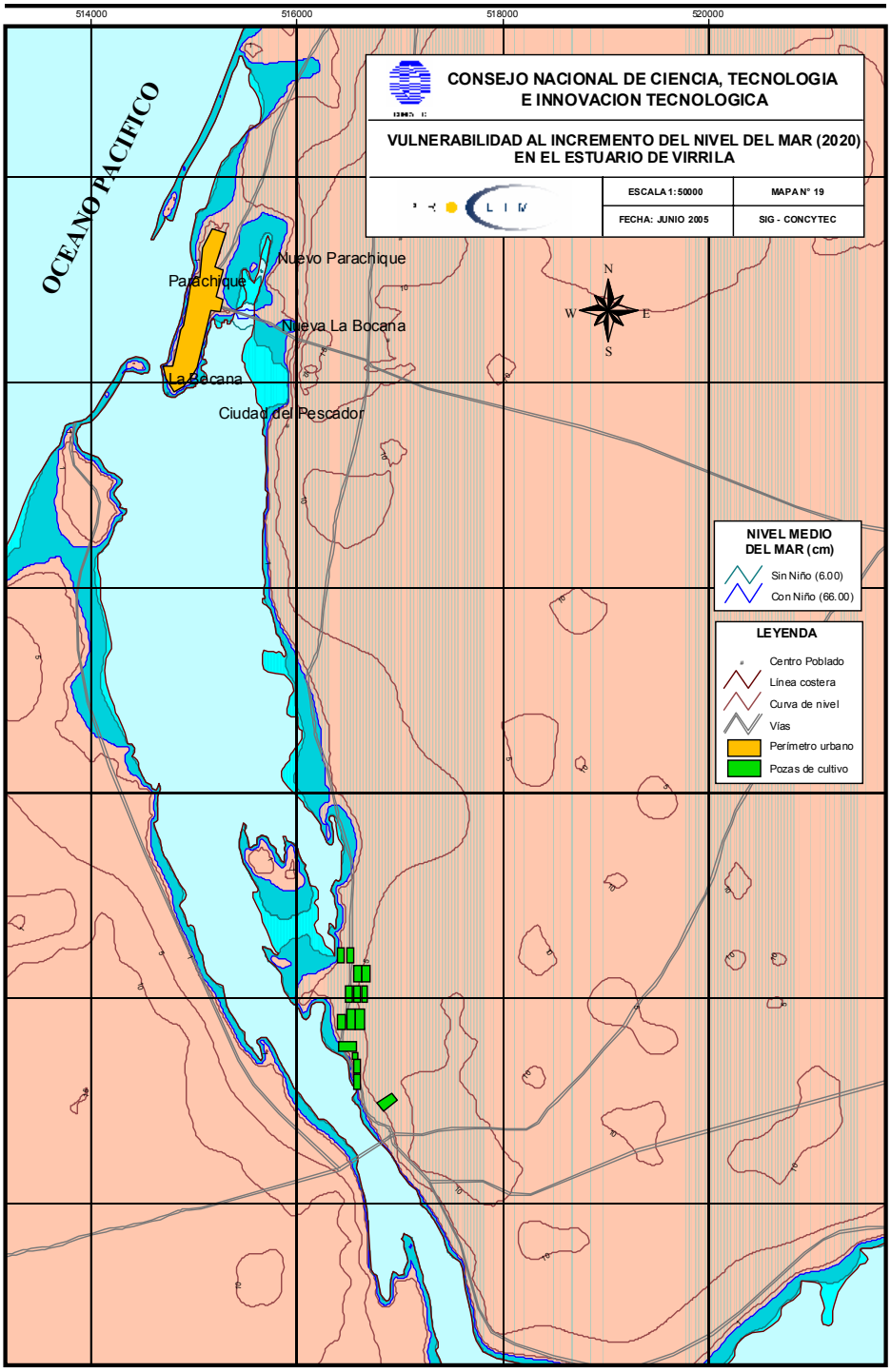
SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2020		ESCENARIOS AL 2050	
		E1: sin EN (máx. 6 cm)	E2: con EN (máx. 66 cm)	E1: sin EN (máx. 21 cm)	E2: con EN (máx. 81 cm)
ECONOMÍA PESQUERA	Pesquería de Coco	0	0	0	0
	Pesquería de Ayanque	0	0	0	0
	Pesquería de Tollo	0	0	0	0
	Pesquería de Cabrilla	0	0	0	0
	Concha de Abanico	0	0	0	0
	Pesquería de Caracol	0	0	0	0
	Pesquería de Pota	0	0	0	0
	Pesquería de Pulpo	0	1	1	1
	Pesquería de Calamar	0	0	0	0
	Pesquería de Anchoveta	0	0	0	0
	Pesquería de Caballa	0	0	0	0
	Pesquería de Jurel	0	0	0	0
	Pesquería de Sardina	0	0	0	0
	Pesquería de Merluza	0	0	0	0
	Acuicultura de Artemia	1	3	2	3
	Acuicult de concha de abanico	0	1	1	2
	Acuicultura de langostinos	1	1	1	3



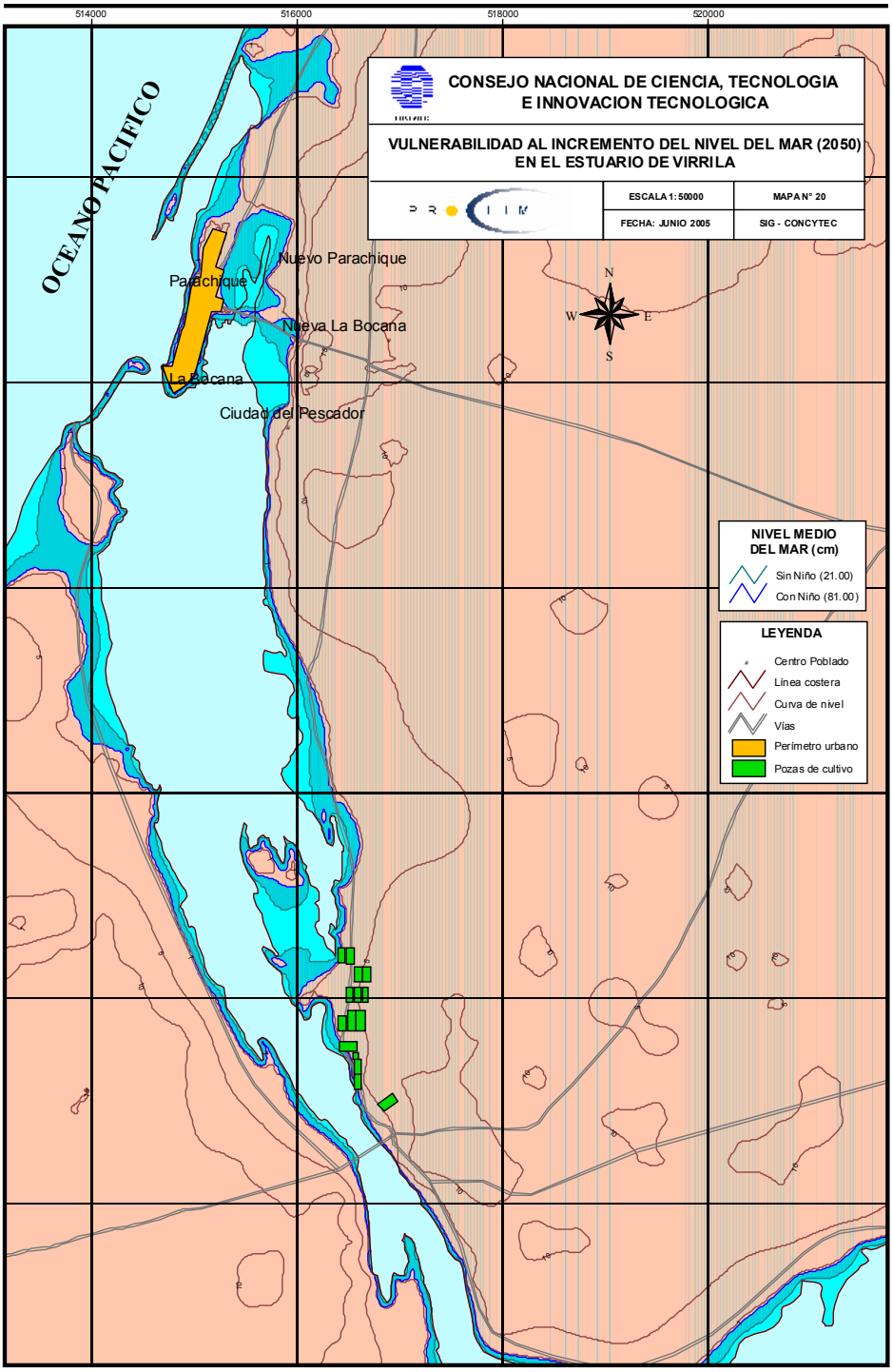
Mapa 17. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar. Mapa base del estuario de Virrilá.



Mapa 18. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2005) en el estuario de Virrilá.



Mapa 19. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2020) en el estuario de Virrilá.



Mapa 20. Vulnerabilidad al incremento del nivel del mar (2050) en el estuario de Virrilá.

Las actividades de acuicultura, cuyas especies comerciales de relevancia son la concha de abanico, langostino y *Artemia*, pueden sufrir daños a la producción con implicancias económicas y sociales, que serán mayores en la medida en que la actividad crezca e involucre actividades conexas. La concha de abanico muestra un IPVN de nivel 1 en el escenario N4 (con evento EN) al

año 2020; mientras que al 2050 muestra un IPVN de nivel 1 en el escenario N5 (sin evento EN) y de nivel 2 en el escenario N6 (con evento EN). El cultivo de langostinos constituye la actividad acuícola de alto riesgo de impacto económico, debido a que toda su infraestructura está relacionada a la zona intermareal, por lo que presenta un IPVN de nivel 1 en los dos escenarios del 2020; y al 2050 muestra un OPVN de nivel 1 en el escenario N5 y de nivel 3 en el escenario N6. El cultivo de más alta vulnerabilidad a la elevación del nivel del mar es el del crustáceo *Artemia*, por desarrollarse en la zona intermareal de localidades como Virrilá (Mapas 17-20), por lo que se les asigna un OPVN de nivel 1 en el escenario N3 del 2020 y de nivel 3 en el escenario N4 del mismo año; mientras que en el 2050 muestra un IPVN de nivel 2 en el escenario N5 y de nivel 3 en el escenario N6. (Tabla 26)

– Turismo

Si bien la actividad turística es casi inexistente al presente, puede constituirse en una de las principales en el futuro. Se han identificado cuatro principales áreas de importancia turística. El balneario y manglar de San Pedro, el balneario de Chulliyachi y la playa de Vichayo muestran para el año 2020 un IPVN de nivel 0 en el escenario N3 (sin evento EN) y de nivel 2 en el escenario N4 (con evento EN); mientras que para el 2050 si IPVN es de nivel 2 en el escenario N5 y de nivel 3 en el escenario N6. (Tabla 27)

Tabla 27. Índices de percepción de la vulnerabilidad a la elevación del nivel medio del mar (IPVN) para los principales rubros del sector turismo, bajo escenarios futuros al 2020 y 2050, sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2020		ESCENARIOS AL 2050	
		E1: sin EN (máx. 6 cm)	E2: con EN (máx. 66 cm)	E1: sin EN (máx. 21 cm)	E2: con EN (máx. 81 cm)
TURISMO	Balneario de San Pedro	0	2	2	3
	Balneario de Chulliyachi	0	2	2	3
	Playa de Vichayo	0	2	2	3
	Estuario de Virrilá	1	3	2	3

En el caso del estuario de Virrilá el atractivo turístico es más vulnerable, mostrando para el 2020 un IPVN de nivel 1 en el escenario N3 y de nivel 3 ene el escenario N4; mientras que para el 2050 el IPVN es de nivel 2 en el escenario N5, sin EN; y de nivel 3 en el Escenario N6, con EN (Mapas 19 y 20).

3.3.2 Al incremento de la temperatura del agua de mar

El análisis de la vulnerabilidad sectorial al incremento de la temperatura nuestra que los sectores Los resultados demuestran que sólo durante eventos El Niño el sector pesca sería altamente vulnerable en la Bahía de Sechura, tanto en el escenario futuro del 2020, como del 2050 (Fig.15).

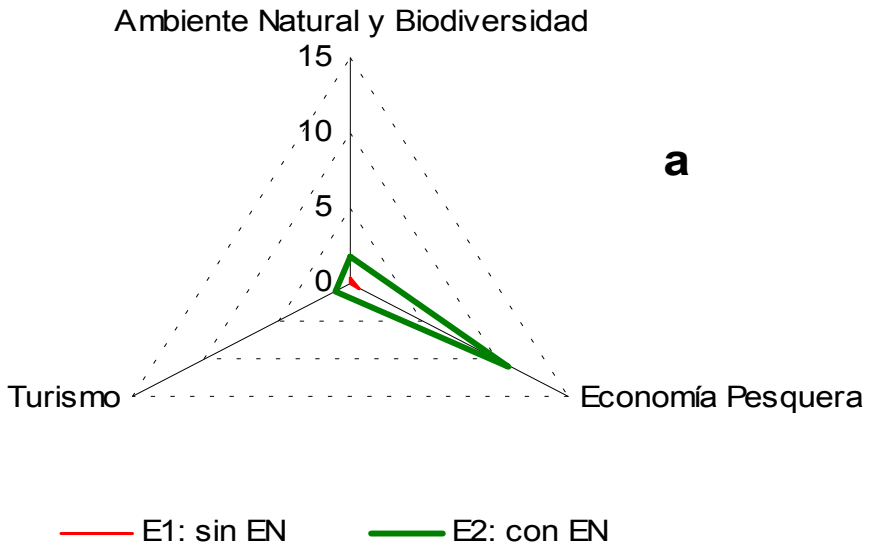


Figura 15. Índices de percepción de la vulnerabilidad sectorial inducida por el incremento de la temperatura sobre el ambiente natural y biodiversidad, pesca y turismo, en escenarios al 2020 (**a**) y 2050 (**b**) sin El Niño y con El Niño.

La comparación de los índices de vulnerabilidad sectorial para escenarios sin evento El Niño (T3 y T5) y con evento El Niño (T4 y T6) demuestra que durante los eventos El Niño los sectores (en particular pesca) pueden ser hasta casi 30 veces más vulnerables al incremento de la temperatura superficial del mar. También es evidente la mayor vulnerabilidad en los escenarios del 2050 (Fig. 16).

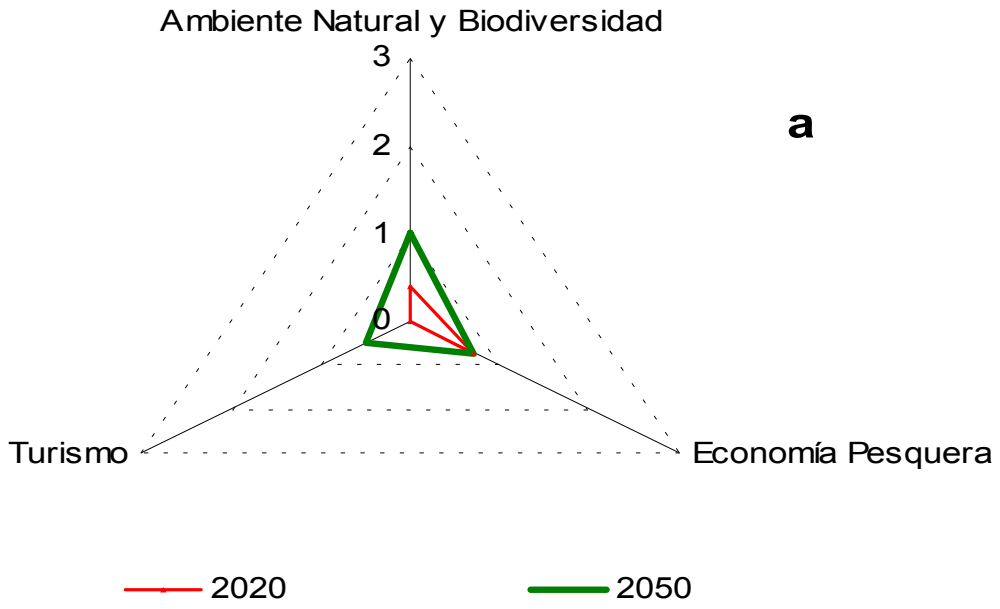


Figura 16. Diferencias en los índices de percepción de la vulnerabilidad sectorial inducida por el incremento de la temperatura sobre el ambiente natural y biodiversidad, pesca y turismo, en escenarios al 2020 y 2050 sin El Niño (**a**) y con El Niño (**b**)

– Ambiente natural y biodiversidad

La producción primaria fitoplanctónica es sensible a los cambios de temperatura que se evidencia con la estacionalidad y los eventos EN. Para el clima del año 2020 se espera que el escenario T3 (sin evento EN), con un incremento de 0,6°C en la temperatura superficial del mar, el IPVT tendría un nivel 1 e incrementaría a un nivel 3 en el escenario T4 (con evento EN), con una elevación de temperatura de 6,6°C. Mientras que para las condiciones climáticas proyectadas para el 2050 muestran un IPVT de nivel 2 para el escenario T5 (sin evento EN), cuando la temperatura superficial del mar se incrementa 1,2°C por encima del promedio; y un nivel 3 para el escenario T6 (con evento EN), cuando la temperatura superficial del mar se incrementa hasta 7,2°C por encima del promedio. El nivel 3 de IPVT implica una reducción de la producción primaria a menos de la mitad de sus valores actuales, como consecuencia de cambios drásticos en la composición de especies y densidad del fitoplancton. (Tabla 28)

Tabla 28. Índices de percepción de la vulnerabilidad al incremento de la temperatura superficial del mar (IPVT) para los principales rubros del sector ambiente natural y biodiversidad, bajo escenarios futuros al 2020 y 2050 sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2020		ESCENARIOS AL 2050	
		E1: sin EN (máx. 0,6°C)	E2: con EN (máx. 6,6°C)	E1: sin EN (máx. 1,2°C)	E2: con EN (máx. 7,2°C)
AMBIENTE NATURAL Y BIODIVERSIDAD	Producción primaria	1	3	2	3
	Diversidad de bentos de fondo blando	0, +	0, +	0, +	0, +
	Diversidad de bentos de fondo duro	0	2	0	3
	Diversidad de peces	0, +	0, +	0, +	1
	Diversidad de bentos de playa arenosa	0	0, +	0, +	0, +
	Diversidad de bentos de orilla rocosa	0	2	1	3
	Diversidad del Ecosistema de Manglar	0	0, +	0, +	1
	Calidad del ambiente natural (contaminantes)	0	1	0	1
	Disponibilidad de sustrato (arenamiento, erosión)	0	0	0	0

La diversidad del bentos de fondo blando, al igual que la diversidad de bentos de playa arenosa, no resulta vulnerable a los posibles incrementos de la temperatura superficial del mar en escenarios del 2020 y del 2050. Por el

contrario podrían mostrar efectos positivos, asociado a la incorporación de algunas especies propias de aguas cálidas.

En el caso de la diversidad del bentos de fondo duro no hay evidencia de que hacia el año 2020 ni 2050 los escenarios T3 y T5 (sin evento EN) tengan un nivel de IPVT diferente de 0, mientras que en un escenario T4 del año 2020 el OPVT sería de nivel 2 y de nivel 3 en el escenario T6 del año 2050.

La diversidad de peces de la bahía no es vulnerable a incremento de la temperatura; excepto en el escenario T6 del año 2050 en que el OPVT en de nivel 1.

En el caso de la diversidad de bentos de orilla rocosa nuestra un IPVT de nivel 0 para el escenario T3 y de nivel 2 para el escenario T4 del año 2020; mientras que para el año 2050 el IPVT es de nivel 1 en el escenario T5 y de nivel 3 en el escenario T6.

El ecosistema de manglar está adaptado a amplias fluctuaciones del ambiente, por lo que alguna vulnerabilidad al incremento de la temperatura superficial del mar se podría manifestar sólo con un IPVT de nivel 1 en la condición extrema del el escenario T6 (con evento EN) del año 2050.

De igual modo, la calidad del ambiente natural es poco afectada por el incremento de la temperatura superficial del mar, excepto en las condiciones extremas de los escenarios T4 y T6 (con evento EN), en los que el OPVT alcanza un nivel 1, asociado al efecto de la temperatura acelerando la disolución de algunos contaminantes.

- Pesca

Las principales especies de la pesca artesanal de la bahía de Sechura son vulnerables al incremento de la temperatura superficial del mar, así, la pesquería del coco, ayanque y cabrilla y tollo, presentan para el año 2020 un IPVT de nivel 0 para el escenario T3 (sin evento EN) y de nivel 2 para el escenario T4 (con evento EN). Por otro lado, para el año 2050 todos muestran un IPVT de nivel 0 en el escenario T5; pero en el escenario T6 el ayanque y coco muestran un OPVT de nivel 3, y el tollo y cabrilla un nivel 2.

Tabla 29. Índices de percepción de la vulnerabilidad al incremento de la temperatura superficial del mar (IPVT) para los principales rubros del sector pesquero, bajo escenarios futuros al 2020 y 2050 sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2020		ESCENARIOS AL 2050	
		E1: sin EN (máx. 0,6°C)	E2: con EN (máx. 6,6°C)	E1: sin EN (máx. 1,2°C)	E2: con EN (máx. 7,2°C)
PESQUERÍA	Pesquería de Coco	0	2	0	3
	Pesquería de Ayanque	0	2	0	3
	Pesquería de Tollo	0	2	0	2
	Pesquería de Cabrilla	0	2	0	2
	Concha de Abanico	0, +	0, +	0, +	0, +
	Pesquería de Caracol	0	1	0	1
	Pesquería de Pota	0	2	0	2
	Pesquería de Pulpo	0, +	0, +	0, +	0, +
	Pesquería de Calamar	0	2	0	3
	Pesquería de Anchoveta	1	3	1	3
	Pesquería de Caballa	0	2	0	2
	Pesquería de Jurel	0	1	0	2
	Pesquería de Sardina	1	2	1	2
	Pesquería de Merluza	0	2	0	2
	Acuicultura de Artemia	0	1	0	1
	Acuicult de concha de abanico	0	0	0	0
	Acuicultura de langostinos	0	0	0	0

Por otro lado, los principales mariscos, como la concha de abanico y el pulpo no son vulnerables al incremento de la temperatura superficial del mar, por el contrario muestran un efecto positivo que se manifiesta en un incremento de la fecundidad, el crecimiento y prolongación del período de desove. En los eventos más fuertes el efecto es más positivo y se abren oportunidades de elevar el valor de la producción debido a que se incrementa la oferta exportable.

La pota (*Dosidicus gigas*) muestra un IPVT de nivel 2 en los escenarios T4 y T6 (con evento EN) del 2020 y 2050, respectivamente, cuando la temperatura superficial del mar se incrementa en 6,6 y 7,2°C, en los respectivos casos.

El calamar (*Loligo gahii*) muestra un IPVT de nivel 0 en los escenarios T3 y T5 de los años 2020 y 2050, respectivamente; mientras que en el escenario T4 (con evento EN) del año 2020 muestra un IPVT de nivel 2 y en el T6 del año 2050 un nivel 3.

En la pesca industrial pelágica, la anchoveta manifiesta un IPVT de nivel 1 en los escenarios T3 y T5 (sin evento EN) de los años 2020 y 2050, respectivamente; y un nivel 3 en los escenarios T4 y T6 (con eventos EN) tde

los años 2020 y 2050, respectivamente. En estas circunstancias se afecta gravemente la economía del sector, considerando que no sólo involucra a los pescadores sino que también a las empresas que producen harina de pescado, aceite y conservas.

La caballa y jurel presentan un IPVT de nivel 0 para los escenarios T3 y T5 (sin evento EN); mientras que para los escenarios T4 y T6 del 2020 y 2050, respectivamente, la caballa muestra un IPVT de nivel 2; y por otro lado el jurel muestra un nivel 1 en el escenario T4 y de nivel 2 en el T6.

La sardina presenta un IPVT de nivel 1 en los escenarios T3 (sin evento EN) del 2020 y T5 del 2050; y de nivel 2 (con eventos EN) en los escenarios T4 del 2020 y T6 del 2050.

En la pesquería de la merluza no se percibe una potencial vulnerabilidad al incremento de la temperatura superficial del mar, como consecuencia del cambio climático en los escenarios T3 (sin evento El Niño) al 2020 ni T5 al 2050. Sin embargo, en los escenarios T4 del 2020, como T6 del 2050 se obtiene un IPVT de nivel 2. Hay que destacar que en este caso se produce una reducción de los desembarques de merluza, Pero en realidad ocurre un efecto positivo en la población, debido a la dispersión y profundización de la especie, lo cual la hace menos accesible a la extracción pesquera.

En lo que respecta a la acuicultura del crustáceo *Artemia*, esta actividad se inició en algunos años, pero fue destruido por el evento El Niño, y a la fecha no se ha vuelto a retomar la actividad, no obstante las condiciones excepcionalmente buenas del estuario de Virrilá. En este caso el IPVT llega a un nivel 1 en los escenarios con evento El Niño, T4 del año 2020 y T6 del 2050, cuando la temperatura superficial del agua incrementa 6,6 y 7,2°C, respectivamente.

La acuicultura de concha de abanico y del langostino no es afectada significativamente por el incremento de la temperatura superficial del mar. Las poblaciones de concha de abanico y langostino muestran más bien un impacto positivo de la temperatura, incrementando su fecundidad y crecimiento.

– <u>Turismo</u>

Este sector es considerado de alto potencial económico para la región. Actualmente no hay un flujo turístico relevante, no obstante ello, en el futuro se

prevé un flujo turístico importante que podría verse afectado si hay cambios de temperatura como se consideran en los escenarios al 2020 y al 2050.

La potencial actividad turística del balneario en el Manglar de San Pedro y de Palo Parado y del estuario de Virrilá hacia el año 2020 muestran un IPVT de nivel 0 en el escenario T3, cuando el incremento de temperatura debido al cambio climático se incrementa 0,6°C; mientras que en un escenario T4 (con evento EN) el IPVT es de nivel 2. Hacia el año 2050 la actividad turística de dichos manglares muestra un IPVT de nivel 1 ante un escenario T5 (sin evento EN), ante un incremento de 1,2°C y un nivel 3 ante un escenario T6 (con evento EN), cuando la temperatura superficial del mar se incrementa 7,2°C. En este último caso el turismo se vería afectado por la desaparición de algunas especies con atractivo turístico y por la intensificación de los riesgos de plagas y transmisión de enfermedades tropicales por el incremento de las poblaciones de mosquitos.

Tabla 30. Índices de percepción de la vulnerabilidad al incremento de la temperatura superficial del mar (IPVT) para los principales rubros del sector turismo, bajo escenarios futuros al 2020 y 2050 sin y con evento El Niño.

SECTORES	RUBROS VULNERABLES	ESCENARIOS AL 2020		ESCENARIOS AL 2050	
		E1: sin EN (máx. 0,6°C)	E2: con EN (máx. 6,6°C)	E1: sin EN (máx. 1,2°C)	E2: con EN (máx. 7,2°C)
TURISMO	Balneario del Manglar de San Pedro y Palo Parado	0	2	1	3
	Balneario de Chulliyachi	0	1	1	2
	Playa de Vichayo	0	1	1	2
	Estuario de Virrilá	0	2	1	3

Por otro lado la potencial actividad turística del balneario de Chulliyachi y la playa de Vichayo hacia el año 2020 muestran un IPVT de nivel 0 en el escenario T3; mientras que en un escenario T4 (con evento EN) el IPVT es de nivel 1. Hacia el año 2050 la actividad turística de dichas playas muestra un IPVT de nivel 1 ante un escenario T5 (sin evento EN) y un nivel 2 ante un escenario T6 (con evento EN).

3.4 Medidas de adaptación

A continuación pasamos a describir las propuestas de adaptación al cambio climático y los eventos El Niño en la zona marino-costera de Sechura y su pesquería. Además, por sus repercusiones en el sector pesquero, no sólo hemos adicionado el análisis del ambiente natural y biodiversidad, sino también el sector infraestructura vial y portuaria y el sector turismo. Las medidas de adaptación propuestas integran las acciones referidas a las vulnerabilidades y oportunidades generadas por los potenciales efectos positivos inducidos por la elevación del nivel del mar y el incremento de la temperatura, detectados en los diversos rubros de cada sector estudiado.

3.4.1 Ambiente natural y biodiversidad

El cambio climático, expresado principalmente como incremento de la temperatura y elevación del nivel medio del mar generará una serie de efectos negativos y positivos sobre la biodiversidad. Además, la vulnerabilidad de las especies y los ecosistemas se intensifica aún más por la deficiente conservación de los ecosistemas y manejo de los recursos pesqueros. A continuación se detalla los 4 principales problemas u oportunidades detectadas en este sector y se proponen las medidas de adaptación críticas para su solución:

Problemas / Oportunidades	Medidas de Adaptación Críticas
Reducción del hábitat de las especies dominantes debido al arenamiento de playas y fondos de la bahía de Sechura	• Construcción de barreras y espigones para evitar arenamiento en áreas de alta vulnerabilidad, como Parachique. • Establecimiento de monitoreos sobre los cambios oceanográficos para la prevención oportuna de posibles eventos de arenamiento.
Intensificación del impacto de la contaminación sobre la biodiversidad y productividad marina	• Establecimiento de normas para reducir la contaminación por efluentes y deshechos sólidos en las áreas costeras y marinas. • Organización de campañas de educación ambiental para concienciar a la ciudadanía en general en relación al cuidado de la calidad ambiental ante el cambio climático, buscando el apoyo del Ministerio de Educación y la Asamblea Nacional de Rectores para la participación de estudiantes y docentes en calidad de promotores. • Establecer programas de monitoreo de la contaminación que alerten sobre los niveles de riesgo para la biodiversidad marina y el ser humano, ante el cambio climático.
Extinción de especies nativas y endémicas de peces costeros e invertebrados marinos	• Establecer legalmente áreas protegidas marino-costeras para la conservación de las especies marinas sensibles al calentamiento.
Ingreso de especies tropicales que se incorporan al sistema	• Desarrollar una infraestructura y equipamiento adecuado para la óptima extracción o pesca de especies inmigrantes al sistema costero. • Identificar usos industriales de alto valor agregado para las potenciales especies tropicales, para atenuar evitar la presión extractiva sobre las poblaciones nativas de valor comercial. • Establecer programas de monitoreo que aporten información para el manejo sostenible de los recursos pesqueros.

3.4.2 Economía pesquera

El sector pesca muestra recurrentemente drásticos efectos negativos en el rubro de la pesca industrial a causa de los eventos El Niño, que en el futuro acrecentarán su impacto por la tendencia del cambio climático global. Sin embargo, en la pesca artesanal se presentan tanto efectos negativos como positivos, de manera que las medidas de adaptación están dirigidas por un lado a minimizar los efectos negativos de El Niño y el cambio climático; y por otro a aprovechar las oportunidades que generan las nuevas pesquerías de ocasión de las especies impactadas positivamente por dichos eventos. A continuación se describen las medidas de adaptación propuestas para los 8 principales problemas u oportunidades que generaría en futuro el cambio climático global durante los eventos El Niño:

Problemas / Oportunidades	Medidas de Adaptación críticas
Déficit de estadísticas actualizadas de la producción pesquera y precios, por puertos y caletas, para los recursos sensibles al cambio climático y los eventos El Niño	• Implementar un sistema de información desagregado del PIB pesquero, desde niveles de región, provincia, distrito, caserío, hasta niveles de caletas, por tipo de pescadores y la aportación de sus actividades productivas al PIB correspondiente. • Implementar un sistema de información abierto y accesible que integre la información económica con la información biológica pesquera producida por los programas de monitoreo.
Déficit de conocimiento biológico y tecnología pesquera relacionada a los nuevos recursos que se incorporan al ecosistema y limitan su aprovechamiento.	• Establecer programas de monitoreo, que generen información oportuna sobre el cambio y stock de los recursos pesqueros tradicionales y las nuevas especies, a fin de reorientar la pesquería. • Difundir información sobre la biología y comportamiento de las nuevas especies que se incorporan al ecosistema. • Establecer programas de desarrollo tecnológico e innovación que fomenten la ejecución de proyectos de adaptación o generación de tecnologías para la explotación eficiente de los nuevos recursos. • Capacitación a pescadores sobre el uso de nuevos recursos pesqueros potenciales con tecnologías adecuadas.
Desempleo y reducción de ingresos por la reducción del stock de la anchoveta	• Establecer medidas de fomento y promoción a la inversión en acuicultura de mariscos y peces costeros de aguas cálidas. como fuente de empleo. • Establecer medidas de fomento y promoción a la acuicultura oceánica como el atún y otras especies. • Establecer un plan de cuotas y vedas que promueva la regulación y diversificación de la pesquería para su explotación sostenida. • Fomentar y difundir la información sobre las posibilidades de reconversión del sistema productivo de la industria pesquera hacia nuevos usos de la anchoveta con mayor valor agregado; y la utilización de nuevos recursos.
Desabastecimiento del mercado y caída de la producción de principales especies de peces de consumo humano.	• Intensificar la actividad de acuicultura como alternativa económica.
Reducción de poblaciones de mariscos debido al arenamiento de playas y fondos de la bahía.	• Ubicación de las áreas críticas con mayor vulnerabilidad y organización de un plan de contingencia con la participación de los gremios y las organizaciones productivas y el apoyo de instituciones públicas de responsabilidad directa u organismos especializados de cooperación internacional.

Incremento del stock de algunas especies de peces y mariscos comerciales a consecuencia del calentamiento global	• Establecer programas de monitoreo de las poblaciones locales, para brindar información oportuna sobre la probabilidad de incremento de sus poblaciones. • Establecer un plan de manejo de los recursos pesqueros que asegure su uso sostenido.
Daño o destrucción de los potenciales sistemas de cultivo de langostinos, *Artemia*, etc., a consecuencia de la elevación del nivel medio del mar	• Monitoreo de los cambios oceanográficos asociados al cambio climático global y los eventos El Niño, para implementar medidas de contingencia oportunas. • Desarrollo de nuevas tecnologías de cultivo menos vulnerables a eventuales ocurrencias de El Niño y la tendencia del cambio climático global.
Potencial reducción de la productividad y calidad de los recursos pesqueros si no hay un plan de manejo de la explotación de fosfatos de Bayóvar, que prevea la elevación del nivel del mar	• Implementación y seguimiento permanente de buenas prácticas y medidas de prevención de daños por contaminación de fosfatos. • Vigilancia organizada de gremios de pescadores a la implementación y cumplimiento de las medidas del control del nivel de contaminación y de la existencia de planes de contingencia ante eventuales accidentes que generen derrames.

3.4.3 Infraestructura

La infraestructura portuaria y vial está estrechamente vinculada a la actividad pesquera y su daño repercute en la economía del sector. Otros efectos relacionados son los impactos sobre las construcciones de vivienda y fábricas. A continuación se describe las medidas de adaptación a los dos principales tipos de problemas que puede originar el cambio climático durante eventos El Niño futuros:

Problemas / Oportunidades	Medidas de Adaptación
Inundación de viviendas y fábricas por el incremento del nivel del mar durante futuros eventos El Niño.	• Construcción de barreras o defensas en las zonas bajas por donde es altamente probable la incursión de las masas de agua. En su defecto trasladar la infraestructura industrial previo estudio de factibilidad económica y la magnitud de las áreas inundables. • Promover la planificación urbana que considere la adecuada ubicación de la infraestructura industrial ante problemas ocasionados por el cambio climático y los efectos de recurrentes eventos El Niño, en particular los cambios del nivel del mar.
Incomunicación y dificultad de los accesos viales en localidades afectadas por las inundaciones	• Desvío de la carretera a zonas fuera de áreas vulnerables (Ver mapas de escenarios futuros). • Construcción de barreras de protección. • Implementar buenas prácticas de gestión del gasto público referente a infraestructura de comunicaciones, para desarrollar obras de buena calidad. • Contar con un Plan de Contingencia ante eventuales desastres que ayude a tomar medidas de emergencia que impidan la interrupción de las actividades del sistema productivo por incomunicación.

3.4.4 Turismo

Actualmente el área de estudio tiene escasa actividad turística; sin embargo, se considera que en el futuro puede constituir uno de los principales rubros de la economía local. Por lo cual, a continuación se propone las medidas de adaptación para los potenciales problemas que pueden generarse en el futuro con el calentamiento global:

Problemas / Oportunidades	Medidas de Adaptación
Daño a las potenciales actividades turísticas y de recreación por eventos El Niño y el cambio climático	• Promover el desarrollo de complejos turísticos y de balnearios en zonas como el área de Constante, en donde no hay peligro de incursiones intensas de masas de agua por el incremento del nivel del mar. • Promover la ejecución de proyectos de investigación que mejoren el conocimiento sobre especies y ecosistemas de interés turístico y recreacional. • Establecer programas de monitoreo de las poblaciones locales, para brindar información oportuna sobre la probabilidad de desaparición de especies exóticas y paisajes de interés turístico. • Promover la inversión turística bajo un esquema que incorpore la componente del cambio climático y eventos El Niño en la factibilidad de los proyectos de inversión. • Difundir y promocionar experiencias exitosas de otros países en la implementación de tecnologías que permitan construir ecosistemas artificiales para el turismo submarino.

4 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones y sugerencias están enfocadas en la mejora de la ejecución de proyectos encaminados a orientar medidas de adaptación ante el cambio climático.

- El presente trabajo demuestra que la zona marino-costera de Sechura y su pesquería están fuertemente influenciadas por la variabilidad climática oceanográfica de El Niño, que tiene una recurrencia de 3 a 4 años y que el cambio climático global intensificará la magnitud de sus impactos. Por tanto, las autoridades, empresarios y población en general deben estar concientes de la necesidad de intensificar las medidas de adaptación y mitigación, tendientes a reducir los efectos de ambos tipos de variabilidad, siguiendo las recomendaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- El trabajo también permite concluir sobre la utilidad de evaluar específicamente las medidas de adaptación para cada tipo de riesgo climático. Sin embargo, considerando que las medidas de adaptación en un sector a menudo tienen repercusión sobre otro, es de vital importancia la armonización e integración de las medidas de adaptación dentro del sector y entre los sectores.
- Es necesario que las instituciones responsables de las estadísticas socio-económicas regionales y locales hagan un mayor esfuerzo por implementar y mejorar las estadísticas y su disponibilidad para los usuarios.
- Por otro lado, se requiere que las instituciones especializadas, responsables del monitoreo climático, oceanográfico y pesquero a nivel local amplíen e intensifiquen sus actividades de monitoreo, y haya un fácil acceso a la información.
- Para que las políticas y planes de adaptación al cambio climático y los eventos El Niño pasen de los buenos deseos a la realidad, deben estar plenamente integrados a la planificación regional del desarrollo económico y a actividades ambientales relacionadas con la aplicación de instrumentos como la Convención de Lucha contra la Desertificación y el Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Tanto a nivel local como regional se debe promover la difusión e implementación de las medidas de adaptación al cambio climático y los eventos El Niño, propuestas en el marco del Proyecto PROCLIM, mediante eventos participativos con actores directa o indirectamente implicados en cada medida de adaptación.
- Intensificar la capacitación en el manejo de los efectos positivos y negativos del cambio climático y los eventos El Niño dirigida a funcionarios o tomadores de decisiones de las dependencias gubernamentales y de las empresas; ya que

mejorar la capacidad de la población para adaptarse, ayudará a reducir su vulnerabilidad al cambio climático y El Niño en el futuro.

- Institucionalizar una política de Estado que fomente la incorporación de la componente de variabilidad climática en los procesos de evolución de factibilidad de proyectos de inversión, más aún si son de infraestructura.
- Se debe promover el desarrollo de sistemas de alerta temprana a los eventos episódicos relacionados al cambio climático y El Niño; y establecer una clara delimitación de la responsabilidad de las instituciones públicas y privadas y la ciudadanía en el manejo de dichos sistemas especializados de alerta temprana.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arntz, W.E. y E. Valdivia. 1985. Incidencia del Fenómeno El Niño sobre los mariscos en el litoral peruano. En: W.E. Arntz; A. Landa y J. Tarazona (eds.) El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol. Inst. Mar Perú-Callao Vol. Extraordinario: 91-101.

Arntz W.E. 1986. The two faces of El Niño 1982-83. Meeresforsch. 31: 1-46.

Arntz, W.E., E. Valdivia y J. Zeballos. 1988. Impact of El Niño 1982-83 on the commercially exploited invertebrates (mariscos) of the Peruvian shore. Meeresforsch. 32: 3-22.

Arntz W.E. y J. Tarazona. 1999. El Niño – Biologische Auswirkungen. Deutsche Hydrographische Zeitschrift Supplement 8: 97-101.

Bouchon, M., S. Cahuín y M. Ñiquen. 2001. Fluctuaciones de la ictiofauna pelágica en la región norte-centro del litoral peruano de 1994 a 1998. En J. Tarazona, W.E. Arntz y E. Castillo de Maruenda (eds.). El Niño en América Latina: Impactos biológicos y sociales. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, pp. 73-79.

Burton, I; Feenstra, J.F.; Smith, J.B.; Tol, R.S.J. (eds.) 1998. UNEP Handbook on Methods for Climate Change Impact Assessment and Adaptation Studies. Version 2.0, United Nations Environmental Programme and Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Cohen, J.E., C. Small, A. Millinger, J. Gallup y J. Sachs. 1997. Estimations of coastal populations. Science, 278: 1211-1212.

Corporación Andina de Fomento – CAF. 2000. Las lecciones de El Niño. Memorias del fenómeno El Niño 1997-1998. Retos y propuestas para la región andina. Volumen V: Perú. Unidad de Publicaciones de la CAF, Caracas, Venezuela, 293 pp.

Gommes, R., J. du Guerny, F. Nachtergaele y R. Brinkman. 1997. Potential impacts of sea-level rise on populations and agriculture. FAO SD- Dimensions, Rome, Special, http://www.fao.org/sd/eidirect/Elre0045.htm.

Gutiérrez, M. 2001. Efectos del evento El Niño 1997-98 sobre la distribución y abundancia de anchoveta (*Engraulis ringens*). En J. Tarazona, W.E. Arntz y E. Castillo de Maruenda (eds.). El Niño en América Latina: Impactos biológicos y sociales. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, pp. 55-72.

Huertas, L. 1999. La costa peruana vista a través de Sechura. Espacio, arte y tecnología. Prom Perú, Lima, 297 pp.

León, W. 2001. Impacto de El Niño 1997-98 en la actividad pesquera del departamento de Piura. En J. Tarazona, W.E. Arntz y E. Castillo de Maruenda (eds.). El Niño en América Latina: Impactos biológicos y sociales. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, pp. 289-297.

Nicholls, E.J. 1995. Coastal megacities and climate change. Geojournal, 37(3): 369-379.

Nicholl, E.J. 1998. Coastal Vulnerability Assessment for Sea-Level Rise: Evaluation and Selection of Methodologies for Implementation. Caribean Planning for Adaptation to Global Climate Change (CPACC) Project Technical Report 98002, 39pp.

Ortlieb, L. 2000. The documentary historical record of El Niño events in Peru: An update of the Quinn record (sixteenth through nineteenth centuries). En H. Díaz y V. Markgraf (eds.). El Niño and the Southern Oscillation, multiscale variability, global and regional impacts. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 207-295.

Ortlieb, L. y A.-M. Hocquenghem. 2001. Reconstrucción del registro histórico de eventos El Niño en el Perú: Un estado de avance. En J. Tarazona, W.E. Arntz y E. Castillo de Maruenda (eds.). El Niño en América Latina: Impactos biológicos y sociales. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, pp. 361-379.

Quinn, W.H., V.T. Neal y S.E. Antúnez de Mayolo, 1987: El Niño occurrences over the past four and a half centuries. J. Geophys. Res., 92: 14449-14461.

Richardson, J.B. y M.A. McConaughy. 1987 The Holocene beach ridges of the Chira and Piura Riversm, northwestern Peru: sea level, tectonics and El Niño. 51st Annual Meeting of the Society of American Archaeology, Toronto, Canada.

Tarazona, J. 1984. Modificaciones de la infauna bentónica de una bahía con deficiencia de oxígeno durante "El Niño" 1982-83. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur, **15**: 223-238.

Tarazona, J.; Arntz, W.E.; Canahuire, E.; Ayala, Z. & Robles, A. 1985a. Modificaciones producidas durante "El Niño" en la fauna bentónica de áreas someras del ecosistema de afloramiento. **In:** W.E. Arntz, A. Landa y J. Tarazona (eds). "El Niño" y su impacto en la fauna marina., Bol. Inst. Mar Perú-Callao **(special issue)**: 55-63.

Tarazona, J.; Paredes, C.; Romero, L.; Blascovich, V.;Guzman, S. & Sanchez, S. 1985b. Características de la vida planctónica y colonización de los organismos epilíticos durante el fenómeno "El Niño". **In:** W. E. Arntz, A. Landa y J. Tarazona (eds). "El Niño" y su impacto en la fauna marina. Bol. Inst. Mar Perú-Callao **(special issue)**: 41-49.

Tarazona, J. & Valle, S. 1999. Impactos potenciales del cambio climático global sobre el ecosistema marino peruano. **In:** B. Marticorena (ed.). Perú: Vulnerabilidad frente al

cambio climático. *Aproximaciones a la experiencia con el fenómeno El Niño*. Consejo Nacional del Ambiente, Lima, p. 95-114.

Tarazona, J. y W. Arntz. 2001. The Peruvian coastal upwelling system. En U. Seeliger y B. Kjerfve (eds.). Ecological Studies. Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Berlín, pp. 229-244.

Tarazona, J., W. Arntz y E. Castillo (eds.). 2001. El Niño en América Latina: impactos biológicos y sociales. CONCYTEC, Lima.

Turner, R.K.; S. Subak y W.N. Adger. 1996. Pressures, trends, and impacts in coastal zones: interactions between socioeconomic and natural systrms. Environmental Management, 20(2): 159-173.

Vellinga, P. y S.P. Leatherman. 1989. Sea level rise, consequences and policies. Climatic Change 15: 175-189.

ANEXOS

ENCUESTA A PESCADORES ARTESANALES

CALETA:
FECHA :

I . DATOS GENERALES

1.1 NACIMIENTO:
Departamento.....Provincia.....Distrito.....

1.2 EDAD.....SEXO.....

1.3 TIEMPO QUE RADICA EN LA CALETA:

1.4 OCUPACION: Buzo( ) bolichero( ) pintero( ) arrastrero( ) cortijero( )
Otro: .....

II. SITUACION FAMILIAR

2.1 ESTADO CIVIL

SOLTERO ( ) CASADO ( ) VIUDO( ) SEPARADO ( ) CONVIVIENTE ( )

2.2 ¿CUÁNTOS HIJOS? ..... EDADES DE LOS HIJOS: .....

2.3 ¿COMPARTE SU DOMICILIO CON OTROS FAMILIARES? SI.....
NO.....

III. EDUCACION

3.1 GRADO DE INSTRUCCIÓN DEL ENCUESTADO

PRIMARIA COMPLETA ( ) PRIMARIA INCOMPLETA ( ) SECUNDARIA COMPLETA ( )

SECUNDARIA INCOMPLETA ( ) SUPERIOR COMPLETO ( ) SUPERIOR INCOMPLETO ( )

NO ESTUDIO PERO SABE LEER Y ESCRIBIR ( ) NO SABE LEER Y ESCRIBIR ( )

3.2 ¿DÓNDE ESTUDIÓ?

3.3 ¿DESDE QUE EDAD TRABAJA EN LA PESCA?

3.4 MENCIONE EL TIPO DE CAPACITACIÓN QUE RECIBIÓ EN LOS ÚLTIMOS DOS AÑOS

SI ( ) NO ( )
CUAL.....

3.5 MENCIONES LOS TIPOS DE CAPACITACIÓN QUE LE GUSTARÍA RECIBIR PARA:

MEJORAR SUS INGRESOS:.....
.....
.....

MEJORAR SU ROL COMO CIUDADANO:.....
.....
.....

MEJORAR LA RELACIÓN FAMILIAR.....
.....
.....

IV. CARACTERISTICAS DE VIVIENDA

4.1 UBICACIÓN

CERCA DE LA CALETA ( ) EN SECHURA ( )

4.2 TENENCIA DE LA VIVIENDA

PROPIA ( ) ALQUILADA ( ) OTROS ( ) ESPECIFIQUE.....

4.3 MATERIAL DE CONSTRUCCION

LADRILLO ( ) ADOBE ( ) QUINCHA ( ) OTROS ( ) ESPECIFIQUE.....

4.4 SERVICIOS BASICOS DE LA VIVIENDA

LUZ ( ) AGUA ( ) DESAGUE ( ) OTROS ( ) ESPECIFIQUE…….....

4.4 ¿CUENTAN CON SERVICIOS DE TELEFONIA?

SI ( ) NO ( )

V. SITUACION LABORAL

5.1 TIEMPO DE TRABAJO COMO PESCADOR ARTESANAL.....

5.2 ¿VIVE DE LA PESCA O DE LA EXTRACCIÓN DE MARISCOS O DE AMBAS ACTIVIDADES?

.....
.....

5.3 SU CONDICION LABORAL ES :

PESCADOR INDEPENDIENTE ( ) PESCADOR DEPENDIENTE ( )

PESCADOR EVENTUAL ( ) OTROS ( ) ESPECIFIQUE……..

5.4 CATEGORIA A BORDO

PATRON ( ) TRIPULANTE ( ) PANGUERO ( ) MOTORISTA ( ) COCINERO ( ) OTRO ( ) ESPECIFIQUE……

5.5 OTRA ACTIVIDAD QUE DESEMPEÑA A PARTE DE LA PESCA, para complementar sus ingresos

SI ( ) NO ( ) ESPECIFIQUE……

5.6 ¿SU ESPOSA TRABAJA FUERA DE CASA?

SI ( ) NO ( ) EN QUÉ ACTIVIDAD:.....

5.7 SU INGRESO EN LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS:

HA MEJORADO ( ) SIGUE IGUAL ( ) HA EMPEORADO ( )

5.8 SUS HIJOS PARTICIPAN EN ALGUNA ACTIVIDAD DE PESCA? POR FAVOR MENCIONE EN CUALES:

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	SEXO	EDAD DEL HIJO

5.9 ¿EN QUÉ LE GUSTARÍA QUE SE DESEMPEÑEN SUS HIJOS VARONES O SUS HIJAS MUJERES?

MIS HIJOS	MIS HIJAS

5.10 INGRESO PROMEDIO MENSUAL

<200 ( ) 200-400 ( ) 400-800 ( ) 800-1500 ( ) 1500-3000 ( ) >3000 ( )

VI .CARACTERISTICAS DE LA EMBARCACION

6.1 ¿LA EMBARCACIÓN EN LA QUE TRABAJA ES PROPIA?

SI ( ) NO ( )

6.2 MATERIAL DE CONSTRUCCION

MADERA ( ) FIBRA DE VIDRIO ( )

6.3 TIPO DE PROPULSION

A REMO ( ) VELA ( ) MOTOR CENTRAL ( )

MOTOR FUERA DE BORDA ( )

6.4 CAPACIDAD DE BODEGA.....

VII. DE LA TENENCIA POR TIPO DE ARTE O APAREJO DE PESCA

	Propio	Alquilado
REDES CORTINA		
LA PINTA		
RED DE CERCO		
ESPINEL		
OTROS, ESPECIFIQUE:		

VIII .CAPACIDAD DE ORGANIZACIÓN Y MOVILIZACIÓN CIUDADANA

8.1 PERTENECE USTED A ALGUN COMITÉ O ASOCIACION DE PESCADORES

SI ( ) NO ( )

¿A CUAL? …….....

8.2 ¿MENCIONE TRES BENEFICIOS QUE ESPERARÍA RECIBIR DE UNA ASOCIACIÓN O GREMIO?

(1) (2) (3)

8.3 ¿ESTARIA DISPUESTO A UNIRSE A ALGUN COMITÉ O ASOCIACION?

SI ( ) NO ( ) ¿POR QUÉ? .....

.....

.....

8.4 SI PERTENECE A ALGUNA ORGANIZACIÓN, CUÁL ES SU PARECER SORE LA GESTIÓN EN FAVOR DE LOS PESCADORES POR PARTE DE LOS DIRIGENTES:

MALA ( ) REGULAR ( ) BUENA ( ) MUY BUENA ( )

.IX. FRENTE A DESASTRES NATURALES

9.1 DE QUE MANERA SE VIO AFECTADO POR EL FENÓMENO DEL NIÑO EN LOS AÑOS 1992-1993 Y 1997-1998?

Grave (--) Regular (+-) Me benefició (++)

-EN LA FAENA DE PESCA			
-EN LA ESTRUCTURA DE LAS EMBARCACIONES PESQUERAS			
-EN LOS ARTES O APAREJOS DE PESCA			
-EN LOS LUGARES DE DESEMBARQUE			
-EN LA COMPRA Y VENTA DE LOS PRODUCTOS HIDROBILOGICOS			
-EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS			

9.2 RESPECTO DE LAS ESPECIES TRADICIONALES QUE SE EXTRAEN ¿NOTÓ LA PRESENCIA DE ESPECIES NUEVAS O AUSENCIA ESPECIES TRADICIONALES?

MENCIÓN DE ESPECIES NUEVAS	MENCIÓN DE ESPECIES DESAPARECIDAS

9.3 BALANCE ECONÓMICO

A) ¿TUVO QUE RECURRIR A OTRAS ACTIVIDADES PARA GENERAR INGRESOS?

SI ( ) NO ( ) ¿QUE TIPO DE ACTIVIDAD?.....

B) ¿OTROS MIEMBROS DE SU FAMILIA TUVIERON QUE GENERAR INGRESOS? QUIENES Y EN QUE?

Quiénes.....
.....

En qué actividades:.....
.....

C) ¿QUÉ TANTO DISMINUYERON SUS INGRESOS O AUMENTARON DURANTE EL NIÑO?

DISMINUYERON:.....%
AUMENTARON:.....%

D) ¿CUÁL ES SU PERCEPCIÓN RESPECTO DE LOS DAÑOS QUE OBSERVÓ?

	Leve	Medio	Grave
AL RECURSO QUE EXPLOTA			
A LA INFRAESTRUCTURA QUE USA			
A SU VIVIENDA			
A LA SALUD DE SU FAMILIA			
A LA COMUNICACIÓN DE TRANSPORTE Y EN LÍNEA			

9.4 DESPUÉS DE UN NIÑO, APROXIMADAMENTE, ¿CUÁNTO TIEMPO LE TOMA NORMALIZAR SU SITUACIÓN ECONÓMICA PARA RECUPERARSE DE LOS DAÑOS OCASIONADOS?

.....

9.5 MENCIONE EL TIPO DE APOYO QUE CONSIDERA LE HUBIERAN AYUDADO A PREVENIR Y MINIMIZAR O APROVECHAR MEJOR LOS EFECTOS OCASIONADOS POR EL NIÑO:

EN INFORMACIÓN	EN FINANCIAMIENTO	OTRO

ENCUESTA A EMPRESAS PESQUERAS

Primera Parte

Adaptabilidad De Las Empresas Pesqueras A Los Cambios Climáticos Globales:

1.- Descripción detallada y valorizada de los efectos causados por Eventos El Niño 1992-93 y 1997-98 en:

a) La infraestructura productiva (plantas de harina, de congelado, y de enlatado y otros) y en las diferentes áreas (áreas de almacenaje, área de ensacado, área de oficinas y otros).

b) La infraestructura de mar y flota pesquera, (muelle, chata, embarcaciones, operaciones pesqueras y otros).

c) La producción, (niveles de producción, tipos de productos, calidad y otros)

d) Los servicios de energía, transporte, comunicación, (acceso terrestre, fluido eléctrico, abastecimiento de petróleo y otros).

e) El personal que labora en las plantas y oficinas (ausentismo, salubridad y eficiencia, otros)

2.- Describir las medidas de contingencia tomadas durante los Eventos el Niño 1992-93 y 1997-98, en el aspecto administrativo, en la infraestructura, en le sistema de producción y otros; así como el costo de los mismos.

3.- Medidas futuras a tomar ante Eventos El Niño semejante, en lo relacionado a los aspectos analizados en el numeral anterior y otros que crean convenientes.

4.- Describir el grado de vulnerabilidad de su empresa ante los cambios físicos naturales y bio-ecológico generados durante los Eventos El Niño, tales como: a) inundaciones b) lluvias c) escorrentías d) deslizamientos e) vientos f) mareas y g) arenamientos h) plaga de insectos i) cambios en la presencia y concentración de los recursos hidrobiológicos k) humedad relativa l) temperatura ambiental.

Segunda Parte

Implementación de Medidas de Manejo Ambiental Correspondientes a los PAMAs o EIAs de la Planta Pesqueras

1.- En el traslado de pesca de las bodegas de la embarcación a la planta.

2.- En los efluentes del agua de bombeo y servicios domésticos.

3.- En el tratamiento de agua de cola.

4.- En las partículas en suspensión.

5.- En las emisiones gaseosas del secado y combustión.

6.- En la disposición de los sólidos generados.

7.- En la recuperación de entorno ecológico.

8.- En al flota pesquera.

Teniendo que presentar un cronograma secuencial, de cómo las medidas ambientales se han venido implementando desde 1992 a la fecha y las que se darán a futuro.